

Efecto de la fertilización química y orgánica en la producción de semilla de chilliwa (*Festuca dolichophylla*)

Zenón, Martínez¹; P. Huanca²; Humberto Alzérreca³.

Resumen

En la ex cabaña ovina de Kallutaca, se realizó un ensayo de producción de semilla de chilliwa (*Festuca dolichophylla*). El ensayo se dividió en dos sub-ensayos. En el primero, se utilizó abono orgánico de estiércol de oveja en las siguientes cantidades de macronutrientes en kg/ha por tratamiento: [A (N 28, P 4.2 y K 20); B(N 42, P 6.3 y K 30); C(N 70, P 10.5 y K 50); D(N 98, P 14.7 y K 70); E(N 140, P 21.0 y K 100); y T(0.0) kg/ha] y en el segundo se aplicó fertilización química resultado de una mezcla de fosfato simple mas urea en los siguientes niveles: [F(N 28.5, P 4.3); G(N 42.3, P 6.4); H(N 70.8, P 10.7); I(N 97.5, P 15.0); J(N 139.8, P 21.5); y T(0.0) kg/ha]. Para ambos ensayos se emplearon parcelas de 240,25 m² en 1 ha de pradera cercada. El diseño experimental fue el de bloques al azar. La variable de respuesta fue kg/ha de semilla sucia. Los niveles de fertilización química que tuvieron una influencia significativa ($p < 0.05$) sobre la producción de semilla de chilliwa fueron: J(N 139.8 y P 21.5 kg/ha) con 167.6 kg/ha, H (N 70.8 y P 10.7 kg/ha) con 160.2 kg/ha y F(N 28.5 y P 4.3 kg/ha) con 133.8 kg/ha de semilla, respectivamente. Sin embargo, la dispersión de los resultados significativos en relación a los niveles incrementales de aplicación de fertilizante no permitió conclusiones consistentes; esto, se atribuye al efecto de una fuerte granizada ocurrida en el mes de febrero que podría haber afectado seriamente la uniformidad en la producción de semilla. No se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) para la aplicación de abono orgánico de oveja. Se recomienda evaluar el rendimiento de semilla y forraje de chilliwa en el segundo año cuando se aplican abonos orgánicos; la incorporación del factor riego en ensayos de producción de semilla de chilliwa y la utilización de tratamientos con fertilizante químico y abono orgánico.

Introducción

La importancia de los chilliwares (*Festuca dolichophylla*) no solo esta asociada al regular o buen valor nutritivo, su amplia distribución y tolerancia al pastoreo, también al microclima que crea con su robusto crecimiento para el establecimiento de muchas otras especies herbáceas de alta palatabilidad y valor nutritivo como: layu (*Trifolium amabile*), sillu sillu (*Lachemilla pinnata*), siqui (*Hypochoeris spp.*), cebadilla (*Bromus catarthicus*), cola de ratón (*Hordeum muticum*), chiji blanco (*Distichlis humilis*), kemallu (*Eleocharis spp.*), poita (*Poa annua*), chiji negro (*Muhlenbergia fastigiata*); en lugares más secos y pobres se asocia con ichu o sicuya (*Stipa ichu*), iru ichu (*Festuca ortophylla*), llapa (*Muhlenbergia peruviana*), chapi llapa (*Cardionema ramosissima*), *Plantago sericea* y otras.

¹ Docente investigador de la Estación Experimental de Choquenaira, Facultad de Agronomía, UMSA.

² Egr. Agr. ayudante de campo.

³ Ing. Agr. M.Sc. Coordinador de la Red de Pastizales Andinos (REPAAN).

Dependiendo de las condiciones locales, las especies nombradas y otras pueden estar o no presentes y en diferentes combinaciones y proporciones en la composición botánica del chilliwar (Astorga, *et al.*, 1989; Miranda, 1995; Alzérreca, 1998; Alzérreca, *et al.*, 2001, Alzérreca y Jeréz, 1989 y otros).

Este tipo de Campo Natural de Pastoreo (CANAPA) esta sufriendo una continua degradación y reducción en superficie debido al avance de la frontera agrícola que selecciona estos ecosistemas por tener suelos con aptitud para cultivo y también en muchos casos al sobre pastoreo.

Como resultado, se tiene un mosaico de chilliwares en diferentes estados de sucesión secundaria y algunos en serio peligro de cambio a composiciones botánicas de menor valor forrajero que el chilliwar original. Recuperar estas áreas no solo es importante desde el punto de vista de conservación de suelos, y de la biodiversidad de los chilliwares, sino por su importancia como fuente de forraje, por lo que se justifica la búsqueda de alternativas para la conservación y recuperación de estos ecosistemas.

Entre las practicas de recuperación de chilliwares, además de la siembra natural, se han probado varios métodos de repoblamiento como: entresiembr, siembra y transplante con material vegetativo. Esta ultima alternativa es la que esta dando los mejores resultados.

Sin embargo, las otras alternativas mencionadas aunque de más largo plazo también son viables, pero la limitación que impide campañas masivas siembra es la disponibilidad de semilla de buena calidad. Al respecto se recomienda de 10 a 15 kg/ha de densidad de siembra para esta especie (Jeréz, 1992).

Por lo tanto, esfuerzos de investigación dirigidos a diseñar prácticas para producción de semilla y también de material vegetativo, son importantes para la recuperación de chilliwares degradados y recuperación a este tipo de pradera de orden ecológico superior de áreas actualmente con diferente cobertura vegetal de orden ecológico inferior, pero de potencial original para la producción de chilliwares.

En este trabajo de investigación pretende de estudiar la respuesta en producción semilla de chilliwa a la aplicación de fertilizante químico y abono natural de estiércol de oveja.

Objetivos

General. Estudiar el efecto de la aplicación de fertilizante químico y abono orgánico sobre la producción de semilla de chilliwa.

Específicos:

- Determinar la influencia de cinco niveles de una mezcla de urea y superfosfato simple en la producción de semilla de chilliwa.
- Determinar la influencia de cinco niveles de abono de oveja en la producción de semilla de chilliwa.

Materiales y métodos

Condiciones generales

El estudio fue realizado en la cabaña ovina de Kallutaca, ubicada en la provincia los Andes, La Paz; a 15 km de la ciudad del Alto, carretera internacional al Perú camino a la localidad del Desaguadero. Geográficamente, la zona se ubica en las coordenadas 16° 35' de latitud sur y 68° 31' de longitud oeste, a una altitud de 3990 msnm.

El suelo de la cabaña, en su capa arable, tiene una textura franco arcillosa, sin grava, con bajo contenido de sales, la reacción del suelo es ligeramente ácida con pH = 6.16, una capacidad de intercambio catiónico mediano y alto contenido de materia orgánica. El contenido de macro nutrientes fue alto en K₂O con 5.10%, el contenido de H₂ P₀₄ fue muy bajo con solo 4.38 ppm, cuando se requiere en un suelo normal mas de 1000 ppm y el contenido de N fue de 0.31%.

La vegetación de la zona de Kallutaca se caracteriza por presentar extensas praderas naturales méxicas de *Festuca dolichophylla* (chilliwa), como especie forrajera dominante en el manto externo o estrato superior, en el estrato bajo o manto interior se tienen varias especies de gramíneas, leguminosas, rosáceas y compuestas, las especies mas importantes son: la cebadilla (*Bromus catarthicus*), el layu (*Trifolium amabile*), el sillu sillu (*Lachemilla pinnata*), el siki (*Hypochoeris* spp.) y otras 10 a 12 especies, cuya determinación botánica no fue efectuada en este estudio.

El clima de la zona es frío, con una temperatura promedio de 7 °C, la precipitación promedio anual es de 550 mm. Al año se registran 200 días con helada, y la velocidad promedio del viento es de 12 km/hora.

Tamaño de la parcela

Para el presente estudio fue cercada 1 ha de un campo natural de pastoreo (CANAPA) tipo chilliwar, la misma que fue dividida en dos partes iguales, cada una con 6 bloques, y con parcelas de 15.5 m * 15.5 m = 240. 25 m² c/u. En la primera mitad se instaló el experimento con abono y en la segunda mitad con fertilizante químico.

Uniformización del chilliwar

Para controlar la variabilidad debido a los diferentes estados de crecimiento de la chilliwa sobre la variable de respuesta rendimiento de semilla sucia, se realizó un corte de uniformización hasta una altura aproximada de 5 cm. sobre el suelo en el mes de mayo del año anterior.

Abonamiento orgánico

La cantidad de abono y de elementos simples en el abono de oveja con 65% de humedad utilizados en este trabajo se reporta en el cuadro 1. Miranda (1995), recomienda utilizar 3 t/ha de estiércol de alpacas y llamas. Otros autores recomiendan 12 t/ha de estiércol de alpaca para

CANAPAS de la zona de Ulla Ulla (Alzérrec, *et al.*, 1985). La aplicación de la fertilización y abonamiento se efectuó durante la segunda semana del mes de enero.

Cuadro 1. Cantidad y nivel de nutrientes de origen orgánico.

| Código | t/ha | N kg/ha | P kg/ha | K kg/ha |
|---------|------|---------|---------|---------|
| A | 2.0 | 28.0 | 4.2 | 20.0 |
| B | 3.0 | 42.0 | 6.3 | 30.0 |
| C | 5.0 | 70.0 | 10.5 | 50.0 |
| D | 7.0 | 98.0 | 14.7 | 70.0 |
| E | 10.0 | 140.0 | 21.0 | 100.0 |
| Testigo | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

N = Nitrógeno; P = Fósforo; K = Potasio; A, B, C, D, E = Niveles de fertilización.

Fertilización química

Fueron empleados los siguientes niveles de urea y fosfato simple. La aplicación de la fertilización química se efectuó durante la segunda semana del mes de enero.

Cuadro 2. Cantidad y niveles de fertilizante químico.

| Código | Superfosfato simple | | Urea | |
|---------|---------------------|---------|-------|---------|
| | kg/ha | P kg/ha | kg/ha | N kg/ha |
| F | 50.0 | 4.3 | 62.0 | 28.5 |
| G | 75.0 | 6.4 | 92.0 | 42.3 |
| H | 125.0 | 10.7 | 154.0 | 70.8 |
| I | 175.0 | 15.0 | 212.0 | 97.5 |
| J | 250.0 | 21.5 | 304.0 | 139.8 |
| Testigo | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

N = Nitrógeno; P = Fósforo.

Producción de semilla y paja

En el mes de mayo, la chilliwa fue cosechada de parcelas de 0.5 m²; la semilla se guardó en bolsas de papel madera durante un mes, pasado este tiempo las panojas fueron trilladas manualmente y se separó las semillas de la paja, ambos componentes fueron pesados en una balanza con una precisión de 0.1 g.

Diseño experimental

Las parcelas experimentales fueron distribuidas en un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones de acuerdo al modelo matemático siguiente:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = observación que genera del experimento.

U = promedio general del experimento.

T_i = Mide el efecto de los niveles de abonamiento; orgánico ($i = 6$; A1 = 2 kg/ha; B2 = 3 kg/ha; C3 = 5 kg/ha; D4 = 7 kg/ha; E5 = 12 kg/ha; T6 = sin abono).

T_i = Mide el efecto de los niveles de fertilización química ($i = 6$; F1 = 50 kg/ha; G2 = 375 kg/ha; H3 = 125 kg/ha; I4 = 175 kg/ha; J5 = 250 kg/ha; T6 = (sin fertilizante).

B_j = determina el efecto de los bloques ($j = 3$; J_i = bloque 1; bloque 2; bloque 3) E_{ijk} = error experimental.

Resultados y discusión

Producción de semilla y paja de chilliwa con abono

La producción de semilla durante el experimento fue afectada seriamente por factores medio ambientales, especialmente por la fuerte granizada que cayó a fines de febrero, se estima que se perdió mas del 50% del rendimiento de semilla, y sería una de las causas principales para los bajos rendimientos, comparativamente con lo que reportan otros investigadores. Sin embargo, luego de la granizada fue notable la recuperación de las plantas que lograron de todas maneras producir semilla. En el cuadro 3 se muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 3. Influencia de factores principales (abono y fertilizante) sobre la producción de semilla y paja de chilliwa.

| Factores principales | Abonado (kg/ha) | | Fertilizado (kg/ha) | |
|----------------------|-----------------|--------|---------------------|--------|
| | Semilla | Paja | Semilla | Paja |
| Bloques | N.S. | N.S. | N.S. | * |
| Niveles | N.S. | N.S. | * | * |
| Estadísticos | | | | |
| Promedio | 116.7 | 2193.0 | 118.8 | 1012.0 |
| Mínimo | 24.0 | 1070.0 | 8.0 | 804.0 |
| Máximo | 212.0 | 4404.0 | 278.0 | 5010.0 |

N.S. = No significativo; * = Significativo ($p < 0.05$); kg/ha = kilogramos por hectárea.

La producción de semilla de chilliwa y paja no difiere significativamente ($p > 0,05$) a la aplicación de diferentes niveles de abono de oveja. El rendimiento promedio general de semilla, obtenido fue de 116.7 kg/ha con un rango de 24 a 212 kg/ha y para la paja esta variación fluctuó desde 1.070 hasta 4.404 kg/ha con un promedio general de 2.193 kg/ha.

Con fertilizante químico se detecto significancia ($P < 0.05$), para niveles en semilla y para bloques y niveles en paja, la diferencia entre bloques no permite elaborar conclusiones consistentes con esta variable.

El rendimiento de semilla fue muy variable, desde 8 a 878 kg/ha con un promedio de 119 kg/ha.

Promedios de producción de semilla y paja de chilliwa con abono

Los rendimientos promedios obtenidos en los diferentes niveles de abonamiento se muestran en el cuadro 4, donde se observa que el promedio general mas bajo le corresponde al testigo con 98.4 ± 46.6 kg/ha y el nivel mas alto al nivel (D) con 146.0 ± 59.2 kg/ha.

En paja el rendimiento menor le corresponde al nivel (E) con 1.770 ± 475 kg/ha, y el mayor al (C), con 2.658 ± 996 kg/ha.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de semilla y paja de Chilliwa.

| Niveles de abono | Semilla kg/ha | | Paja kg MS/ha | |
|--------------------------|---------------|------|---------------|-------|
| | Promedio | DS | Promedio | DS |
| A (N 28, P 4.2, K 20) | 100.8 | 35.0 | 2.025 | 700.0 |
| B (N 42, P 6.3, K 30) | 119.4 | 40.6 | 2.083 | 543.6 |
| C (N 70, P 10.5, K 50) | 133.2 | 53.9 | 2.658 | 995.6 |
| D (N 98, P 14.7, K 70) | 146.0 | 59.2 | 2.364 | 475.2 |
| E (N 140, P 21.0, K 100) | 102.6 | 46.6 | 1.770 | 475.2 |
| Testigo | 98.4 | 46.6 | 2.241 | 894.0 |

DS = Desviación Standard; kg MS/ha = kilogramos de materia seca por hectárea.

Rendimiento de semilla con fertilizante

En producción de la semilla el valor mas alto se obtuvo con el tratamiento (E) con 168 kg/ha y el mas bajo con el tratamiento (D) con 70 kg/ha.

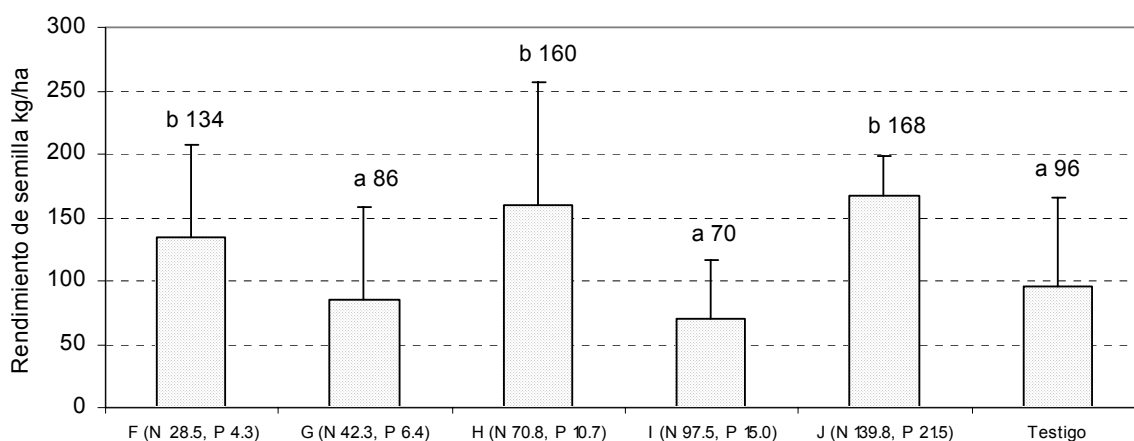
En el cuadro 5 y figura 1, se detalla el promedio de rendimientos por tratamiento y las desviaciones standard, se identificó diferencias significativas ($p < 0.05$) con los niveles de (J), (H) y (F) en relación a un segundo grupo de bajos rendimientos que incluye los tratamientos (G), (I) y el testigo. Estos datos, son muy altos en comparación a los reportados por Jeréz (1991), de solo 6.6 kg/ha de semilla pura a la aplicación de fertilización química (69-46-0) en la localidad Kaluyo de la comunidad de Japo, altoandino subhúmedo (4400 msnm). Estas divergencias se explican porque las condiciones ambientales, vigor y densidad de plantas son extremadamente diferentes entre localidades, sin embargo, en números relativos para rendimiento entre el testigo y los tratamientos estos son comparables habiéndose obtenido un incremento de mas del 40% en ambas localidades, excepto para los tratamientos G e I en Kallutaca.

La falta de continuidad en el incremento del rendimiento de la semilla, en respuesta al incremento de la fertilización química, se considera que puede deberse en gran parte al efecto climático incontrolable de la granizada que ocurrió en el mes de febrero.

La tolerancia a este fenómeno climatológico posiblemente disminuyo sensiblemente debido a la fertilización química, tejidos menos fuertes, al contrario de lo que ocurrió con los tratamientos de abonado y en el testigo del tratamiento fertilizado, los que respondieron uniformemente a este fenómeno. La dispersión de los resultados no permite conclusiones terminantes (figura 1).

Cuadro 5. Rendimiento promedio de semilla con diferentes niveles de fertilización.

| Niveles de fertilización | Semilla kg/ha | |
|--------------------------|---------------|------|
| | Promedio | DS |
| F (N 28.5, P 4.3) | 133.8 | 73.6 |
| G (N 42.3, P 6.4) | 85.6 | 72.4 |
| H (N 70.8, P 10.7) | 160.2 | 96.0 |
| I (N 97.5, P 15.0) | 70.0 | 47.0 |
| J (N 139.8, P 21.5) | 167.6 | 30.4 |
| Testigo | 95.8 | 70.2 |

**Figura 1.** Efecto de la fertilización química en el rendimiento de semilla de FEDO.

Conclusiones

- No se halló diferencias significativas en producción de semilla, en respuesta a la aplicación de abono orgánico de la oveja.
- La fertilización química de fosfato simple, mezclado con urea, afectó positivamente la producción de semilla no obstante los factores climáticos incontrolables (incidencia de granizo). Sin embargo, la dispersión de los resultados significativos en relación a los niveles aplicados no permite conclusiones consistentes.

Recomendaciones

- Repetir el ensayo con fertilización química incrementando el número de muestras.
- Evaluar el rendimiento de semilla y forraje de chilliwa en el segundo año cuando se aplican abonos orgánicos.
- Incorporar el factor riego en ensayos de producción de semilla de chilliwa.

Referencias

- ALZERRECA, A.H. y JEREZ, C. B. 1989. Análisis y propuestas para el manejo de praderas nativas, pasturas y ganadería en la comunidad de Japo. Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Agrobiología Universidad Cochabamba (AGRUCO). Serie técnica N°. 20. Cochabamba, Bolivia. 38 p. 1 mapa.
- ALZERRECA, A.H.; LUNA, CH.D.; PRIETO, C.G.; CARDOZO, G.A. y CESPEDES, E.J. 2001. Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el Sistema TDPS-Bolivia. Informe Final de Consultoría, Subcontrato 21.11. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNEP/GEF), Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT), Gerencia de Biodiversidad, Asociación de Ganaderos de Camélidos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. 277 p. Anexos: Mapas, fotografías, manual.
- ALZERRECA, A. H. 1988. Diagnóstico y prioridades de investigación en praderas y pasturas del Altiplano y Altoandino de Bolivia, pp. 214-268. **In:** Alzérreca, H. (ed.), Primera Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Oruro, Agosto 26-29, 1987. Comunidad Económica Europea (CEE), Corporación Regional de Desarrollo de Oruro (CORDEOR), Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC), Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA). La Paz, Bolivia. 405 p.
- ALZERRECA, A.H.; CORDERO, J. R.; LARA, R. R. y RIVERO, PS. V. 1985. Ensayo de recuperación de praderas nativas para Camélidos en Ulla Ulla, pp. 169-184. **In:** Alzérreca, A.H. (ed.), Séptima Reunión Nacional de Pastos y Forrajes y Quinta Reunión Nacional de Ganadería. Potosí, Mayo 1983. Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA), Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Instituto Nacional de Fomento Lanero (INFOL), Banco Central de Bolivia (BCB). La Paz, Bolivia. 391 p.
- ASTORGA, J.; CARI, E; LUQUE, M.; VENEGAS, L.; SCHLUNDT, A. Y ATAMARI, G. 1989. Disponibilidad y calidad forrajera en tres pastizales del Altiplano Peruano, pp. 30-55. **In:** San Martín, F y Bryant, F.C. (ed.), Investigaciones sobre pastos y forrajes de Texas Tech. University en el Perú. Volumen V. SR-CRSP/USAID/INIPA. Technical Article T-9-584 of the TTU. Lubbock, Texas. USA. 128 p.
- JEREZ, B. 1991. Producción de semilla de *Festuca dolichophylla*. Informe de avance de trabajo. Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Agrobiología Universidad Cochabamba (AGRUCO). Cochabamba, Bolivia. 8 p.
- JEREZ, B. 1991. Especificaciones para la multiplicación de forrajeras nativas. Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Agrobiología Universidad Cochabamba (AGRUCO). Cochabamba, Bolivia. 5 p.
- MIRANDA, F. 1995. Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forrajes nativos. Serie Manual No. 2, CISA: Arequipa, Perú. pp. 49 - 59.