

APLICACIÓN DE BIOL Y RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CEBADA FORRAJERA (*Hordeum vulgare*) EN EL MUNICIPIO DE VIACHA

Application of Biol and sprinkler irrigation in the production of forage barley (*Hordeum vulgare*) in the municipality of Viacha

Olga Ticona Guanto¹, Rolando Céspedes², Zenón Martínez², Gladys J. Chipana²

RESUMEN

En el Altiplano boliviano, una de las principales fuentes de ingresos económicos es la crianza de ganado que tiene como principal fuente de alimento diversos tipos de forraje entre ellos la cebada forrajera de la cual no se alcanza el rendimiento esperado bajo las condiciones naturales de la región. Es por ello, que el estudio se realizó en la Estación Experimental Choquenaira, situada en el municipio de Viacha. El principal objetivo fue evaluar la aplicación de biol con riego por aspersión y a secano en dos periodos de corte a fin de establecer diferencias en variables agronómicas, bromatológicas y rendimiento en materia seca. La metodología consistió en el empleo de cebada forrajera de la variedad IBTA-80 al cual se aplicó biol bovino al 0%, 25%, 50% y 75% con riego por aspersión y a secano, resultando ocho tratamientos dispuestos en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas. Los resultados obtenidos muestran que mediante la aplicación de biol se obtienen mayores rendimientos en el primer corte ya que con el nivel de 75% de biol se obtuvo 7.30 t ha⁻¹ a secano, y con riego 14 t ha⁻¹. La composición nutricional, muestra elevado contenido de proteína de 28% a secano al 75% de biol y 24,3% con riego por aspersión al 25% de biol. Asimismo, el contenido de fibra cruda con la producción a secano es de 33,94% al 0% de biol y 34,34% al 25% de biol bajo riego, al primer corte, el valor energético alcanzó a 202,39 Kcal 100gM⁻¹ al 0% de biol a secano y 206,35 Kcal 100gM⁻¹ al 50% de biol bajo riego en el segundo corte.

Palabras clave: Cebada forrajera; biol; riego; secano.

ABSTRACT

In the Bolivian Altiplano, one of the main sources of income is raising cattle, whose main food sources are natural pastures, including forage barley. In terms of barley production it is difficult to reach the expected yield, due to the constraining natural conditions of the region. In order to look for solutions to this problem a study was conducted at the Experimental Station of Choquenaira, located in the municipality of Viacha. The main objective was to evaluate the implementation of Biol (organic liquid fertilizer), under conditions of both sprinkler irrigation and rain-fed, in two periods, to establish differences in agronomic and bromatological variables, in terms of dry matter yield. The methodology involved the use of forage barley variety IBTA-80, to which bovine Biol was applied at 0%, 25%, 50% and 75%, under sprinkler irrigation and rain fed conditions, resulting eight treatments arranged in a randomized blocks design, with split plots arrangements. The results show that the application of Biol, produces higher yields. With application of 75% of Biol, a yield of 7.30 t ha⁻¹ was obtained in the rain-fed treatment, and 14 t ha⁻¹ in the irrigation treatment. Additionally, the nutritional composition shows high protein content of 28% for rain-fed at 75% of Biol and 24.3% for sprinkler irrigation at 25% of Biol. In addition, the crude fiber content under rain fed production was 33,94% at 0% of Biol and 34,34% at 25% of Biol under irrigation, results that were obtained from the first cut, the energy value reached 202,39 Kcal 100gM⁻¹ at 0% of Biol under rain fed, and 206,35 Kcal 100gM⁻¹ at 50% of Biol, under sprinkler irrigation during the second cut.

Keywords: Forage Barley; Biol; irrigation; rain fed.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Taycon-127tg@hotmail.com

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano boliviano, la principal fuente de ingresos económicos es la crianza de ganado que tiene como principal alimento los pastos forrajeros, entre ellos la cebada forrajera caracterizada por su elevada palatabilidad, adaptación a los diferentes tipos de suelos y a condiciones adversas propias del altiplano. A nivel nacional, la cebada forrajera es cultivada en una superficie de 66.363 hectáreas, obteniendo una producción de 132.973 toneladas métricas y un rendimiento de 2.004 kg ha⁻¹, en el departamento de La Paz el cultivo se produce en 46.495 hectáreas con una producción de 99.542 toneladas métricas con un rendimiento medio de 2.141 kg ha⁻¹ (ENA, 2008).

La cebada se cultiva entre los meses de septiembre y enero para alcanzar la cosecha entre enero y abril del siguiente año, sin embargo, se ha demostrado que es posible adelantar la cosecha con la aplicación de riego y obtener mayor rendimiento con la incorporación de biol que contiene nutrientes esenciales que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas con baja inversión en su elaboración (Álvarez, 2010).

Se conoce que en el Altiplano, la producción de los cultivos es realizada con el uso de fertilizantes inorgánicos que dañan el medio ambiente y la salud de los productores, así también, no se alcanzan los rendimientos esperados con el riego a secano, provocando bajos ingresos económicos familiares. El principal objetivo de la investigación fue el de evaluar el efecto de la aplicación de cuatro niveles de biol de origen bovino y riego por aspersión en la producción de cebada forrajera en dos periodos de corte en la Estación Experimental Choquenaira situada en el municipio de Viacha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 32 km de la ciudad de La Paz. a una altitud de 3.870 msnm, entre 14°16' 45" de latitud sur y 65°34' 23" de longitud oeste (Mamani y Céspedes, 2012).



MUNICIPIO DE VIACHA



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

El material de trabajo fue semillas de cebada forrajera de la variedad IBTA – 80 y biol de origen bovino.

Obtención y aplicación de biol al cultivo de cebada

Se utilizaron cuatro biodigestores de forma tubular, en tres de ellos la composición fue de 17 kilos de estiércol con 51 litros de agua, en el biodigestor restante fue de 13 kilos de estiércol y 49 litros de agua, con cargas diarias. La elaboración del biol se efectuó de la piscina del desembocamiento de

los biodigestores cuyo producto, fue aplicado vía foliar semanalmente a partir de las 18:00 horas a fin de lograr mayor eficiencia de absorción del biol.

Análisis estadístico

Se empleó el diseño de Bloques al Azar con arreglo en Parcelas Subdivididas, cuyos resultados fueron analizados con el programa SAS System 8e 2000.

Los factores de estudio fueron la incorporación de 3 niveles de biol a secano y riego por aspersión (Tabla 1). haciendo un total de 8 tratamientos.

Tabla 1. Interacciones de factores de estudio.

Tratamiento	Interacciones	Biol (litros)
T1	0 % de biol a secano	0,00
T2	25 % de biol a secano	3,75
T3	50 % de biol a secano	7,50
T4	75 % de biol a secano	11,25
T5	0 % de biol con riego	0,00
T6	25 % de biol con riego	3,75
T7	50 % de biol con riego	7,50
T8	75 % de biol con riego	11,25

Los ocho tratamientos se distribuyeron al azar en cuatro bloques, resultando 32 unidades experimentales en una superficie total de 1.751 m².

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Características químicas del Biol de origen bovino

La composición del biol fue de 215 mg l⁻¹ de nitrógeno total, indicando que el aporte de nitrógeno al suelo y al cultivo no es significativo. Asimismo, la cantidad de fósforo disponible y potasio intercambiable según Robles (1986) son bajos. El pH del biol es ligeramente ácido, comprendido entre 7,13 y 7,37 (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis químico del biol de origen bovino.

Parámetros analizados	Unidad	Resultados
pH	-	7,13 – 7,37
Nitrógeno total	mg l ⁻¹	215
Fósforo disponible	mg l ⁻¹	50
Potasio	mg l ⁻¹	956
Sólidos Totales	%	1,59
Sólidos Volátiles	%	61,04

Fuente. Laboratorio de IIDEPROQ, 2014.

Variables agronómicas

Altura de planta

Las mayores alturas de planta se obtuvieron en el primer corte mostrando una clara influencia de la

interacción del riego y el biol con alturas de 102,1 cm, para el T8 seguido del T7 con una altura de 95 cm. Diferentemente los resultados del segundo corte reflejan valores similares en altura de planta, en todos los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Promedios de altura de planta.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Altura de planta (cm)	78,00	81,90	85,00	85,70	90,20	91,20	95,00	102,10	88,64
Segundo corte									
Altura de planta (cm)	87,35	88,80	89,50	92,10	87,75	88,80	89,10	92,10	89,44
Promedio		85,77			92,01				

El análisis de varianza (Tabla 4) muestra diferencias significativas para la producción con riego por aspersión y a secano con la interacción de periodo de corte, sin embargo, a una probabilidad del 5 % no hubo significancia entre bloques, periodo de

corte, niveles de biol, interacción de periodo de corte por niveles de biol, interacción de riego por niveles de biol y la interacción de periodo de corte por riego por niveles de biol. El y un coeficiente de variación de 10,75 %.

Tabla 4. Análisis de varianza de altura de planta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	509.07	169.69	0.83	0.5573 NS
Corte	1	4.32	4.32	0.02	0.8934 NS
Corte*Bloques	3	609.86	203.29	2.23	0.1019 NS
Riego	1	622.63	622.63	53.68	0.0003 *
Corte*Riego	1	527.96	527.96	45.52	0.0005 *
Corte*Riego*Bloques	6	69.59	11.59	0.13	0.9922 NS
Biol	3	504.11	168.03	1.84	0.1574 NS
Corte*Biol	3	55.39	18.46	0.20	0.8942 NS
Riego*Biol	3	37.59	12.53	0.14	0.9371 NS
Corte*Riego*Biol	3	32.16	10.72	0.12	0.9493 NS

Coefficiente Variación = 10.75 %.

Número de macollos

Los valores más altos en número de macollos se obtuvieron durante el segundo corte, en los tratamientos con riego. El tratamiento 6 obtuvo 31 macollos por planta, seguido del tratamiento 8 con 24 macollos (Tabla 5), presentándose incrementos

del número de macollos con la lámina de riego aplicada en comparación a secano que presentó menor número de macollos. Asimismo, para el primer corte se reflejaron valores similares del número de macollos por planta en las interacciones de niveles de biol.

Tabla 5. Promedios del número de macollo.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Número de macollos por planta	19,4	19,6	21,0	22,1	16,9	18,6	19,1	23,6	19,70
Segundo corte									
Número de macollos por planta	11,5	15,3	12,5	12,4	23,5	31,0	23,5	24,2	19,24
Promedio		16,71			22,56				

Se encontró diferencias significativas entre la aplicación de riego por aspersión y a secano con la interacción de periodo de corte, no existiendo

significancia entre las demás fuentes de variación a una probabilidad del 5 % (Tabla 6) y un coeficiente de variación de 19,02 %.

Tabla 6. Análisis de varianza del número de macollo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	226.30	75.43	1.08	0.4748 NS
Corte	1	10.49	10.49	0.15	0.7239 NS
Corte*Bloques	3	209.03	69.68	2.15	0.1115 NS
Riego	1	547.03	547.03	16.12	0.0070 *
Corte*Riego	1	740.45	740.45	21.82	0.0034 *
Corte*Riego*Bloques	6	203.63	33.94	1.05	0.4130 NS
Biol	3	108.16	36.05	1.11	0.3576 NS
Corte*Biol	3	156.92	52.31	1.61	0.2039 NS
Riego*Biol	3	23.59	7.86	0.24	0.8664 NS
Corte*Riego*Biol	3	21.50	7.17	0.22	0.88

Coefficiente Variación = 19.02 %.

Relación hoja-tallo

Los resultados del segundo corte mostraron los valores más altos en la relación hoja-tallo con un valor de 0,65 para el tratamiento 8, seguido de los tratamientos 7 y 8 correspondientes al primer

corte con 0,64 de incremento de la relación hoja-tallo por la lámina de riego aplicada. Asimismo, el tratamiento 1 presentó el valor mínimo en cuanto a esta relación. Los tratamientos 1, 3, 5 y 6 fueron iguales alcanzando un valor de 0,51 de relación hoja-tallo (Tabla 7).

Tabla 7. Promedios de la relación hoja-tallo.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Relación hoja-tallo	0,51	0,53	0,51	0,63	0,59	0,51	0,64	0,64	0,57
Segundo corte									
Relación hoja-tallo	0,49	0,53	0,55	0,59	0,54	0,58	0,60	0,65	0,54
Promedio		0,54				0,59			

El coeficiente de variación del análisis de varianza es de 11,29 % los resultados indican que existen diferencias significativas entre niveles de biol,

sin embargo, no hubo significancia en las demás fuentes de variación (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza de la relación hoja-tallo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	0.01	0.00	1.85	0.3135 NS
Corte	1	0.00	0.00	0.48	0.5365 NS
Corte*Bloques	3	0.00	0.00	0.35	0.7863 NS
Riego	1	0.02	0.02	5.94	0.0507 NS

Corte*Riego	1	0.00	0.00	0.40	0.5499 NS
Corte*Riego*Bloques	6	0.02	0.00	1.06	0.4060 NS
Biol	3	0.12	0.04	9.75	<.0001 **
Corte*Biol	3	0.00	0.00	0.53	0.6620 NS
Riego*Biol	3	0.01	0.00	1.21	0.3187 NS
Corte*Riego*Biol	3	0.01	0.00	1.07	0.3755 NS

Coefficiente Variación = 11.29 %.

Resultado del análisis bromatológico

Contenido de Proteína

Los valores más altos en contenido de proteína se obtuvieron durante el primer corte, donde el tratamiento 4 resalta con 28 % de proteína, y el tratamiento 2 con 26,98 % de proteína, los cuales son mayores en comparación con la aplicación de riego. Para el segundo corte, el tratamiento

1 tuvo 18,85 % de proteína, mientras que para el tratamiento 4 se determinó un 5,59 % de proteína (Tabla 9). Al respecto, Paye (2000) en su investigación del comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera bajo tres épocas de siembra encontró que el contenido de proteína alcanzó 2,06 %, hallándose que la aplicación de biol incrementa significativamente el contenido de proteína en este cultivo.

Tabla 9. Contenido de proteína.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Porcentaje de proteína	16.45	27	24	28	18.7	24.3	21.12	16.01	21.94
Segundo corte									
Porcentaje de proteína	18.85	7.35	14.1	5.49	8.63	7.15	17.4	13.95	11.62
Promedio		17.65				15.91			

El contenido de proteína muestra diferencias altamente significativas entre el periodo de corte, periodo de corte por riego, niveles de biol, interacción de periodos de corte por niveles de biol, riego por niveles de biol y periodo de corte por

riego por niveles de biol, riego por aspersión y a secano, sin embargo, no hubo significancia entre bloques, periodo de corte por bloques, periodo de corte por riego por bloques con una probabilidad del 5% (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis de varianza del contenido de proteína.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.5000 NS
Corte	1	1705.38	1705.38	2.23 E7	<.0001 **
Corte*Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.4040 NS
Riego	1	48.39	48.39	632025	<.0001 **
Corte*Riego	1	68.83	68.83	898975	<.0001 **
Corte*Riego*Bloques	6	0.00	0.00	1.00	0.4404 NS
Biol	3	124.45	41.48	541847	<.0001 **
Corte*Biol	3	491.76	163.92	2140995	<.0001 **
Riego*Biol	3	35.74	11.91	155617	<.0001 **
Corte*Riego*Biol	3	549.74	183.25	2393424	<.0001 **

Coefficiente de Variación = 0.052 %.

Fibra cruda

El tratamiento 6, del primer corte, obtuvo el mayor contenido de fibra cruda con 34,34 % a diferencia del tratamiento 4 que alcanzó un 30,23 % de fibra cruda. Para el segundo corte, el mayor contenido

de fibra cruda corresponde al tratamiento 3 con 29,55 % seguido del tratamiento 8 con 29,13 % (Tabla 11). Estos resultados son superiores con relación a otras investigaciones realizadas en el cultivo de cebada forrajera, que fue de 3,06 % de fibra cruda.

Tabla 11. Promedio del contenido de fibra cruda.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Porcentaje de fibra cruda	33.94	31.01	33.75	30.23	31.18	34.34	31.91	31.73	32.26
Segundo corte									
Porcentaje de fibra cruda	23.29	23.15	29.55	25.06	26.68	28.19	21.20	29.13	25.78
Promedio	28.74				29.29				

El análisis estadístico Tabla 12 reporta diferencias altamente significativas entre periodos, los periodos de corte con riego y a secano, niveles de biol, interacción de periodos de corte por niveles

de biol, riego por niveles de biol y periodo de corte por riego por niveles de biol, no existiendo significancia entre bloques, periodo de corte por bloques, periodo de corte por riego por bloques.

Tabla 12. Análisis de varianza del contenido de proteína.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.5000 NS
Corte	1	671.59	671.59	2.69E7	<.0001 **
Corte*Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.4040 NS
Riego	1	4.82	4.82	192721	<.0001 **
Corte*Riego	1	3.82	3.82	152881	<.0001 **
Corte*Riego*Bloques	6	0.00	0.00	1.00	0.4404 NS
Biol	3	1.48	0.49	19811.7	<.0001 **
Corte*Biol	3	36.59	12.20	487913	<.0001 **
Riego*Biol	3	200.51	66.83	2673460	<.0001 **
Corte*Riego*Biol	3	85.79	28.59	1143822	<.0001 **

Coefficiente de Variación = 0.017 %.

Valor energético

Los valores más altos del valor energético se obtuvieron durante el segundo corte, el tratamiento 7 sobre sale con 206,35 Kcal 100gM⁻¹ del valor energético, seguido el tratamiento 1 con 202,39 Kcal 100gM⁻¹. Estos resultados en comparación

con el primer corte no son tan diferenciados, donde el tratamiento 2 tuvo 187,03 Kcal 100gM⁻¹ de valor energético, seguido el tratamiento 6 con 171,91 Kcal 100gM⁻¹ (Tabla 13), cuyos valores son ampliamente superados por los resultados obtenidos por Mendoza (2009) que encontró 77 Kcal en la cebada forrajera bajo un sistema hidropónico.

Tabla 13. Promedio del valor energético.

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Valor energético (Kcal 100gM ⁻¹)	153.11	187.03	170.19	164.71	148.03	171.91	164.55	152.47	164.00
Segundo corte									
Valor energético (Kcal 100gM ⁻¹)	202.39	162.31	200.35	145.67	179.59	165.67	206.35	188.79	181.39
Promedio	173.23				172.17				

La Tabla 14 muestra, a una probabilidad del 5 %, que existen diferencias altamente significativas entre periodo de corte, riego y a secano, periodo de corte por riego, niveles de biol, interacción de periodos de corte por niveles de biol, riego por

niveles de biol y periodo de corte por riego por niveles de biol, sin embargo no hubo significancia entre bloques, periodo de corte por bloques, periodo de corte por riego por bloques.

Tabla 14. Análisis de varianza del valor energético.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.5000NS
Corte	1	4838.77	4838.47	3.10E9	<.0001**
Corte*Bloques	3	0.00	0.00	1.00	0.4040NS
Riego	1	17.63	17.63	1.13E7	<.0001**
Corte*Riego	1	1147.77	1147.77	7.35E8	<.0001**
Corte*Riego*Bloques	6	0.00	0.00	1.00	0.4404NS
Biol	3	4171.99	1390.66	8.9E8	<.0001**
Corte*Biol	3	8132.10	2710.70	1.73E9	<.0001**
Riego*Biol	3	1851.53	617.17	3.95E8	<.0001**
Corte*Riego*Biol	3	2708.05	902.68	5.78E8	<.0001**

Coefficiente de Variación = 0.0007 %.

Rendimiento de materia seca

Para esta evaluación, se procedió con el segado del cultivo, al estado fisiológico de la cebada forrajera, de grano lechoso, cuando se encuentra la mayor cantidad y calidad del forraje. Se encontró que los mayores niveles de materia seca ($t\ ha^{-1}$), se obtuvieron en condiciones del riego por aspersión, en todos los niveles de aplicación de biol y en los dos periodos de corte, Tabla 15. Los valores más altos del rendimiento de materia seca se obtuvieron en el primer corte respecto con los tratamientos 7 y 8 alcanzando $14\ t\ ha^{-1}$, seguido el tratamiento 6 con $12,14\ t\ ha^{-1}$, presentando incrementos del rendimiento de materia seca por la lámina de riego aplicado durante el ciclo vegetativo del forraje, en comparación de la producción sin la aplicación de riego.

Por otro lado, en el segundo corte, los tratamientos 7 y 8 obtuvieron mayores rendimientos con $11,53$ y $10,40\ t\ ha^{-1}$, correspondiendo el rendimiento al tratamiento 5 con $7,17\ t\ ha^{-1}$ (Tabla 15). Paye (2000) indica que por el efecto de tres épocas de siembra, se tuvo un rendimiento promedio en materia seca de la primera época de $3,31\ t\ ha^{-1}$, en la segunda época de $5,87\ t\ ha^{-1}$ y en la tercera época de $7,78\ t\ ha^{-1}$. Tambillo (2002) encontró que la cebada llegó a tener un rendimiento de $3,76\ t\ ha^{-1}$ de materia seca con la aplicación de fertilizante foliar de Nitrofoska al 0,9 %. Ramos (2008) indica que la cebada variedad IBTA – 80 presentó un rendimiento en materia seca de $2,57\ t\ ha^{-1}$ y Villarroel (2001) reportó resultados de rendimientos de materia seca de $7,47\ t\ ha^{-1}$ en la evaluación de diferentes épocas de siembra y densidades de siembra.

Tabla 15. Promedios del rendimiento de materia seca ($t\ ha^{-1}$)

Niveles de biol bovino Tratamientos	Secano				Riego				Promedios de Corte
	0% T1	25% T2	50% T3	75% T4	0% T5	25% T6	50% T7	75% T8	
Primer corte									
Rendimiento en materia seca ($t\ ha^{-1}$)	6.81	7.10	6.99	7.30	10.78	12.14	13.97	14.00	9.95
Segundo corte									
Rendimiento en materia seca ($t\ ha^{-1}$)	8.43	8.73	8.71	8.97	7.17	8.90	10.40	11.53	9.24
Promedio		7.94				11.25			

El análisis de varianza (Tabla 16) reporta que existen diferencias significativas entre periodo de corte, riego, periodo de corte por riego y niveles de biol, a diferencia del periodo de corte por bloques,

periodo de corte por riego por bloques, periodo de corte por niveles de biol, riego por niveles de biol y periodo de corte por riego por niveles de biol que no tuvieron significancia, al 5% de probabilidad.

Tabla 16. Análisis de varianza del rendimiento de materia seca.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloques	3	27.74	9.25	0.87	0.5451NS
Corte	1	7.95	7.95	0.75	0.0441*
Corte*Bloques	3	31.98	10.66	2.98	0.4513 NS
Riego	1	175.23	175.23	47.49	0.0005*
Corte*Riego	1	80.10	80.10	21.71	0.0035*
Corte*Riego*Bloques	6	22.14	3.69	1.03	0.4211NS
Biol	3	35.21	11.73	3.28	0.0318*
Corte*Biol	3	1.57	0.52	0.15	0.9312NS
Riego*Biol	3	19.16	6.39	1.79	0.1673NS
Corte*Riego*Biol	3	0.49	0.16	0.05	0.9868NS

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de biol en interacción con el riego, produce mayores rendimientos por hectárea de cebada forrajera. Con el nivel de 75% de biol se obtuvo 7.30 t ha⁻¹ a secano, cuyo valor fue el doble al aplicar riego al cultivo de cebada, logrando alcanzar un rendimiento de 14 t ha⁻¹, estos resultados son superiores a los registrados a nivel departamental, nacional y al de otros autores que no emplearon biol al cultivo de cebada forrajera.

La composición nutricional de la producción de

cebada forrajera con la aplicación de tres niveles de biol, muestra elevado contenido de proteína, que en promedio fue de 17.66 % con riego a secano y 15.91% con riego por aspersión. Asimismo, el contenido promedio de fibra cruda con la producción a secano es de 28.79 % y 29.42 % para la producción bajo riego, el valor energético alcanzó a 171.71 Kcal 100 g M⁻¹ con la producción a secano y 174.96 Kcal 100 g M⁻¹. Estos resultados son ampliamente superados a los resultados obtenidos por otras investigaciones a los cuales no se aplicó biol en la producción. En ese sentido, la cebada forrajera producida es de gran valor alimenticio para el ganado lechero que se produce en la región.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez F. 2010. Preparación y uso de Biol 1 ed. Soluciones prácticas. Lima, Perú. 30 p.

Mamani F., Céspedes R. 2012. Revista en imágenes. Estación Experimental Choquenaira. Facultad de Agronomía – UMSA La Paz, Bolivia. 32 p.

Mendoza, R. 2009. Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bajo sistema hidropónico, en cuatro soluciones nutritivas. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 98 p.

Paye, H. 2000. Comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) bajo tres épocas de siembra en el altiplano central. Tesis de grado. La Paz, Bolivia. 94 p.

Artículo recibido en: 9 de diciembre 2015

Manejado por: Comité Editorial

Aceptado en: 10 de marzo de 2016

Ramos, H. 2008. Evaluación del rendimiento de especies forrajeras anuales a nivel del pequeño productor en el distrito III del municipio de Viacha. Tesis de grado, La Paz, Bolivia. 53 p.

Robles, R. 1981. Producción de granos y forrajes, 4ta Ed. Limusa. México. pp. 135 -168.

Tambillo, E. 2002. Estudio comparativo de diferentes niveles de fertilizantes foliares en el cultivo de la cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) en el Altiplano Central. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 80 p.

Villarroel, A. 2001. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (Avena, Cebada y Triticale), en diferentes épocas y densidades de siembra en la Estación Experimental de Belén. Tesis de grado. La Paz, Bolivia. 70 p.