

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOL BOVINO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN ÉPOCA DE INVIERNO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA, VIACHA – LA PAZ

Evaluation of the effect of bovine biol in production and quality of barley (*Hordeum vulgare* L.), in winter period of the Experimental Station Choquenaira, Viacha – La Paz

Dora Tambo Laime¹, Rolando Céspedes Paredes², Blesmi Esprella Viorel³

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira, con el objetivo de evaluar el efecto de aplicación del biol bovino en la producción y calidad de cebada en época de invierno. Se contó con un testigo (sólo con la aplicación de agua) que permitió comparar con el tratamiento de 50 % de biol bovino. El riego complementario fue aplicado por aspersión. La siembra del cultivo se realizó el 25 de febrero del 2015 al voleo. Se evaluaron las variables agronómicas, para la altura de planta obteniendo un promedio de 61,42 cm para el tratamiento con biol y 42,90 cm para el testigo. El promedio de macollos fue superior para el tratamiento con biol con 9,5 macollos con solo 7,5 macollos para el testigo. La materia verde de 16,11 t ha⁻¹ para el tratamiento 50% de biol, mientras que el testigo logró 8,95 t ha⁻¹ y finalmente el rendimiento promedio de materia seca es significativamente superior en tratamiento con biol con 6,71 t ha⁻¹, y para el testigo de 3,13 t ha⁻¹. En las variables bromatológicas para la calidad del forraje para la materia seca el contenido de proteína cruda en el tratamiento con biol de 20,35 g 100g⁻¹ frente a 15,37g 100g⁻¹ del testigo. El contenido del valor energético el efecto fue favorable para el tratamiento con biol de 379,99 kcal 100g⁻¹ y para el testigo de 372,86 kcal 100g⁻¹, aunque las diferencias no fueron significativas. Para la variable del contenido de fibra cruda se presenta un 374,27 g 100g⁻¹ para el tratamiento con biol y un 372,41 g 100g⁻¹ para el testigo.

Palabras clave: Cebada; *Hordeum vulgare* L.; biol bovino; forraje de invierno.

ABSTRACT

The present research was conducted at the Experimental Station Choquenaira, with the objective of evaluating the effect of application of bovine biol in the production and quality of barley in winter. There was a control (which consists only with the implementation of water) that allowed the comparison with the treatment of 50 % of bovine biol veal. The supplementary irrigation applied is the method of sprinkler irrigation. The crop was sown on 25 February 2015, with a scatter sowing. The evaluated variables included the plant height getting an average of 61,42 cm for the treatment with biol and 42,90 cm for the control. The average tillers was higher for the treatment with biol with 9,5 tillers and 7,5 tillers for the control.

The green matter obtained was 16,11 t ha⁻¹ for the treatment 50 % biol, while the control produced only 8,95 t ha⁻¹ finally there is the average yield of Dry matter significantly higher in treatment with biol with 6,71 t ha⁻¹, and only 3,13 t ha⁻¹. for the control. In the qualitative characteristics in relation to the quality of the forage in dry matter content of crude protein presents for the treatment with biol of 20,35 g 100g⁻¹ versus 15,37 g 100g⁻¹ for the control. The energy content has shown the favorable effect for the treatment with biol of 379,99 kcal 100g⁻¹ and for the control of 372,86 kcal 100g⁻¹, although the differences were not significant. For the variable of the crude fiber content presents a 374,27 g 100g⁻¹ for the treatment and a 372,41g 100g⁻¹ for the control.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Dotala_16@hotmail.com

² Director de la Estación Experimental Choquenaira, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

³ Técnico en Biofertilizantes, Fundación HIVOS.

Keywords: Barley; *Hordeum vulgare* L.; biol bovine; winter; quality; yield.

INTRODUCCIÓN

En el altiplano boliviano la producción de forrajes es de gran importancia para la actividad ganadera, debido a que la crianza de animales es la fuente económica de los productores, sin embargo, su abastecimiento es escaso, el forraje existente tenga poca calidad en la alimentación de ganado vacuno y ovino. La cebada es considerada como uno de los forrajes de mayor importancia, principalmente por su fácil adaptación a las condiciones ecológicas del Altiplano boliviano.

Dado que no se cuentan con estudios realizados en condiciones de invierno la presente investigación determinó la respuesta de variables relacionadas con la producción de forraje en respuesta a la aplicación de biofertilizante biol bovino en dos niveles, aplicados en la parte foliar de la planta, con riego complementario por aspersión en invierno. Diez de Medina (2011), señala que en el Altiplano Central la época de producción de forrajes está determinada por una estacionalidad que es muy marcada, el forraje solo se produce en el período primavera-verano y se debe conservar en las estaciones de otoño e invierno.

Se realizaron estudios en la cebada forrajera en el Altiplano norte de Bolivia en los meses de septiembre a abril con la aplicación de biol bovino al 75% con resultados significativos de $14,00 \text{ t ha}^{-1}$, similar resultado al 50% de biol con $13,97 \text{ t ha}^{-1}$ en rendimiento de materia seca (Ticona, 2014). En el Altiplano norte, en invierno no es posible producir forraje en cantidad y calidad, debido principalmente a las limitaciones ambientales, como heladas frecuentes suelos variados en su fertilidad y poca disponibilidad de agua de riego.

Por lo descrito, se busca generar mayor información y dar nuevas alternativas a los productores del Altiplano, mediante el estudio de la aplicación de diferentes niveles de biol bovino en la cebada forrajera en época de invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Choquenaira perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en la comunidad de Choquenaira a 8,0 km de la población de Viacha, provincia Ingavi a 38 km de la ciudad de La Paz.

Choquenaira geográficamente está ubicado a los $16^{\circ}42'5''$ de latitud sur y $68^{\circ}15'54''$ longitud oeste a una altitud de 3820 m. En la zona se registran temperaturas medias de $7,79^{\circ}\text{C}$ y temperatura media máxima de $13,63^{\circ}\text{C}$ con una precipitación promedio de 485 mm, la humedad relativa fue de 65,19 % y la velocidad de viento de $1,91 \text{ m s}^{-1}$ estos datos fueron obtenidos a través de la estación agroclimática de la Estación Experimental Choquenaira.

El material usado para la siembra fue semilla local, obtenida de la feria⁴ dominical del municipio de Viacha.

Para la aplicación del abono orgánico líquido al cultivo de la cebada se utilizó biol de origen bovino. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 50 % de biol bovino, correspondiente a 10 l de biol más 10 l de agua y un testigo con 0 % de biol bovino.

Las variables de estudio fueron: a) altura de planta, b) número de macollos, c) análisis de crecimiento del cultivo de cebada, d) rendimiento de materia verde (t ha^{-1}), e) rendimiento de materia seca (t ha^{-1}), f) análisis bromatológico.

El método de investigación fue descriptivo y analítico, este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación (Gonzales, 1985).

Se usó la estadística descriptiva como las “medidas de dispersión” obteniendo la media, desviación estándar y coeficientes de varianzas de una determinada observación.

⁴ Instalación donde, con periodicidad determinada, se exponen diversos productos para su comercialización.

Las labores de preparación del terreno se iniciaron en el mes de febrero de 2015, el anterior cultivo a la cebada fue papa denominado como “*khallpa*”.

Se colectó muestras de suelo antes de la siembra en fecha 9 de abril y después de la cosecha en fecha 20 de julio por la técnica de zigzag. Se tomaron muestras de agua de la fuente principal en un envase de 2 l en fecha 9 de abril para el análisis de la calidad de agua de riego. La muestra del biol fue obtenido del reservorio a una profundidad de 50 cm, en un volumen de 2 l también el 9 de abril. Las muestras se llevaron al laboratorio de IIDEPROQ e IBTEN para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos.

La siembra se realizó de forma manual el 25 de febrero de 2015 al volteo, con una densidad de siembra de 150 kg ha⁻¹. El biol aplicado en el cultivo, fue sometido a una descomposición anaeróbica del estiércol fresco de bovino en un biodigestor tubular de 9 m³ de capacidad, el mismo que es almacenado en un reservorio para la respectiva

maduración de 30 días y la aplicación del biol fue desde los 12 días después de la siembra, con una frecuencia de siete días, la forma de aplicación fue asperjando en la parte foliar de la planta con la ayuda de una mochila fumigadora de capacidad de 20 litros, la aplicación fue por las tardes de 17 a 19 pm respectivamente y de la misma forma se aplicó agua con la mochila fumigadora al testigo, con un total de 17 aplicaciones, durante toda la investigación, cabe mencionar que cuando hubo descensos bruscos de temperatura se realizaron aplicaciones adicionales de dos a tres veces a la semana.

El monitoreo al cultivo se efectuó desde el momento de la siembra. El análisis de ciclo fenológico del forraje fue por el método de observación en tiempo y espacio hasta el cambio de estadio de cada fase, repitiendo este trabajo en cada tratamiento. Por ejemplo, la observación del porcentaje de emergencia fue considerando el momento en que llegaron a alcanzar mayor a 50 % de emergencia (Figura 1).



Figura 1. Conteo de plantas emergidas en el área de muestreo.

Las posteriores medidas como ser altura de planta y número de macollos fueron realizadas cada 7 días a partir del 16 de marzo, donde se tomó

como base de evaluación en diferentes lugares de la parcela considerando los efectos de bordura Figura 2.

⁴ Siembra directa de la cebada después de cosechar el cultivo anterior sin la remoción del terreno.

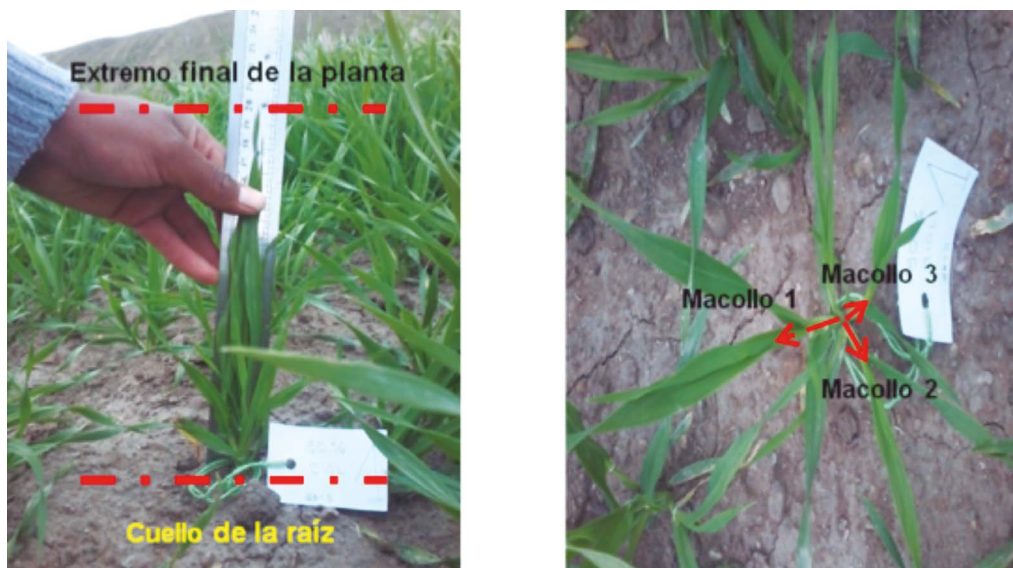


Figura 2. Medición altura de planta (Izq) y conteo número de macollos (Der.).

La parcela tuvo un área total 360 m², con un área por tratamiento 180 m² y el número de muestras por tratamiento fue 10 plantas. Para determinar el rendimiento del cultivo se tomó muestras en un metro cuadrado con tres repeticiones al azar para cada tratamiento el 19 de junio y para la determinación del análisis bromatológico se tomaron muestras de planta el 18 de junio considerando toda la biomasa menos la raíz. La cosecha se realizó el 29 de junio, con la ayuda de una hoz a los 10 cm de altura sobre el nivel del suelo. Cabe recalcar que el cultivo no alcanzó a la madurez fisiológica con 10 al 15 % en grano lechoso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento agroclimático durante el periodo de investigación

Las temperaturas registradas en la comunidad de Choquenaira, presentaron una amplitud térmica mayor en la época de invierno, de 19,30°C como máxima en el mes de abril y 13,10 °C como mínima en el mes de agosto. En los meses de febrero a marzo las temperaturas mínimas fueron de -0,20 y -1,20 °C respectivamente, la planta pudo soportar estas temperaturas debido a que estas bajas temperaturas resultaron en heladas superficiales que sumado a la aplicación del biól y riego complementario pudo aminorar este factor adverso. Este no fue el caso para las

heladas de mayo y julio, que fueron perjudiciales al cultivo, ocasionando daños en las hojas de la planta no dejando concluir el desarrollo vegetativo de la planta. Mariscal (1992), indica que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de las plantas, mientras que las altas lo aceleran y acortan el ciclo vegetativo de las plantas.

Robles (1986) menciona que la cebada al ser una especie forrajera se desarrolla a temperaturas mínimas de 3 a 4 °C una óptima de 20 °C y una máxima de 28 a 30 °C.

Balance hídrico de la región de Choquenaira

El municipio de Viacha se caracteriza por ser una zona lechera con alta aptitud ganadera, por lo que el uso principal de la tierra es la producción de forrajes como la cebada, avena y alfalfa (Céspedes, 2014). En los últimos años se ha implementado riego como una nueva alternativa para asegurar la producción de los cultivos, y para ello se requiere contar con información referente en cuanto al balance hídrico (Tabla 1) elaborado con datos de los últimos 8 años (2005 – 2013), el cual refleja que existe un déficit hídrico durante los meses de febrero a noviembre de 760,7 mm (existe mayor evapotranspiración y menos precipitación), lo que significa que en estas condiciones la agricultura que se practica necesariamente tiene que tener riego complementario para aminorar ese déficit de humedad en el suelo.

Tabla 1. Balance hídrico.

Meses	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total
PP													
(mm mes-1)	8,4	28,2	6,8	29,2	34,6	111,2	131,4	56,2	73,4	5,2	0,2	0,2	485,0
Eto													
(mm mes-1)	67,9	113,8	143,8	127,3	133,5	102,8	90,8	91,3	104,4	91,2	75,0	54,9	1196,7
Déficit													
(mm mes-1)	59,5	85,6	137,0	98,1	98,9	0,0	0,0	35,1	31,0	86,0	74,8	54,7	760,7
Reserva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excedente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	40,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0

Fuente: Elaboración en base a los datos de la Estación Climática Choquenaira 2005 – 2013.

Análisis de agua

El agua utilizada para riego proviene de una fuente cuya napa freática está 40 cm por debajo del nivel del suelo, la fuente tiene caudal medio

anual de $0,5 \text{ l s}^{-1}$ que es llevado mediante una electrobomba, a otra fuente de almacenamiento “reservorio de geomembrana”. Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de análisis químico del agua para riego

Parámetros evaluados	Unidades	Resultados
Sólidos totales	mg l^{-1}	160,000
Sólidos en suspensión	mg l^{-1}	13,467
Sólidos disueltos	mg l^{-1}	146,667
pH		8,590
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S cm}^{-1}$	139,900
Sodio	mg l^{-1}	11,542
Potasio	mg l^{-1}	9,823
Magnesio	mg l^{-1}	4,716
Calcio	mg l^{-1}	14,678
Amonio	mg l^{-1}	0,458
Sulfatos	mg l^{-1}	1,786
Cloruros	mg l^{-1}	12,466
Carbonatos	mg l^{-1}	18,465
Bicarbonatos	mg l^{-1}	75,544
Nitratos	mg l^{-1}	0,280
Nitritos	mg l^{-1}	0,040
Fosfatos	mg l^{-1}	0,170
Patógenos Mesófilos Aerobios	UFC mL^{-1}	$9,2 \times 10^2$
Patógenos Coliformes Totales	$\text{NMP } 100\text{mL}^{-1}$	8,0
Patógenos - E. Coli	$\text{NMP } 100\text{mL}^{-1}$	2,0

El pH del agua es de 8,59 indicando, según Castellanos (s.f.), existe presencia de anión carbonato (CO_3), a causa de este elevado número no se recomienda para riego en cultivos, existiendo riesgo importante de que precipite carbonatos (CaCO_3) (COMPO, 2004). La presencia de sales que se obtiene en el agua es baja, según el mismo autor, el agua es de buena calidad y apta para el

riego en diferentes cultivos. Al igual que los demás parámetros analizados en el laboratorio.

En los análisis microbiológicos realizados muestra que existen patógenos en el agua, así como Mesófilos aerobios de $9,2 \times 10^2 \text{ UFC mL}^{-1}$, Coliformes totales de $8,0 \text{ NMP } 100\text{mL}^{-1}$ y *Echeritchia coli* de $2,0 \text{ NMP } 100\text{mL}^{-1}$ de muestra. Según IBNORCA

(2004), la Norma Boliviana NB 512 de agua potable para consumo, indica que el límite permisibles de *Echeritchia coli* es <2 NMP 100ml^{-1} , los Coliformes totales son <2 NMP 100ml^{-1} y para los Mesófilos aerobios no refieren algún parámetro para tomar rangos permisibles.

Riego efectuado en campo

El método de riego aplicado para su complementación en el cultivo fue mediante un aspersor tipo cañón llegando a la lámina bruta total aplicada fue de 416,29 mm desde el 25 de febrero hasta el 30 de junio, día en que se cosechó la cebada forrajera.

Análisis de biol bovino

La Tabla 3, reporta que el biol es rico en diferentes

nutrientes como el alto contenido de Hierro y Zinc. El pH del biol es neutro de 7,31 que ayuda en el desarrollo de la planta. La conductividad eléctrica de $3,503$ mS cm^{-1} considera la presencia mínima de sales disueltos en el biol, favoreciendo a la planta bajo la aplicación foliar, se encuentra en un rango permisible.

Los nutrientes necesarios para la planta como el nitrógeno total, fósforo total y potasio expresan valores muy bajos de $1,26$ g kg^{-1} , $0,38$ g kg^{-1} y $2,15$ g kg^{-1} respectivamente. Al respecto, Pearson (1989), señala la importancia de los nutrientes de mayor importancia de N, P y K, en cantidades de 40 a 200 kg de nitrógeno, entre 20 a 60 kg de fósforo hasta 40 kg de potasio por hectárea. Además, el biol presenta nutrientes de fácilmente asimilables por la planta como ser el nitrógeno amoniacal de $0,59$ g kg^{-1} y nitratos de $0,45$ g kg^{-1} de muestra.

Tabla 3. Resultados del análisis químico del biol.

Parámetros evaluados	Unidades	Resultados
Ph		7,310
Sólidos totales	g kg^{-1}	46,073
Sólidos volátiles	g kg^{-1}	32,450
Conductividad eléctrica	mS cm^{-1}	3,503
Carbono orgánico total	%	2,015
Nitrógeno total	g N kg^{-1}	1,265
Nitrógeno amoniacal	g N kg^{-1}	0,590
Nitratos	g N kg^{-1}	0,447
Nitritos	g N kg^{-1}	---
Fósforo total	g P kg^{-1}	0,379
Fosfatos	g P kg^{-1}	---
Potasio	g kg^{-1}	2,146
Sodio	g kg^{-1}	0,699
Alcalinidad total	$\text{g CaCO}_3 \text{ l}^{-1}$	3,176
Densidad	kg l^{-1}	1,048
Calcio	g kg^{-1}	0,323
Cadmio	mg kg^{-1}	0,010
Magnesio	g kg^{-1}	0,202
Hierro	mg kg^{-1}	30,100
Antimonio	mg kg^{-1}	0,866
Cobalto	mg kg^{-1}	0,231
Cobre	mg kg^{-1}	0,009
Manganeso	mg kg^{-1}	5,710
Zinc	mg kg^{-1}	2,710

Existe la presencia de otros nutrientes en el biol como la Tiamina, Riboflavina, Niacina, Vitamina C, Vitamina A y el ácido fólico que son precursores

del crecimiento para la planta que ayuda de gran manera en su crecimiento (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del análisis hormonas vegetales de crecimiento del biol

Parámetros evaluados	Unidades	Resultados
Vitamina Tiamina	mg 100g ⁻¹	141,050
Vitamina Riboflavina	mg 100g ⁻¹	71,250
Vitamina Vitamina C	mg 100g ⁻¹	2,602
Vitamina Niacina	mg 100g ⁻¹	0,882
Vitamina Vitamina A	mg 100g ⁻¹	18,838
Vitamina Ácido fólico	mg 100g ⁻¹	1,030

Además en los resultados de análisis microbiológico del biol se encontraron microorganismos patógenos presentes en menores cantidades como ser el Colimorfes totales y *Escherichia coli* lo cual no son significativos. El contenido del patógeno llamado

Salmonella spp es ausente en 25 g de muestra en el biol. Quiere decir no se cuenta con este patógeno dentro del biol que se utilizó para la aplicación foliar a la planta en el cultivo de la cebada.

Tabla 5. Resultados de los análisis microbiológico del biol

Parámetros evaluados	Unidades	Resultados
Microorganismos patógenos - Coliformes Totales	UFC mL ⁻¹	4,9x10 ³
Microorganismos patógenos – <i>Escherichia coli</i>	UFC mL ⁻¹	3,9x10 ³
Microorganismos patógenos - <i>Salmonella spp</i>	UFC mL ⁻¹	Ausencia en 25 g

Volumen total de biol durante el ciclo del cultivo

La cantidad de biol puro utilizado durante el ciclo vegetativo de la cebada en época de invierno fue de 5,82 m³ ha⁻¹, y para la parcela de investigación fue de 0,10 m³ (quiere decir 0,10 m³ de biol y 0,10 m³ de agua, lo que corresponde un total de mezcla aplicado de 0,20 m³). Para el testigo corresponde un total de agua aplicado de 0,20 m³ ha⁻¹ sin mezcla de ningún otro insumo. Con un número total de 25 aplicaciones desde la siembra hasta la cosecha más los extras.

Calidad de la semilla

En las pruebas realizadas para establecer la calidad de las semillas de cebada, se obtuvo en laboratorio un porcentaje de germinación de 75% y pureza de 75% lo que garantizó la utilización de éstas en el ensayo. Estos datos son menores a los reportados por el SEFO (2008), para la calidad de semilla, con 80,5% de germinación y 95,5% de pureza. Los porcentajes bajos de germinación y pureza física se deben a que la semilla no fue certificada.

Porcentaje de emergencia y fase fenológica en campo

Se registraron los días a la emergencia en campo,

cuando las plantas cumplieron mayor al 50% de su fase fenológica (aparición de las plantas con una o dos hojas después de la siembra). Obteniéndose 52,8% de emergencia a los 5 días después de la siembra. La densidad de siembra fue de 150 kg ha⁻¹, sin embargo, lo recomendado normalmente es 180 kg ha⁻¹ para asegurar la emergencia y la producción de la cebada forrajera en épocas de otoño a invierno.

Las fases fenológicas del cultivo se inician desde la germinación de las semillas hasta completar con la inflorescencia y la maduración de lo grano. En la investigación, el tratamiento con biol logró alcanzar la fase de espigamiento con un 20% mientras el testigo logró un 2% de espigamiento y no llegó a la etapa de grano lechoso.

Efecto de los niveles de biol bovino sobre la altura de planta y número de macollos

La Tabla 6 muestra el efecto de los tratamientos estudiados sobre la variable altura de planta y número de macollos (brotes o retoño) de la cebada forrajera registrada a los 126 días después de la siembra. Los resultados muestran que mayor altura de planta de 61,42 cm. con el tratamiento 50 % de biol, mientras un promedio bajo de 42,90 cm. para el testigo. Estas diferencias en altura de planta se atribuyen a los efectos positivos de la aplicación

del biol bovino durante el ciclo vegetativo del cultivo en época de invierno.

Para la variable número de macollos se registró

un mayor número de 9,5 para el nivel 50 % de biol y finalmente el testigo alcanzó 7,5 macollos por planta. Los coeficientes de variación para altura de planta y número de macollos son 15,01% y 15,52% respectivamente.

Tabla 6. Promedios de altura de planta y número de macollos

Tratamientos	Altura (cm)	% CV	Número de macollos	% CV
50 % Biol	61,42	15,01	9,50	15,52
0 % Biol (Testigo)	42,90		7,50	

Efecto de los niveles de biol bovino sobre la curva de crecimiento de la cebada forrajera

El tratamiento 1 (50% biol), muestra un crecimiento semanal con un promedio de 4,4 cm a partir del 16 de marzo hasta el 20 de abril, desde el 20 de abril tiene un crecimiento elevado, lo cual entra a una fase de elongación que se observó en campo para luego dar paso a la fase de formación de espiga, luego a partir de la fecha el crecimiento es lento, además constante, debido a las temperaturas bajas que se registraron en los meses de mayo a junio durante el ciclo vegetativo del cultivo. Mientras para el tratamiento testigo el crecimiento fue desde la fecha 16 de marzo a 4 de mayo un

promedio semanal de 3,8 cm y a partir de la fecha el crecimiento fue casi constante (Figura 3).

La mayor altura de plantas corresponden al tratamiento 1 (aplicación cada siete días de biol), sin embargo, para el testigo tiene menor crecimiento, el cual llegó a aumentar en altura de la planta hasta un 43,12 % en el tratamiento 50 % biol frente al testigo. En un estudio sobre el biol, sus usos y resultados Warnars y Oppenoorth 2014, indica al aplicar cada siete y quince días en forma concentrada al 75% (25% de agua) y al 100% puro biol, el cual puede llegar a aumentar la altura de las plantas en hasta un 54%.

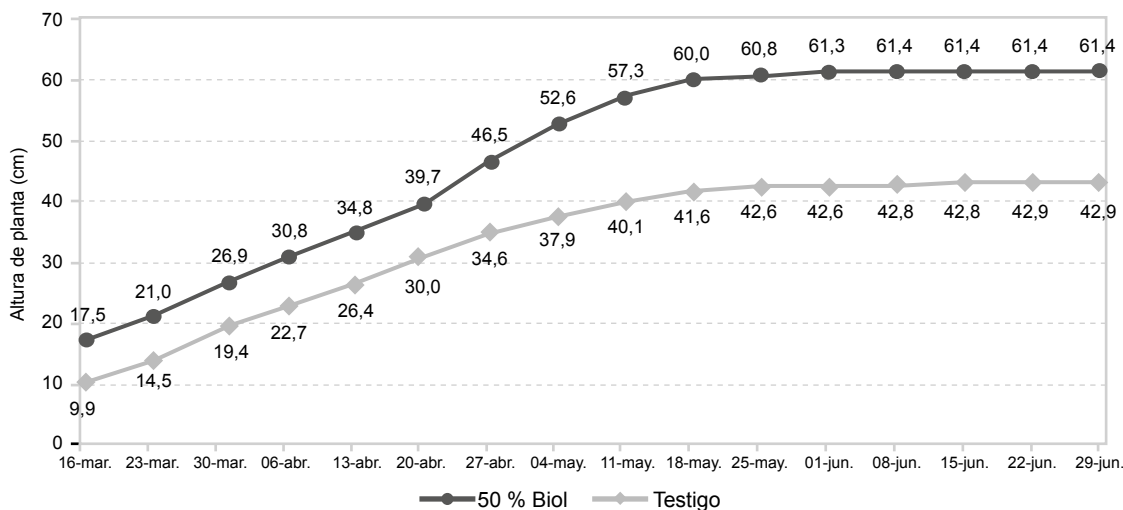


Figura 3. Curva de crecimiento registrado cada siete días

Efecto de los niveles de biol bovino sobre el rendimiento de la cebada forrajera

En la Figura 4, muestra el comportamiento del

rendimiento en Materia Verde (MV) y Materia Seca (MS) por hectárea, este parámetro se registró a los 114 días después de la siembra.

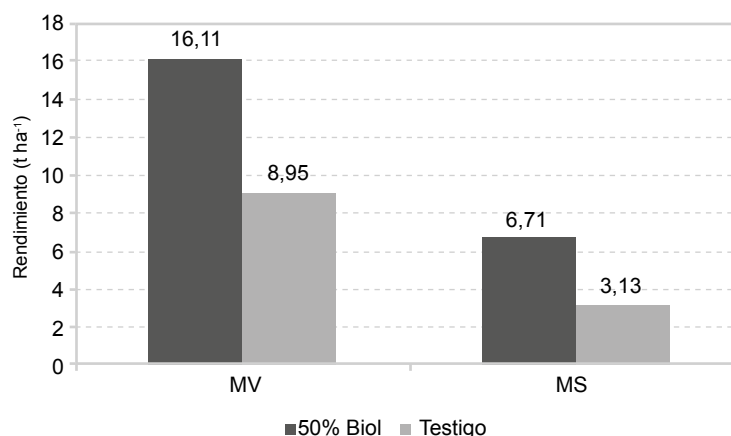


Figura 4. Comparación de rendimiento en medias entre materia verde MV y materia seca MS de la cebada forrajera.

Se observa que el mayor rendimiento de materia verde MV tuvo el tratamiento 1 (50 % biol) con 16,11 t ha⁻¹. Mientras que el testigo reportó 8,95 t ha⁻¹ obtenidas en la cebada forrajera. El rendimiento más alto alcanzado en materia seca MS fue para el tratamiento 1 con 6,71 t ha⁻¹. El testigo alcanzó solo 3,13 t ha⁻¹ siendo inferior al tratamiento con biol. Las diferencias claras en ambos tratamientos se presentan a los efectos positivos que provocaron la aplicación de los distintos niveles de biol bovino, asimismo por la lámina de riego aplicado durante el ciclo vegetativo del cultivo en época de estiaje.

Sánchez (2003) indica que la aplicación de abonos líquidos en la parte foliar en cultivos (alfa alfa, cebada, hortalizas y papa) en una concentración de 20 a 50 % estimula en el crecimiento, mejorando la calidad de los productos y produciendo efecto repelente contra el ataque de plagas. Los abonos orgánicos influyen positivamente, aumentando el rendimiento del cultivo (Chilón, 1997).

Al respecto a la influencia benéfica sobre el rendimiento de la cebada, con la aplicación del abono líquido, Ticona (2014), evaluó el efecto de la incorporación de diferentes niveles de biol bovino, con una lámina de riego por aspersión, en

la producción de cebada forrajera en dos periodos de corte (siembra 24 de septiembre de 2013 y cosecha primer corte el 10 de enero de 2014 y el segundo corte el 03 de abril de 2014), donde obtuvo mejor rendimiento de materia seca de 14,00 t ha⁻¹ en el primer corte al 50 % de biol y casi similar de 13,97 t ha⁻¹ para el 75 % de biol con diferencia a secano (sin riego ni biol) con rendimientos mínimos de 6,81 t ha⁻¹ al 0% de biol, para el testigo con riego sin biol de 10,78 t ha⁻¹, para el segundo corte obtuvo rendimientos de 11,53 t ha⁻¹ al 75 % de biol con riego y menores rendimientos de 8,43 t ha⁻¹ al 0 % de biol a secano.

Parámetros bromatológicos

Para conocer la calidad del forraje producida en épocas críticas (otoño a invierno), se analizaron los siguientes nutrimentos en base seca: proteína cruda, valor energético, fibra cruda, fósforo total y calcio, además dos principales patógenos que son dañinos para la salud del animal en la alimentación, es la *Escherichia coli* y la *Salmonella ssp.* Los parámetros fueron analizados en el Laboratorio de Control de Alimentos INLASA (Instituto Nacional de Laboratorio de Salud “Néstor Morales Villazón”).

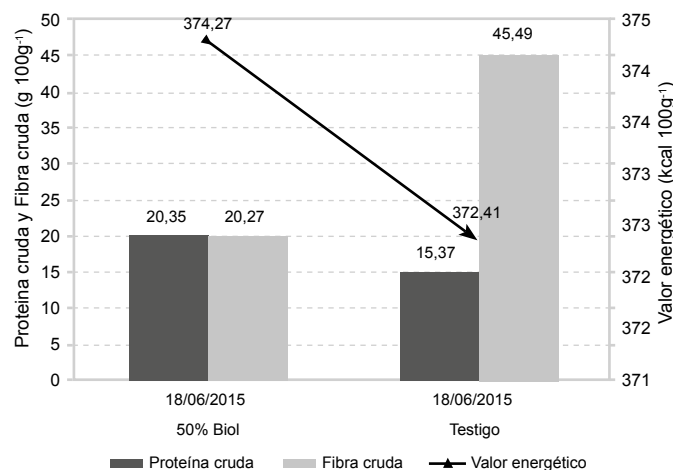


Figura 5. Calidad de la cebada forrajera con la aplicación de biol bovino.

Figura 5, reporta que el contenido de proteína para el tratamiento con biol alcanzó al 50% con 20,35 g 100g⁻¹, mientras para el testigo fue 15,37 g 100g⁻¹. La diferencia se atribuye al efecto positivo de la aplicación de biol, provocando el aumento del contenido de proteína en la cebada forrajera. El contenido de proteína del forraje para la alimentación del ganado es utilizado por los animales para cumplir diferentes funciones: crecimiento, reproducción e incremento de leche.

Para el contenido de fibra cruda la cebada produjo 20,27 g 100g⁻¹ el tratamiento con biol y 45,49 g 100g⁻¹ el testigo. El contenido de fibra en la dieta alimenticia del ganado lechero se asocia con la composición de la leche, que por medio de su digestión se producen los principales precursores de la grasa láctea (Cruz y Sánchez, 2000). El

valor energético de la cebada alcanzó 374,27 kcal 100g⁻¹ del tratamiento con biol, frente al testigo que presentó un valor de 364,54 kcal 100g⁻¹.

La Figura 6 muestra los parámetros del contenido de calcio, que alcanzó a 26,15 mg 100g⁻¹ el tratamiento con biol y el testigo 36,38 mg 100g⁻¹. El calcio es necesario para el funcionamiento nervioso y muscular, esencialmente en el proceso de coagulación sanguínea, como para la actividad de diversos procesos enzimáticos y es componente de la leche. El fósforo total para el tratamiento con biol de 209,20 mg 100g⁻¹ y un alto de 283,94 mg 100g⁻¹ para el testigo. El fósforo es uno de los elementos cuyas necesidades se manifiestan en todo el organismo animal; requerido por los microorganismos del rumen para la digestión de la celulosa y la síntesis de la proteína microbiana.

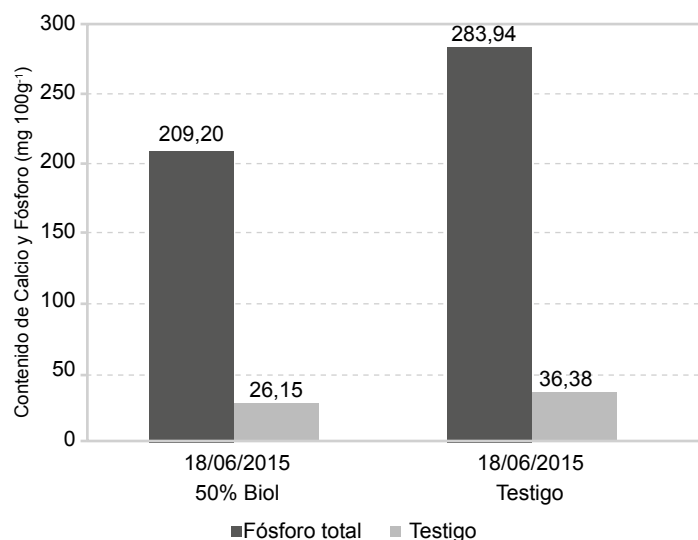


Figura 6. Calidad de la cebada forrajera con la aplicación de biol – bovino

El contenido de *Escherichia coli* fue menor para ambos tratamientos, mostrando que la cebada forrajera no está contaminada por patógenos, por lo tanto los animales pueden consumir con mayor confiabilidad este alimento. De la misma

manera existe ausencia de *Salmonella* en cada 25 g de muestra para ambos tratamientos, se puede aseverar que la cebada no presenta patógenos dañinos para la salud del animal al ser consumida (Tabla 7).

Tabla 7. Calidad de la cebada forrajera con la aplicación de biol – bovino

Patógenos	Unidades	Con biol (50 %)	Testigo
		18/06/2015	18/06/2015
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	< 1,0x10 UFC g-1	< 1,0x10 UFC g-1
<i>Salmonella</i>	UFC/g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

CONCLUSIONES

La aplicación de biol bovino mostró tener influencia sobre las variables altura de planta, número de macollos y crecimiento. El biol permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas debido a que es una fuente orgánica de fitorreguladores, además de los macronutrientes y micronutrientes que lo conforma.

El rendimiento de la cebada en MV fue de 16,11 t ha⁻¹ y en MS de 6,71 t ha⁻¹ con un total de biol aplicado de 5,85 m3 ha⁻¹, mientras para el testigo el rendimiento de la cebada en MV fue de 8,95 t ha⁻¹ y en MS de 3,13 t ha⁻¹. La calidad del forraje bajo la aplicación de biol y riego complementario tuvo un contenido de proteína cruda de 20,35 g 100⁻¹g⁻¹ de muestra, para el testigo fue de 15,37

g 100⁻¹g⁻¹ de muestra. El cual llegó a aumentar en proteína cruda hasta un 32,40 % en el tratamiento 50 % biol frente al testigo. No fueron significativas las variables de valor energético, fósforo y calcio.

El uso y aplicación de este biofertilizante tiene mucha importancia para los cultivos en el Altiplano y más aún en la época de invierno, los resultados muestran que se pueden obtener rendimientos óptimos para el consumo animal.

AGRADECIMIENTOS

A la Estación Experimental Choquenaira, perteneciente a la Facultad de Agronomía y a la Fundación HIVOS por la ejecución y apoyo necesario para el trabajo de investigación.

6. BIBLIOGRAFÍA

Castellanos, J. s.f. Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua. Ediciones INTAGRI. pp 1 – 9.

Céspedes, R. 2014. Efecto del corte y niveles de fertilización de biol en el rendimiento de materia seca y producción de semilla del pasto blando (*Nasella sp*) con riego complementario en la Estación Experimental Choquenaira. Tesis Lic. Ing. Agr. Facultad de agronomía. p 62.

Chilón, E. 1997. Manual de Fertilidad de los suelos y Nutrición vegetal de plantas. CIDAT. 1º Impresión. La Paz, Bolivia. 24 – 25 pp.

Cruz, M. y Sánchez, J. 2000. La fibra en la alimentación del ganado lechero. Nutrición animal

tropical. Vol. 6, N° 1. San José – Costa Rica. 43p. disponible en: http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero.pdf. Consultado el 12 de diciembre 2015.

Díez de Medina, R. 2011. La Ganadería de Leche en el Altiplano Boliviano. Boletín Informativo. La Paz, Bolivia. p 19.

Escobosa, A. y Ávila, S. s.f. Alimentación, producción de leche con ganado bovino. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Requerimientos_de_Vacunos_de_Leche.pdf. Consultado el 12 de diciembre 2015.

Gonzales, G. 1985. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. 2da ed.

Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. pp 33 – 51.

IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). 2004. Norma Boliviana NB 512 – Agua potable requisitos. La Paz, Bolivia. 16 p.

Investigación y Desarrollo Agricultura S.L. COMPO. 2004. Guía de interpretación de análisis de agua de riego. Evaluación para la agricultura y áreas verdes. Barcelona, España. pp 3 – 15.

Mariscal, A. 1992. Agroclimatología. Universidad Tomas Frías. Potosí, Bolivia. 47p.

Ochoa, R. 2008. Bioestadística. Primera edición. La Paz, Bolivia. pp 104 - 109.

Robles R. 1986. Producción de grano en forrajes.

4 ed., México, Limusa. 135-168p.

Sánchez, C. 2003. Abonos orgánicos. Lombricultura. Bolivia: Ripalme. 58 – 59 p.

SEFO (Empresa de Semillas Forrajeras). 2008. Empresa de Semillas Forrajeras. Cartilla la Violeta (CIF_UMSS), (CEFO-SAM). Cbba – Bolivia. 45p.

Ticona, O. 2014. Evaluación del efecto de la incorporación del biól– bovino, con una lámina de riego por aspersión, en la producción de cebada forrajera en dos periodos de corte en la Estación Experimental Choquenaira. Tesis de grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 87, 88 p.

Warnars, L. y Oppenoorth, H. 2014. El biól, el fertilizante supremo. Estudio sobre el biól, sus usos y resultados. 23p.

Artículo recibido en: 16 de diciembre 2015

Manejado por: Comité Editorial

Aceptado en: 7 de marzo de 2016