

## **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOL BOVINO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.), EN ÉPOCA DE INVIERNO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA, VIACHA – LA PAZ**

### **Evaluation of the effect of biol bovine in production and quality forage oats (*Avena sativa* L.), in winter period of the Experimental Station Choquenaira, Viacha - La Paz**

Rodneyx Huallpa Choque<sup>1</sup>, Rolando Céspedes Paredes<sup>2</sup>, Blesmi Esprella Viorel<sup>3</sup>

#### **RESUMEN**

Esta investigación ha sido llevada a cabo con el objetivo de obtener forraje verde para el ganado lechero en épocas de estiaje, aplicando abono orgánico (biol ovino), y determinar la calidad y el rendimiento de la avena forrajera. El trabajo fue realizado en la gestión agrícola 2015 (febrero a julio) en la Estación Experimental Choquenaira del Departamento de La Paz. Las condiciones climáticas fueron críticas (bajas precipitaciones, temperatura por debajo de los 0°C y menos horas luz) El material genético en estudio fue la avena forrajera local, comprada en la feria dominical de Viacha. El abono líquido (biol bovino) es procesado mediante una descomposición anaeróbica de microorganismos benéficos en los biodigestores durante tres meses de maduración. La superficie cultivada de forraje fue de 360 m<sup>2</sup> con parcelas de 180m<sup>2</sup> por tratamiento. La relación de biol y agua fue de 50% respectivamente en una mochila fumigadora de 20 l de capacidad. Se utilizó 8,33 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de biol bovino. La información de rendimiento y calidad de forraje fue analizada por un diseño estadístico descriptivo, en el que se observan diferencias entre el tratamiento (T-50% biol) y el testigo (T-0%biol). El uso del biol bovino enriquece el valor de Proteína cruda, Fibra cruda y valor energético y la presencia de minerales. El rendimiento de materia verde (M.V.) en el tratamiento al cual se aplicó biol (T-50% biol) alcanzó 16,39 t M.V. ha<sup>-1</sup>, mientras que el testigo (sin biol) produjo 9,80 t M.V. ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Avena sativa* L.; biol bovino; invierno; bromatología; calidad; rendimiento; estiaje; biodigestor.

#### **ABSTRACT**

The research on the effect of bovine biol on the yields and quality of forage oat (*Avena sativa* L.) was carried out in the agricultural year 2015 (February to July) at the Experimental Station Choquenaira Department of La Paz. The climatic conditions were difficult during the period of analysis (reduced rainfall, frosts and reduced light hours) for the crop cycle as March to July is not normally the sowing time for this crop. The genetic material used was forage oats, using local seed purchased in the Sunday fair of Viacha. The liquid manure (biol bovine) is processed through an anaerobic decomposition of beneficial organisms in the Biodigesters during three months of maturation. The area under cultivation was 360 m<sup>2</sup> with plots of 180 m<sup>2</sup> per treatment. The boil-water relation was 50% with a rate of use of 8,33 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of bovine biol.

The information of yield and quality of forage was analyzed by a descriptive statistical design, in which there are differences between the treatment (T-50% biol) and the control (T-0%biol). The use of bovine biol enriches the value of crude protein, crude fiber and energy value as well as other minerals. Better yields of green matter (M.V.) were obtained in the treatment with biol (T-50% biol) reaching 16,39 t M.V. ha<sup>-1</sup> while the control (without biol) produced only 9,80 t M.V. ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Avena sativa* L.; Biol - bovine; winter; bromatology; quality; yield; drought; biodigester.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. rodneyxhuallpa@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

## INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes cumple un rol importante en la actividad ganadera para la alimentación del ganado vacuno, la avena (*Avena sativa L.*) es uno de los cultivos importantes dentro de las especies forrajeras por su gran valor nutritivo y alimenticio, se caracteriza por su fácil adaptación a condiciones ecológicas del Altiplano. El cultivo de forrajes en época de estiaje, no es una actividad que se realiza en el Altiplano por la baja de la precipitación y descenso de la temperatura a partir del mes de marzo. La siembra de avena se practica en el mes de diciembre a inicio del periodo de lluvias, las precipitaciones son óptimas en los meses de enero y febrero la radiación solar, temperatura y precipitación son favorables para el cultivo. Por lo general la cosecha se realiza en el mes de marzo y parte de abril, posterior a estos meses no es común observar sembradíos de forrajes en la región altiplánica.

La investigación de la aplicación del biol bovino más el riego complementario generará información respecto al cultivo de avena en condiciones de cultivo fuera de época (en invierno) y servirá como un inicio para ver las posibilidades y potencialidades de la avena como, y que sirva a los pobladores ganaderos del Altiplano. El objetivo de la investigación ha sido evaluar el efecto de aplicación del biol bovino en la producción y calidad de la avena forrajera en época de invierno en la Estación Experimental Choquenaira.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental de Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada en la comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz; situada a una altitud de 3870 msnm. Geográficamente se halla a 16°41'36,38" latitud Sur y a 68°17'14,41" longitud Oeste. El material genético utilizado fue semilla local de avena adquirido de la feria dominical del municipio de Viacha. Se evaluó dos tratamientos; a) T-50% biol, que consistió en preparar en una mochila fumigadora de 20 litros de capacidad, 10 litros de

biol más 10 litros de agua, b) T-0% biol, ha sido el testigo utilizándose solo agua. Las variables medidas fueron; curva de crecimiento, altura de planta, número de macollos, rendimiento en materia seca ( $t\ ha^{-1}$ ) y materia verde ( $t\ ha^{-1}$ ), y variables bromatológicas.

La preparación del terreno en febrero 2015, el cultivo anterior a la avena fue papa, el cual es denominado "*khallpa*". Se tomó una proporción de muestras de suelo para hacer el respectivo análisis antes de la siembra, optando la metodología de muestreo zigzag en la parcela de investigación y este suelo fue embolsado, para luego ser trasladado en un contenedor a predios de los laboratorios de IIDEPROQ e IBTEN. Para el análisis de agua se hizo el muestreo de la fuente de agua de riego, para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los laboratorios de IIDEPROQ e IBTEN.

Para el análisis del biol se hizo el muestreo de los reservorios de los biodigestores tubulares donde se almacena el biol maduro, del cual se tomó muestras en recipientes de dos litros para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en predios de los laboratorios de IIDEPROQ, IBTEN e INLASA. La siembra fue al voleo el 24 de febrero de 2015, con una densidad de siembra de  $160\ kg\ ha^{-1}$

La aplicación del biol fue realizada a los 14 días después de la siembra, con una frecuencia de aplicación de 7 días, se aplicó la mezcla de 10 litros de biol más 10 litros de agua en una mochila fumigadora de 20 litros de capacidad. La aplicación de abono líquido biol, se llevó adelante por las tardes (17:00 a 19:00 p.m.) en un intervalo de 30 minutos, principalmente de forma foliar. Las dimensiones de la parcela fueron,  $360\ m^2$  de área total y  $180\ m^2$  de área por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ocurrencia de precipitación durante el ensayo fue variable en comparación a los años anteriores y críticas, para la siembra se tuvo una precipitación máxima de 80,40 mm en el mes de febrero, que fue descendiendo hasta llegar en el mes de junio de 1,40 mm también se registró una humedad de

5,40 mm debido a una nevada que se presentó en el lugar. Los datos de precipitación indican que el suelo del área experimental no presentó deficiencias de humedad desde febrero hasta mediados de abril, posteriormente se presentó un déficit de agua, debido a la época de estiaje, por lo cual se compensó con riego por aspersión, para que el cultivo desarrolle adecuadamente su actividad fisiológica.

La temperatura máxima fue registrada en el mes de abril alcanzando 19,30°C, mientras que la temperatura mínima se registró durante los meses de mayo a agosto con -9,10 a -13,10°C respectivamente, con una temperatura media ambiental de 9,41°C El cultivo de avena se desarrolla adecuadamente a una temperatura máxima de 16 a 17°C y una mínima de 6 a 8°C (Argote y Ruiz, 2011).

En las primeras etapas del cultivo (febrero a abril), las temperaturas favorecieron al cultivo, para el mes de mayo las temperaturas descendieron bruscamente hasta alcanzar -9,10°C esta caída de temperatura quemó la punta de las hojas más altas, para su recuperación se aplicó biol.

El método de riego aplicado para la complementación de agua en el cultivo, fue por aspersión tipo cañón (eficiencia del 85%). La Tabla 1 muestra los resultados del análisis físico, químico y microbiológico de la vertiente y reservorio de agua, con un pH de 8,59 que indica la existencia alta de bicarbonatos con riesgo de precipitación de CaCO<sub>3</sub> en tuberías metálicas e indica que es mejor trabajar con instalaciones de tubería PVC, según COMPO, 2004, pero este rango indica que es aceptable para riego en cultivos.

Tabla 1. Análisis de agua para riego.

Parámetros a evaluar	Unidades	Resultados
Sólidos totales	mg l <sup>-1</sup>	160,000
Sólidos en suspensión	mg l <sup>-1</sup>	13,467
Sólidos disueltos	mg l <sup>-1</sup>	146,667
pH		8,590
Conductividad eléctrica	µS cm <sup>-1</sup>	139,900
Sodio	mg l <sup>-1</sup>	11,542
Potasio	mg l <sup>-1</sup>	9,823
Magnesio	mg l <sup>-1</sup>	4,716
Calcio	mg l <sup>-1</sup>	14,678
Amonio	mg l <sup>-1</sup>	0,458
Sulfatos	mg l <sup>-1</sup>	1,786
Cloruros	mg l <sup>-1</sup>	12,466
Carbonatos	mg l <sup>-1</sup>	18,465
Bicarbonatos	mg l <sup>-1</sup>	75,544
Nitratos	mg l <sup>-1</sup>	0,280
Nitritos	mg l <sup>-1</sup>	0,040
Fosfatos	mg l <sup>-1</sup>	0,170
Patógenos - Mesófilos Aerobios	UFC ml <sup>-1</sup>	9.2x10 <sup>2</sup>
Patógenos - Coliformes Totales	NMP 100ml <sup>-1</sup>	8,0
Patógenos - E. Coli	NMP 100ml <sup>-1</sup>	2,0

<sup>4</sup> Instalación donde, con periodicidad determinada, se exponen diversos productos para su comercialización.

<sup>5</sup> Siembra directa de la avena, después de cosechar el cultivo anterior sin la remoción del terreno.

El riego aplicado tuvo un caudal ajustado de 2325 l h<sup>-1</sup> a una presión de 1,5 bares, cubriendo un área mojada de 314,16 m<sup>2</sup>, la lámina bruta de agua que se aplicó durante la investigación fue de 216,29 mm, durante la época de estiaje para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo de avena que es de 350 a 650 mm de agua, este riego es bombeado desde una caseta que tiene un reservorio de geomembrana alimentado desde una fuente principal.

Los análisis microbiológicos muestran que hay presencia de patógenos en el agua, así como *Mesófilos* aeróbios con 9,2x10<sup>2</sup> UFC ml<sup>-1</sup>, coliformes con 8,0 NMP 100ml<sup>-1</sup> y *Echeritchia coli* con 2,0 NMP 100ml<sup>-1</sup>, según IBNORCA (2004), la Norma Boliviana NB512 de agua potable para consumo, indica que los parámetros microbiológicos mostrados son para agua potable (agua de consumo), así mismo el parámetro de

patógeno de *Echeritchia coli* se encuentra en los rangos de la norma de aguas y los otros parámetros exceden los rangos establecidos.

### Análisis químico, vitamínico y microbiológico del biol bovino

La Tabla 2, muestra los resultados obtenidos en dos oportunidades de muestreo de biol de un reservorio único. El pH de este abono líquido es neutro con un valor de 7,31 esta propiedad ayuda a que la planta se desarrolle con mayor facilidad, porque es aplicado en la parte vegetativa. La conductividad eléctrica es 3,503 mS cm<sup>-1</sup>, el nitrógeno total fue de 1,27, este elemento es vital para el desarrollo de la planta. El contenido de fósforo fue 0,38 g P kg<sup>-1</sup> y en el contenido de potasio fue 2,15 g K kg<sup>-1</sup>; en el contenido de microelementos, se presentó el hierro con 30,10 mg kg<sup>-1</sup> y así mismo existe presencia de 2,71 mg kg<sup>-1</sup> del elemento Zn.

Tabla 2. Análisis químico del biol – bovino.

Parámetros	Unidades	Resultados
pH		7,310
Sólidos totales	g kg <sup>-1</sup>	46,073
Sólidos volátiles	g kg <sup>-1</sup>	32,450
Carbono orgánico total	%	2,015
Nitrógeno total	gN kg <sup>-1</sup>	1,265
Nitrógeno amoniacal	gN kg <sup>-1</sup>	0,590
Nitratos	gN kg <sup>-1</sup>	0,447
Nitritos	gN kg <sup>-1</sup>	0,0025
Fósforo total	gP kg <sup>-1</sup>	0,379
Fosfatos	gP kg <sup>-1</sup>	----
Potasio	g kg <sup>-1</sup>	2,146
Sodio	g kg <sup>-1</sup>	0,699
Conductividad eléctrica	mS cm <sup>-1</sup>	3,503
Alcalinidad total	g CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup>	3,176
Densidad	kg l <sup>-1</sup>	1,048
Calcio	g kg <sup>-1</sup>	0,323
Cadmio	mg kg <sup>-1</sup>	0,010
Magnesio	g kg <sup>-1</sup>	0,202
Hierro	mg kg <sup>-1</sup>	30,100
Antimonio	mg kg <sup>-1</sup>	0,866
Cobalto	mg kg <sup>-1</sup>	0,231
Cobre	mg kg <sup>-1</sup>	0,009
Manganeso	mg kg <sup>-1</sup>	5,708
Zinc	mg kg <sup>-1</sup>	2,710

La Tabla 3, presenta los resultados en contenido de vitaminas en el biol, para una fácil asimilación de la planta mediante las estomas. Se observa que existe mayor contenido de vitamina A de 18,84 mg

100g<sup>-1</sup> de muestra, en el contenido de vitamina C de 2,60 mg 100g<sup>-1</sup> y en el contenido de ácido fólico de 1,03 mg 100g<sup>-1</sup> de muestra.

Tabla 3. Análisis de contenido de vitaminas en el biol – bovino.

Parámetros evaluados	Unidades	Resultados
Vitaminas – Tiamina	mg 100g <sup>-1</sup>	141,050
Vitaminas – Riboflavina	mg 100g <sup>-1</sup>	71,250
Vitaminas - Vitamina C	mg 100g <sup>-1</sup>	2,602
Vitaminas – Niacina	mg 100g <sup>-1</sup>	0,882
Vitaminas - Vitamina A	mg 100g <sup>-1</sup>	18,838
Vitaminas - Ácido fólico	mg 100g <sup>-1</sup>	1,030

La presencia de microorganismos patógenos en cantidades no considerables (*coliformes*, *Escherichiacoli* y *Salmonella spp*), pero al pasar por un proceso de descomposición anaeróbica

los patógenos del estiércol fueron eliminadas por las condiciones inadecuadas para estos microorganismos. (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis microbiológico de biol – bovino.

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

### Altura de planta y número de macollos.

En las primeras semanas, no se observa diferencia significativa entre tratamientos, debido a que las plántulas se encontraban en crecimiento. Para la segunda semana el crecimiento del tratamiento con biol fue ascendente, debido a que se aplicó

el abono líquido orgánico (biol), posteriormente para la última semana de mayo, se observó un crecimiento paulatino por los descensos de temperatura por debajo de los 0°C y se detiene el crecimiento para junio y julio, pero la planta siguió con la actividad fisiológica (Figura 1).

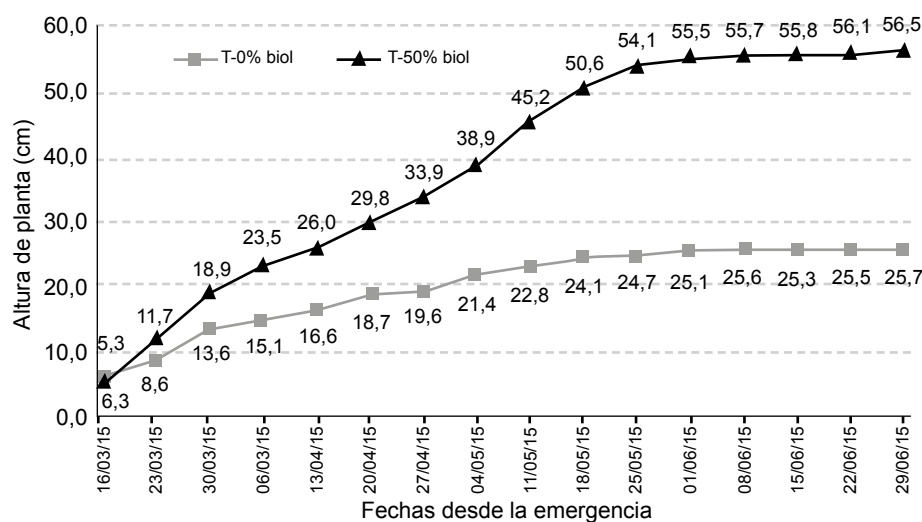


Figura 1. Curva de crecimiento del cultivo de avena con y sin aplicación de biol.

En la Tabla 5, se observa que el efecto de la aplicación del biol en el tratamiento T-50% biol, presenta una altura media de 56,54 cm, durante

146 días en época de otoño e invierno. Por otro lado el tratamiento T-0% biol, registró una media de 25,69 cm en altura de planta.

Tabla 5. Efecto del biol sobre la altura y número de macollos.

Tratamiento	Altura (cm)	C.V.	Nro. Macollo	C.V.
50% biol	56,54	11,75	7,70	21,25
0% biol	25,69	26,33	5,80	30,19

Los promedios de número de macollos en el cultivo de avena para los diferentes tratamientos con aplicación de biol y sin biol. Con promedio de 7,70 macollos en el tratamiento T-50% biol y 5,80 macollos en el testigo. (Tabla 5).

Aduviri 2014, en el comportamiento agronómico de tres variedades de avena con aplicación de materia orgánica, con 30 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica obtuvo el promedio de altura de planta de 110,4 cm, para 15 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica logró un promedio de 103,3 cm y para 0 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica logró alcanzar un promedio de 97,0 cm en épocas del ciclo agrícola adecuado. Por otro lado, Ochoa (2006), obtuvo un promedio de altura de planta de 104,64 cm, con un rango de 119,85 cm y 91,14 cm, correspondientes a los tratamientos Ovino-100-Gaviota y testigo local respectivamente (ciclo del cultivo diciembre abril).

Los resultados obtenidos en la investigación respecto a la altura fueron de 56,54 cm para el tratamiento con biol y 25,69 cm en el testigo, lo que indicaría que no se obtuvo la altura adecuada

ni se alcanzó a la madurez fisiológica en ambos tratamientos (grano lechoso del 10 al 15%) para la cosecha, debido a que las condiciones climáticas de la región no permitieron desarrollar adecuadamente al cultivo por los meses de marzo a julio. En la investigación si se consiguió obtener materia verde en la época analizada con la aplicación de biol – bovino lo que es escaso de ver en el altiplano.

**Efecto del biol en el rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS).**

Los resultados obtenidos para el rendimiento de materia verde y seca por hectárea, los cuales se presenta en la Figura 2. Se puede apreciar que el tratamiento al que se aplicó el 50% de biol, obtuvo rendimientos de materia verde de 16,39 t ha<sup>-1</sup>, por otro lado el tratamiento del testigo logró un rendimiento de 9,79 t ha<sup>-1</sup> en materia verde. Para el caso de la materia seca, el tratamiento que se aplicó 50% de biol, obtuvo 8,27 t ha<sup>-1</sup> y el testigo alcanzó 5,15 t ha<sup>-1</sup>

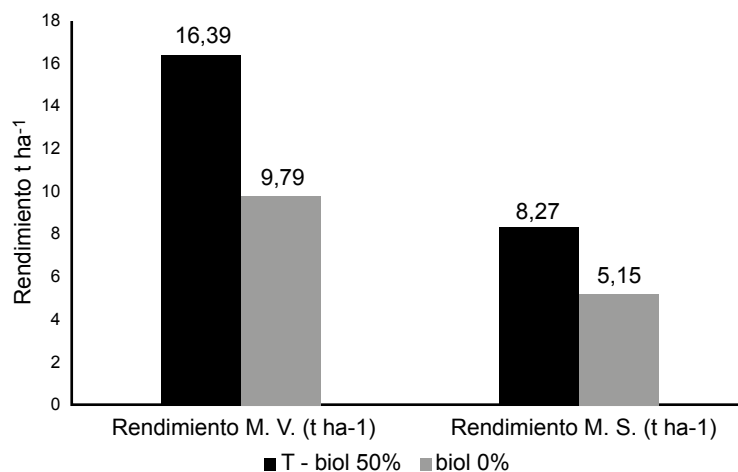


Figura 2. Rendimiento de Materia Verde y Materia Seca, con y sin aplicación de biol.

Comparando con otros autores (Tabla 6), que obtuvieron resultados superiores a los datos obtenidos en esta investigación, debido a que

esas investigaciones se hicieron en los meses correspondientes a su ciclo de cultivo (diciembre a marzo).

Tabla 6. Parámetros de altura de planta, número de macollos y rendimiento de otras regiones en el cultivo de la avena

Investigaciones según:	Altura de planta (cm)		Número de macollos		Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Trat.	Testigo	Trat.	Testigo	Trat.	Trat.	Testigo	Testigo
					MV	MS	MV	MS
Investigación 2015 (*)	56,54	25,69	8	6	16387,00	8270,00	9798,00	5150,00
Aduviri, 2014 (**)	110,40	97,00	-----	-----	5111,67	-----	4276,56	-----
Ochoa, 2006 (**)	119,85	91,14	-----	-----	-----	9700,00	----	4390,00
Apaza, 2008 (**)	65,00	47,00	20	5	-----	7400,00	-----	2300,00
Clares, 2014 (**)	142,50	133,10	-----	-----	51900,00	22500,00	41300,00	15900,00

(\*) Investigación con biol en Otoño a Invierno (\*\*) Investigación en Primavera y parte de Otoño otros abonos

### Variables bromatológicas

En las Tablas 7 y 8, se muestra la calidad de la avena en épocas de estiaje (épocas de otoño e invierno), para esto es necesario hacer conocer sobre el valor nutritivo en el contenido de proteína cruda, valor energético, fibra cruda, materia seca, fósforo

total y calcio. Además se presentan los análisis evaluados de los parámetros microbiológicos, como la presencia de *Escherichia coli* y la *salmonella spp.* La diferencia entre tratamientos, tanto en base húmeda y base seca son diferentes en calidad de nutrimentos que contiene el cultivo de avena.

Tabla 7. Análisis de calidad de la avena en base húmeda.

Parámetros a evaluar	Unidades	T-50% biol	T-0% biol
		Base Húmeda 20/07/2015	Base Húmeda 18/06/2015
Proteína cruda	%	6,56	0,77
Valor energético	kcal 100g <sup>-1</sup>	132	111
Fibra cruda	%	4,86	5,11
Fósforo total	mg 100g <sup>-1</sup>	114,76	88,53
Calcio	mg 100g <sup>-1</sup>	128,26	103,93
Patógenos-E. coli	UFC g <sup>-1</sup>	< 1,0x10	< 1,0x10
Patógenos-Salmonella	UFC g <sup>-1</sup>	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

Tabla 8. análisis de calidad de avena en base seca.

Parámetros a evaluar	Unidades	T-50% biol	T-0% biol
		Base Húmeda 20/07/2015	Base Húmeda 18/06/2015
Proteína cruda	%	18,77	2,59
Valor energético	kcal 100g <sup>-1</sup>	377,68	372,86
Fibra cruda	%	13,91	17,16
Fósforo total	mg 100g <sup>-1</sup>	328,35	297,38
Calcio	mg 100g <sup>-1</sup>	366,98	349,10

El contenido de proteína cruda alcanza un incremento mayor cuando se aplica un 50% de biol bovino por semana. En la proteína cruda en el tratamiento T-50% biol de 6,56% en proteína cruda ya que existe un incremento en comparación con el testigo de 0,77% de proteína cruda sin aplicar ningún abono y/o fertilizante. Se registra 4,86 %

de fibra cruda en el tratamiento y en comparación con el testigo se obtuvo 5,11% de este parámetro evaluado. El valor energético en el tratamiento T-50% biol, alcanzó un 132,00 kcal 100g<sup>-1</sup> y en el testigo se obtuvo un bajo resultado de 111,00 kcal 100g<sup>-1</sup>. (Figura 3).

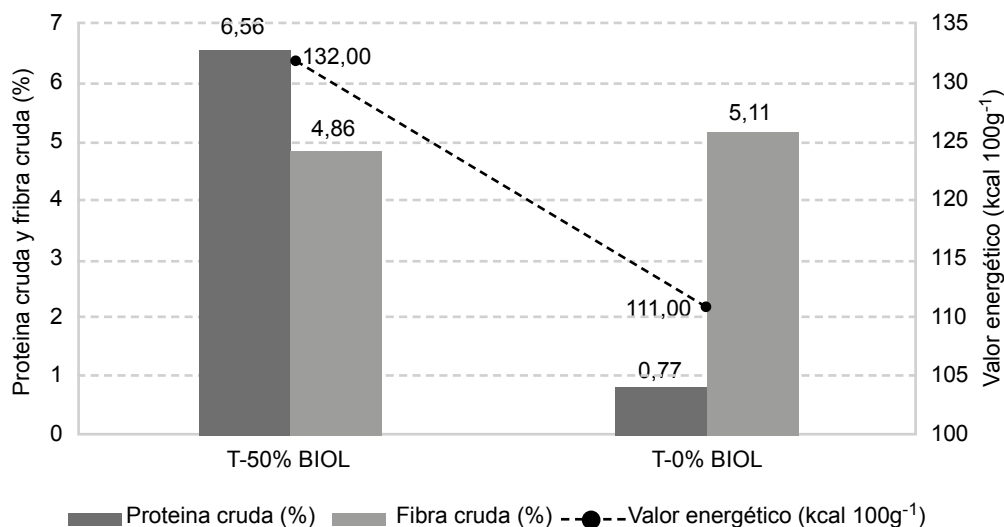


Figura 3. Proteína Cruda, Fibra Cruda y Valor Energético en base húmeda en el cultivo de avena.

Así mismo se realizó el análisis de contenido de Fósforo y Calcio (Figura 4), en los cuales se obtuvieron diferencias significativas en el tratamiento T-50% de biol, para el fósforo total un 114,76 mg 100g siendo que en el tratamiento

testigo se alcanzó 88 mg 100g<sup>-1</sup>; por otro lado se consiguieron resultados de 128 y 103 mg 100g<sup>-1</sup> en contenido de calcio en el tratamiento de 50% biol y testigo respectivamente.

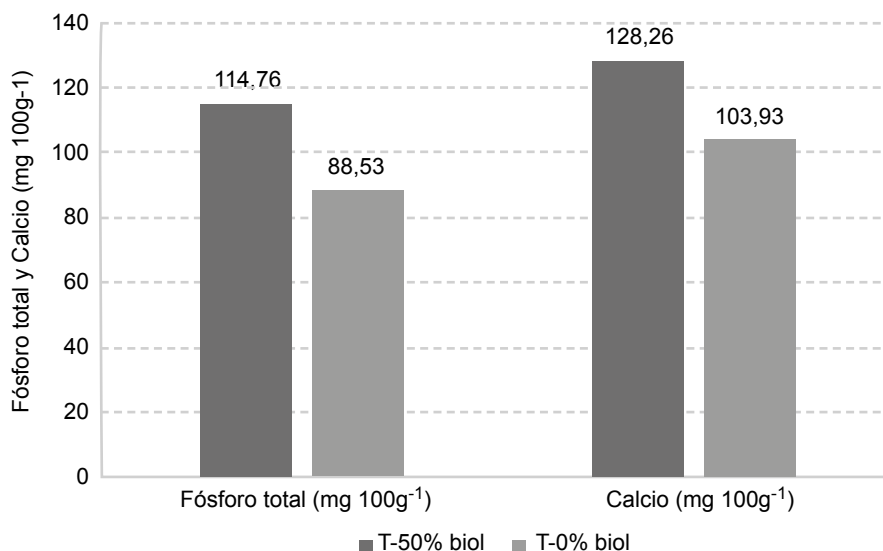


Figura 4. Calidad de calcio y fósforo en base húmeda en cultivo de avena.



El análisis de bromatología (Figura 5), en base seca, reporta resultados muy significativos en los parámetros estudiados. Aplicando biol al 50% se consiguieron resultados mayores en proteína cruda de 18,77% en el tratamiento T-50% biol y para el testigo de 2,59%. Para la fibra cruda en base seca el tratamiento alcanza un mayor resultado con 17,16% y un 13,91% en el testigo. En el caso del valor energético, para el tratamiento T-50% biol, alcanzó un 378,84 kcal 100g<sup>-1</sup>, el testigo no reporta diferencia notoria respecto al T-50% con un 372,86 kcal 100g<sup>-1</sup> en forraje seco.

Según la NRC (2001), la avena contiene un 9,1% de proteína cruda. Por lo tanto se considera que la

avena tiene una buena fuente de proteína cruda y se demuestra que la calidad de nutrientes en proteína cruda cumple con los requerimientos necesarios

Así mismo se evaluó los análisis de contenido de Fósforo y Calcio el fósforo total en el tratamiento T-50% biol fue de 328,35 mg 100g<sup>-1</sup> y en el testigo se logró 297,38 mg 100g<sup>-1</sup>, con una diferencia mínima entre ambos tratamientos. Respecto al contenido de calcio se obtiene resultados significativos en el tratamiento T-50% biol de 366,98 mg 100g<sup>-1</sup> y el testigo alcanzó 349,10 mg 100g<sup>-1</sup>, lo cual nos indica que estos valores no presentan mucha diferencia, pero si tienen un contenido de calcio significativo para el ganado lechero, mostrando (Figura 5).

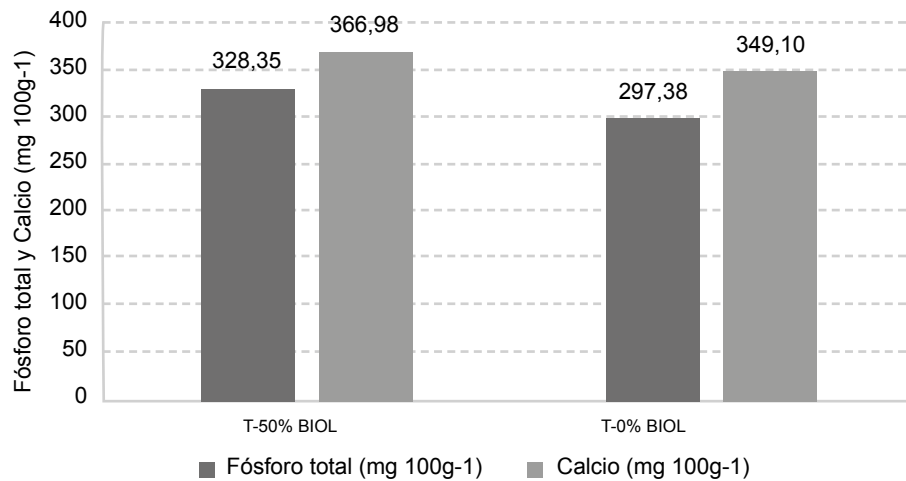


Figura 5. Calidad de calcio y fósforo en base seca en cultivo de avena (INLASA, 2015).

La proteína cruda presenta la combinación de la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico. El cálculo de la proteína cruda se hace multiplicando la

cantidad de nitrógeno presente por 6,25, esta cantidad se deriva del hecho que la mayoría de proteína contiene 16% de nitrógeno (100/16=6,25). (Figura 6).

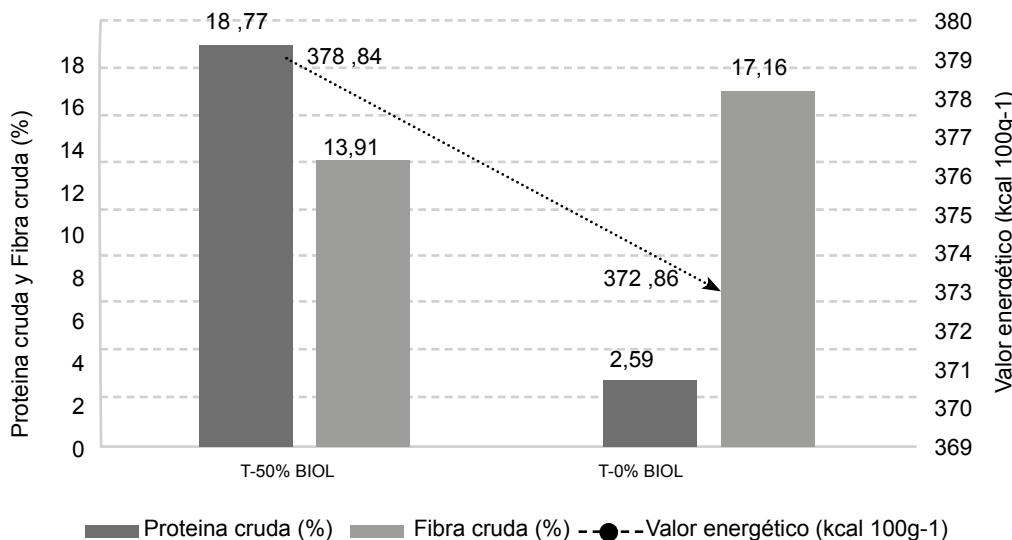


Figura 6. Proteína Cruda y Fibra Cruda en base seca en el cultivo de avena.

Las proteínas son sustancias formadas en su mayor parte por aminoácidos, en su estructura siempre tienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, para aprovechar mejor la proteína, el forraje debe estar en su punto óptimo de cosecha. La deficiencia de proteína en la alimentación, ocasiona crecimiento lento, bajos niveles productivos y baja producción (Rojas, 2014).

Respecto a los análisis microbiológicos (Tabla 9), se evaluó la presencia de patógenos (*Escherichia coli* y *Salmonella spp*), según los reportes del laboratorio del Instituto Nacional de Laboratorio de Salud (INLASA), existe ausencia de estos microorganismos dañinos en el biol y por tanto el forraje no es portador de ningún patógeno que pueda dañar el organismo del animal en la ingestión del forraje para consumo del ganado bovino.

Tabla 9. Análisis microbiológico.

Parámetros	Base Húmeda	
	T-50% biol	T-0% biol
Patógenos- <i>Escherichia coli</i> (UFC g <sup>-1</sup> )	< 1,0x10	< 1,0x10
Patógenos- <i>Salmonellaspp</i> (UFC g <sup>-1</sup> )	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

## CONCLUSIONES

Para la variable altura de planta, el tratamiento T-50% biol alcanzo 56,54 cm de altura en épocas adversas para el cultivo (febrero a julio) y el tratamiento testigo logro una baja altura de 25,70 cm aplicando sólo agua. Las respuestas para el variable número de macollos, si bien muestran diferencias entre los dos tratamientos, observamos que al aplicar biol se puede conseguir un segundo macollamiento puesto que se acelera la fenología de la planta. Se consiguió 8 macollos en el tratamiento T-50% biol y mientras que en el testigo T-0% biol presentó 5 macollos.

La mayor producción de Materia Verde se logró con la aplicación de biol de 35263 l ha<sup>-1</sup>, alcanzando un rendimiento de 16,39 t M.V.ha<sup>-1</sup> y en el testigo de 9,80 t M.V. ha<sup>-1</sup>. El análisis bromatológico reportó al tratamiento T-50% biol con un contenido de proteína cruda de 6,56 % y en el testigo de 0,77% en fibra cruda en el tratamiento que se aplicó biol logró 4,86 % y el testigo alcanzó 5,11 % el valor energético para el T-50 biol con 132 kcal 100g<sup>-1</sup> mayor al del T-0% biol con un 111 kcal 100g<sup>-1</sup> El contenido de Fósforo en el tratamiento T-50% biol reportó 114,76 mgP 100g<sup>-1</sup> superior al testigo con 88,53 mg P 100g<sup>-1</sup>; se registró un alto contenido de calcio en el tratamiento T-50% biol con 128,26 mg Ca 100g<sup>-1</sup> y en el testigo el contenido fue menor de 103,93 mgCa 100g<sup>-1</sup> Respecto a lo microbiológico no se encontró patógenos (*Escherichia coli* y *Salmonella spp*) presentes en las muestras de

avena.

Para el análisis de costos, se observa que al realizar siembra en épocas críticas (marzo a julio) con la aplicación de abono líquido biol, se puede obtener ganancias significativas, obteniendo un beneficio costo de USD 0,48, logrando alcanzar un USD 0,34 de ganancia por cada un boliviano invertido y mientras que en el testigo presenta un beneficio costo de USD 0,19, lo que indica que las ganancias son de USD 0,05 por cada USD 0,14 invertido y este dato nos tan representativo para realizar prácticas agrícolas en avena por estas época ya que no habría ganancias. En materia seca se logró un beneficio/costo de USD 0,27, logrando obtener ganancias significativas en el tratamiento T-50% biol y en el testigo se logra un beneficio costo de USD 0,19 inferior al valor del tratamiento. Por lo tanto es mejor trabajar aplicando biol para épocas de estiaje.

## AGRADECIMIENTOS.

Hacer llegar mis agradecimientos a la Estación Experimental Choquenaira, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

A la Fundación HIVOS, quienes nos permitieron realizar la investigación y a la Escuela de Riego del Altiplano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Escobosa, A. y Avila, S. s.f. Producción de leche con ganado bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Requerimientos\\_de\\_Vacunos\\_de\\_Leche.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Requerimientos_de_Vacunos_de_Leche.pdf). Consultado el 12 diciembre 2015. 12 p.
- Aduviri, L. 2014. Comportamiento agronómico de tres variedades de avena (Avena Sativa L.) con la aplicación de materia orgánica, en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis Lic. Agr. UMSA. La Paz, Bolivia. pp 43 – 70.
- Apaza, R. 2008. Respuesta a la fertilización nitrogenada y densidad de siembra de la avena (Avena Sativa L.) en la Provincia Ingavi. Tesis Lic. Agr. UMSA. La Paz, Bolivia. pp 40 – 76.
- Argote, G y Ruiz, J. 2011. Guía técnica, curso taller: "Manejo y conservación de avena forrajera". NALM – AGROBANCO. Puno – Perú. 4 p.
- Clares, A. 2014. Evaluación del comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera (Avena Sativa L.) bajo tres dosis de abonado, en la comunidad Chijipina Grande de Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz. Tesis Lic. Agr. UMSA. La Paz, Bolivia. pp 46 – 74.
- 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. Barcelona – España. pp 1 – 15.
- Mamani, F.; Céspedes, R. 2012. Revista en imágenes. Estación Experimental Choquenaira. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz. 32 p.
- Moya, R. sf. Estadística descriptiva; conceptos y aplicaciones. Edit. San Marcos S.A. Lima, Perú. pp 1 – 4.
- NRC (Nutrient Requirements of Dairy Cows). 2001. Nutrient requirements of dairy cows. 6 ed. Washington, D.C. E.U.
- Ochoa, R. 2008. Bioestadística. 1ra Ed. La Paz, Bolivia. pp 104 - 109.
- Ochoa, G. 2006. Evaluación de variedades de avena (Avena Sativa L.) a diferentes niveles de abonamiento orgánico en el Altiplano Central. Tesis Lic. Agr. UMSA. La Paz, Bolivia. pp 30 – 72.
- Rojas, A. 2014. Alimentación y Nutrición Animal. Apuntes. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. pp 14-16.

Artículo recibido en: 18 de diciembre 2015

Manejado por: Comité Editorial

Aceptado en: 9 de marzo de 2016