

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE AVENA (*Avena sativa* L.), CON NIVELES DE HOJA DE COCA (*Erythroxylum coca*) MOLIDA COMO ABONO VERDE EN KALLUTACA, LA PAZ

Agronomic performance of oat varieties (*Avena sativa* L.), with levels of coca leaf (*Erythroxylum coca*) ground as green manure in Kallutaca, La Paz

Eddy Diego Gutiérrez Gonzales¹; Octavio Mártir Coria García²; Verónica Elisa Condori Murga³

RESUMEN

En el Altiplano Central de Bolivia la producción de avena forrajera es de importancia para la alimentación del ganado herbívoro, sin embargo, los rendimientos obtenidos a nivel de productor registran bajos promedios en materia seca. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena, con niveles de hoja molida de coca como abono verde, en el Centro Experimental de Kallutaca, del departamento de La Paz. Se aplicó el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los factores son variedades de avena (Águila, Gaviota y Texas) y niveles de coca molida (0, 30 y 60 t ha⁻¹), con variables días a la emergencia, número de macollos, altura de planta y rendimiento materia seca. Los resultados a días de emergencia muestran diferencias en tiempo 60 y 0 t ha⁻¹ con 14 y 11 días. En relación al número de macollos por planta, en variedades el comportamiento es similar con un promedio 7 macollos, en relación a interacción los valores muestran significancia. En altura de planta las medias registran para la variedad Texas 137.10 cm en la interacción los valores son iguales. En materia seca, presentan diferencias significativas en 60 y 30 t ha⁻¹ con 16 427.27 y 15 281.82 kgMS ha⁻¹, la variedad Gaviota con 14 706.06 kgMS ha⁻¹. Los tratamientos influyeron en el comportamiento agronómico de las variables estudiadas, los niveles de abono verde incidieron en el rendimiento de avena, principalmente en el número de macollos, que afectó a su vez, al rendimiento de materia seca, finalmente las variedades de avena tienen un comportamiento diferencial con el cambio de los niveles de abono verde.

Palabras clave: *Avena sativa* L., abono verde, *Erythroxylum coca*, producción, rendimiento.

ABSTRACT

In the Central Altiplano of Bolivia, the production of forage oats is important for the feeding of herbivorous livestock; however, the yields obtained at the producer level register low averages in dry matter. The objective was to evaluate the agronomic performance of three oat varieties, with levels of ground coca leaf as green manure, at the Kallutaca Experimental Center in the department of La Paz. A randomized block design was applied with a divided plot arrangement with four replications. The factors were oat varieties (Aguila, Gaviota and Texas) and levels of ground coca (0, 30 and 60 t ha⁻¹), with variables days to emergence, number of tillers, plant height and dry matter yield. The results at days to emergence show differences in time 60 and 0 t ha⁻¹ with 14 and 11 days. In relation to the number of tillers per plant, in varieties the behavior is similar with an average of 7 tillers; in relation to interaction, the values show significance. In plant height, the means recorded for the Texas variety were 137.10 cm, in the interaction the values were equal. In dry matter, there were significant differences in 60 and 30 t ha⁻¹ with 16 427.27 and 15 281.82 kgDM ha⁻¹, the Gaviota variety with 14 706.06 kgDM ha⁻¹. The treatments influenced the agronomic behavior of the variables studied, the levels of green manure affected oat yield, mainly the number of tillers, which in turn affected the dry matter yield, finally the oat varieties have a differential behavior with the change in the levels of green manure.

Keywords: *Avena sativa* L., green manure, *Erythroxylum coca*, production, yield.

¹Docente, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto, Bolivia. degutierrez@umsa.bo

²Investigador, Centro Experimental de Kallutaca, Universidad Pública de El Alto, Bolivia. coria.garciamartir9@gmail.com

³Coordinadora de Investigaciones, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de producción, Universidad Pública de El Alto, Bolivia. Veceli@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para Bolivia el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) tiene importancia, debido a su adaptación y versatilidad de crecimiento a diferentes tipos de ambientes y suelos, actualmente es utilizada como alimento verde, seco o heno y conservada en ensilaje en zonas del altiplano boliviano, constituyéndose en una fuente imprescindible de alimento para el ganado vacuno y otras especies, el cultivo es producido con rendimientos diferenciados por zonas y factores climáticos.

Enciclopedia Océano (2017), menciona que la avena es un cereal importante en países de clima frío del hemisferio boreal, principalmente es utilizada para la alimentación de los animales. Gonzales (2001) establece que la avena ocupa el quinto lugar en la producción mundial de cereales, la distribución geográfica de su cultivo denota la afinidad de esta planta por áreas templadas frescas, Europa, EEUU y Rusia, se cosechan el 80% en la producción a nivel mundial.

En Bolivia, las principales regiones de producción de la hoja de coca (*Erythroxylum coca*) son: los yungas de La Paz, trópico de Cochabamba y provincias del norte de La Paz. La cantidad de hectáreas permitido por la Ley 1008 es de 12 000 ha, pero en los últimos estudios realizados por UNODC (2018) existen aproximadamente 24 500 ha de áreas plantadas de hoja de coca, lo cual significa que 12 500 ha son cultivadas ilegalmente. Producto de ello el Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral (VCDI), junto con otras instituciones como la Dirección General de la Hoja de Coca e Industrialización (DIGCOIN), que es la administradora de la coca incautada por las Fuerzas Especiales de Lucha Contra el Narcotráfico (FELCN) y la Policía Boliviana (PB), han visto el problema de esta situación, para lo cual han propuesto a las instituciones y universidades buscar mecanismos para su mitigación o solución.

Frente a esta realidad, es necesario utilizar tecnologías de bajo costo, tales como la hoja de coca molida como abono verde, incorporada al momento de la preparación del suelo y realizar investigaciones en diferentes cultivares como la avena forrajera. Huanca (2007) indica que los abonos verdes deben realizarse siguiendo pautas para evitar posteriores problemas, si es enterrado demasiado fresco, su descomposición producirá sustancias tóxicas que pueden perjudicar al

cultivo posterior, por eso es conveniente seguir todos los pasos: a) cortar el abono verde con una segadora o desbrozadora, b) dejar la hierba cortada hasta que se seque, entre una o tres semanas dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad, c) incorporar el abono en superficie, a una profundidad máxima de 5-10 cm y esperar entre una y tres semanas antes de ser incorporada definitivamente para su descomposición y d) enterrar los restos vegetales definitivamente a una profundidad de 15-20 cm.

En Bolivia y en particular en el altiplano, la práctica del descanso ha sido considerada como una manera de recuperar la fertilidad del suelo, pero esta práctica no tiene ventaja debido a la agricultura intensiva, sobre pastoreo y condiciones agroclimáticas. Se tiene la necesidad de reponer y mejorar la fertilidad del suelo a través de la incorporación de abono verde (hoja de coca molida) en tierras dedicadas a la agricultura, para hacer un uso eficiente de los mismos y consiguientemente incrementar la productividad en las unidades de producción.

Los objetivos del trabajo de investigación son (1) evaluar el comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera (Águila, Gaviota y Texas), (2) determinar el efecto de la aplicación de tres niveles de hoja de coca molida incorporada como abono verde y (3) evaluar la interacción de las tres variedades de avena y niveles de coca molida incorporada al suelo como abono verde de los tratamientos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Kallutaca dependiente de la Universidad Pública de El Alto, situada en el municipio de Laja, provincia Los Andes del departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra entre 16° 32' 27" Latitud Sur y 68° 18' 32" Longitud Oeste, a una altitud de 3 908 m s.n.m. El Centro Experimental de Kallutaca se encuentra a una distancia de 26 km de la ciudad de La Paz (SENAMHI, 2018).

Metodología

El material genético utilizado en el presente estudio constó de tres variedades de avena (Águila, Gaviota y Texas), semilla fiscalizada de SEFO-SAM

Cochabamba, las variedades se caracterizan por tener un ciclo corto de 120 días tolerante a sequías (SEFO, 2016).

Para el estudio se utilizó residuos de hoja de coca molida, procedentes del Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral, Dirección General de la Hoja de Coca e Industrialización y la Unidad de Industrialización de la Hoja de Coca.

Para establecer el área de estudio, se tomaron muestras de suelo al azar por el método del zig-zag, cuarteando hasta obtener un kilogramo de suelo (Chilón, 2013) al inicio y posterior a la cosecha a una profundidad de 20 cm, para el análisis se envió al Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y aguas (LAFASA) de la Universidad Mayor de San Andrés. La preparación del área experimental fue el 2019, labor que consistió en la roturación del terreno con un tractor agrícola a una profundidad de 30 cm, para la incorporación de la hoja de coca molida como abono verde al suelo, con tres niveles 0, 30 y 60 t ha⁻¹ distribuidos en cuatro bloques de acuerdo al diseño experimental (Figura 1), para luego realizar el rastreado para el emparejamiento del terreno.



Figura 1. Vista de los bloques de estudio.

Para la siembra, se procedió al surcado manual y la semilla fue incorporada a chorro continuo con una densidad de 100 kg ha⁻¹, con 12 surcos por unidad experimental.

La cosecha fue manual posterior a esta se usó una balanza de 46 kg para determinar la fitomasa, en estado fenológico de grano lechoso en las tres variedades Águila, Gaviota y Texas.

Las variables fueron analizadas a través del modelo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo en Parcelas Dividas (Ecuación 1), con tres niveles de fertilización, en cuatro bloques (Rodríguez del Ángel, 1991).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Dónde: Y_{ijk} = observación cualquiera; μ = media general de experimento; β_j = efecto del j-ésimo bloque; α_i = efecto de la i-ésimo nivel de coca molida; ε_{ij} = error de la parcela principal; γ_k = efecto de la k-ésima variedad; $(\alpha\gamma)_{ik}$ = efecto de interacción de la i-ésimo nivel de coca molida por la k-ésima variedad; ε_{ijk} = error experimental.

En el presente estudio se establecieron los siguientes factores de estudio: Factor A = 3 niveles de coca molida ($a_1 = 0$ kg ha⁻¹, $a_2 = 30$ kg ha⁻¹, $a_3 = 60$ kg ha⁻¹), Factor B = 3 variedades de avena ($b_1 = \text{Águila}$, $b_2 = \text{Gaviota}$, $b_3 = \text{Texas}$). Se establecieron los tratamientos con un total de nueve.

Para el análisis estadístico cuantitativo se tomó la recomendación de Hernández (2006), de acuerdo a la Figura 2.

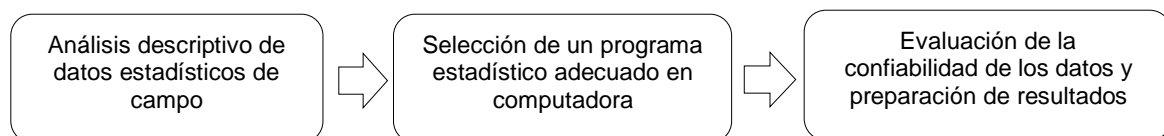


Figura 2. Esquema de análisis estadístico.

Luego de la toma de los datos de campo, se procedió al análisis de varianza (ANVA) utilizando los paquetes estadísticos Info Stat y SAS System ver.12.6 para todas las variables de respuesta estudiadas. Para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 % de significancia, propuesto por Rodríguez del Ángel (1991).

Las variables evaluadas fueron:

Días a emergencia. Expresados en el número de días desde la fecha de siembra hasta la emergencia del 50% de las plantas de cada parcela (Gutiérrez, 2001).

Número de macollos. Se evaluó cuando el 50 % de las variedades presenten esta fase macollamiento (Espitia y

Villaseñor, 2002). Se evaluó contando los macollos que emergieron en cada planta, desde la emergencia, parámetro que se evaluó en cinco plantas por cada unidad experimental haciendo un total de 135 plantas (Espitia y Villaseñor, 2002).

Altura planta. Fue medida cada semana hasta el momento de la cosecha, por variedad y bloque de acuerdo al diseño experimental; para ello se eligieron cinco plantas al azar, haciendo la lectura desde el cuello de la planta hasta el pie de la espiguilla terminal, las cuales se midieron durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo (Espitia y Villaseñor, 2002).

Relación hoja/tallo. Para determinar el rendimiento de una planta forrajera es necesario trabajar con material seco ya que el mismo constituye una fuente de variación muy importante. Para determinar la relación hoja/tallo se tomaron 20 tallos al azar por unidad experimental, cortándose desde la base de la planta, teniendo cuidado de no perder hojas (Villarreal, 2001).

Rendimiento de materia seca. Para evaluar este parámetro se sacaron muestras de dos plantas con una altura promedio por unidad experimental cada 7 días para su peso en kg de materia (Argumentería et al., 1997). Se utilizó la Ecuación 2.

$$\text{Materia seca (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{peso inicial} - \text{peso en seco}}{\text{peso inicial}} \right) \times 100 \quad (2)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días de emergencia

El análisis de varianza (Tabla 1) indica que existe diferencia significativa para niveles de abono verde, los otros factores como: bloques, interacción de variedades con niveles de abono verde y variedades no registraron diferencias significativas. Este resultado muestra que los niveles de materia orgánica influyeron en la emergencia de las variedades en estudio.

Tabla 1. Análisis de varianza, para días a la emergencia.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.31	3	0.10	0.55	0.664 ns
Abono verde	28.22	2	14.11	76.20	0.0001*
Error (a)	1.11	6	0.19		
Variedades	0.22	2	0.11	0.41	0.673 ns
Variedad x abono verde	0.94	4	0.24	0.88	0.458 ns
Error (b)	4.83	18	0.27		
Total	35.64	35			

Coefficiente de variación = 4.05%; *=Significativo; ns=no significativo; F.V. = fuentes de variación; SC = sumatoria de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio; F = F calculado.

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los factores en estudio (Tabla 2), muestra que los niveles de abono verde presentan diferencias significativas, con 0 y 30 t ha⁻¹ con un tiempo de emergencia de 11 y 12 días respectivamente, siendo el nivel de 60 t ha⁻¹ el que tuvo retraso con 14 días.

Tabla 2. Prueba de Duncan para días a la emergencia.

Abono verde (t ha ⁻¹)	Medias	Duncan (5%)
60	14	A
30	12	B
0	11	C

Medias que presentan la misma letra no presentan diferencias significativas.

Las diferencias en los días de emergencia con niveles de abono verde incorporada al suelo, se debe a la escasa precipitación pluvial registrada al inicio del periodo de estudio y descomposición de la materia verde, asimismo se atribuyen a las características propias de cada especie que influyeron de manera homogénea en todos los tratamientos. Al respecto Ochoa (2008), menciona que el promedio de emergencia para la variedad Gaviota con la aplicación de abono de ovino fue de 13 días y con abono vacuno 14 días. Resultados similares al presente estudio.

Número de macollos por planta

El análisis de varianza del número de macollos por planta (Tabla 3), presenta diferencias significativas entre los niveles abono verde y variedades, por otra parte, no presentaron diferencias significativas entre: bloques y variedades por niveles de abono verde.

Tabla 3. Análisis de varianza, para número de macollos por planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	14.80	3	4.93	0.71	0.56 ns
Abono verde	288.49	2	144.40	20.50	0.02 *
Error (a)	41.71	6	6.95		
Variedades	30.50	2	15.25	8.46	0.02 *
Variedad x abono verde	14.73	4	3.68	2.04	0.13 ns
Error (b)	32.45	18	1.80		
Total	422.6	35			

Coefficiente de variación = 16.58 %; *=Significativo; ns=no significativo; F.V. = fuentes de variación; SC = sumatoria de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio; F = F calculado.

Las medias de los factores en estudio (Tabla 4), a un nivel de significancia del $\alpha = 0.05$, muestra que los niveles de abono verde y variedades presentaron diferencias significativas, en el caso de las variedades, Gaviota y Águila, tienen mayor número de macollos con 9 y 8 respectivamente, la variedad Texas presentó el

menor número de macollos con 6 por planta; del factor niveles de abono verde (hoja de coca molida), el nivel de 60 t ha⁻¹ registra 12 macollos por planta, siendo el valor más alto, seguido por 30 t ha⁻¹ con 8 macollos por planta y el nivel de 0 t ha⁻¹ con 5 macollos por planta.

Tabla 4. Prueba de Duncan de número de macollos por planta.

Abono verde (t ha ⁻¹)	Medias	Duncan (5%)
60	12	A
30	8	B
0	5	C
Variedades		
Gaviota	9	A
Águila	8	A
Texas	6	B

Medias que presentan la misma letra no presentan diferencias significativas.

La Tabla 4 detalla el comportamiento de las variedades Gaviota y Águila mostrando valor significativo y superior a Texas. Además, se evidencia un mayor número de macollos por tratamiento con abono verde por tanto los aportes nutricionales del abono verde incidieron en el número de macollos. Al respecto Calderón, citado por Venegas (2016), en Kallutaca encontró 11 macollos en parcelas con riego por inundación y 12 macollos en parcelas a secano (sin riego).

El presente ensayo registró valores similares contrastando que la región es apta para el cultivo forrajero. Apaza (2008) obtuvo 14 macollos en la variedad Gaviota con una densidad de siembra de 80 y 240 kg ha⁻¹ de urea, en el altiplano central, la misma variedad con una densidad de siembra de 100 y 240 kg ha⁻¹ de urea, alcanzaron 20 macollos, el menor número registrado por planta fue de 5 macollos. El presente ensayo registró en promedios 8 macollos por planta, cabe resaltar que la diferencia radica en la fertilización y variedades de avena empleadas en el trabajo.

Altura de planta

La Tabla 5 muestra promedios de altura de planta por tratamiento, con deferentes niveles de materia orgánica para las tres variedades de avena, establece diferencias estadísticas ($\alpha < 0.05$) para niveles de abono verde, variedades e interacción variedades con niveles, asimismo, este anota que no existen diferencias significativas entre bloques.

Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	500.31	3	166.77	0.62	0.62 ns
Abono verde	10 626.00	2	5313.00	19.78	0.00 *
Error (a)	1 611.52	6	268.59		
Variedades	2 235.62	2	1117.80	16.28	0.00 *
Variedad x abono verde	907.53	4	226.88	3.30	0.03 *
Error (b)	1 235.97	18	68.66		
Total	17 116.90	35			

Coefficiente de variación = 6.54 %; *=Significativo; ns=no significativo; F.V. = fuentes de variación; SC = sumatoria de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio; F = F calculado.

La Tabla 6 registra promedios de altura de planta, en niveles de abono verde de 30 y 60 t ha⁻¹ presentaron valores altos de 141.63 y 135.65 cm de altura por planta, en el caso de 0 t ha⁻¹ registró 102.57 cm, siendo el de menor altura de los tratamientos en estudio.

Tabla 6. Prueba de Duncan para altura de planta.

Abono verde (t ha ⁻¹)	Medias (cm)	Duncan (5%)
30	141.63	A
60	135.65	A
0	102.57	B
Variedades		
Texas	137.10	A
Gaviota	124.65	B
Águila	118.10	B

Medias que presentan la misma letra no presentan diferencias significativas.

La variedad Texas presentó un valor de 137.10 cm de altura por planta, significativamente superior al registrado por Gaviota y Águila con 124.65 y 118.10 cm respectivamente. Se evidencia diferencias entre niveles de abono verde y variedades, con la incorporación coca molida al suelo. Al respecto Aduviri (2014), menciona que la altura de la planta se ve influenciada por el abono verde, por el aporte de nutrientes, que posibilita un mayor crecimiento, permitiendo mejorar la fotosíntesis y el desarrollo de la planta.

Análisis de interacción para altura de planta

La Figura 3 establece que las variedades Texas, Gaviota y Águila interactúan con 0 t ha⁻¹ de abono verde, registrando valores de 105.45, 105.4 y 96.85 cm de altura planta respectivamente; con 30 t ha⁻¹ las variedades Texas, Gaviota y Águila reportan 155.15, 142.45 y 127.3 cm de altura, mostrando un mejor comportamiento agronómico, seguido por el nivel de 60 t ha⁻¹ de abono verde donde las variedades Texas, Águila y Gaviota anotan 150.7, 130.15 y 126.10 cm de altura respectivamente.

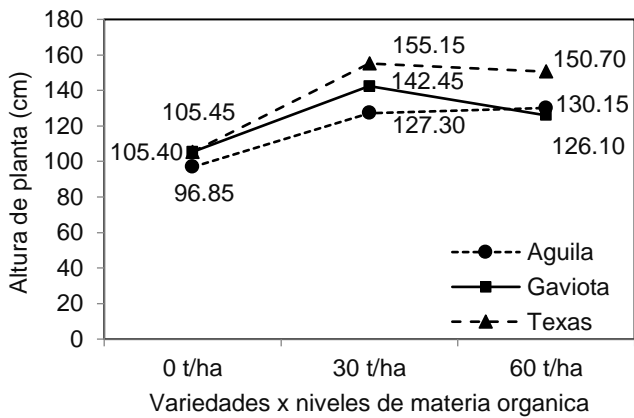


Figura 3. Interacción de variedades en niveles de abono verde para la variable altura planta.

El resultado se debe al abono verde que mejora la estructura del suelo aporta mayor cantidad de nutrientes, permite mejorar la fotosíntesis y el crecimiento de planta se acelera.

Relación hoja/tallo

El análisis de varianza hoja/tallo (Tabla 7), registra diferencias significativas para los niveles de abono verde y variedades, en tanto que los demás fuentes de variación no presentan diferencias significativas.

Tabla 7. Análisis de varianza para la relación hoja/tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0.03	3	0.01	1.25	0.3726 ns
Abono verde	0.88	2	0.44	50.59	0.0002 *
Error (a)	0.05	6	0.01		
Variedades	0.10	2	0.05	8.71	0.0023 *
Variedad x abono verde	0.02	4	0.00	0.75	0.5728 ns
Error (b)	0.11	18	0.01		
Total	1.19	35			

Coefficiente de variación = 12.48 %; *=Significativo; ns=no significativo; F.V. = fuentes de variación; SC = sumatoria de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio; F = F calculado.

El análisis de los resultados registrados establecen diferencias estadísticas (Tabla 8), en el caso de niveles de 60 y 30 t ha⁻¹ de abono verde, los tratamientos registraron mayores valores de relación hoja/tallo con 0.79 y 0.66 respectivamente, superior con respecto al nivel de 0 t ha⁻¹ con 0.41. La variedad Águila mostró un valor de hoja/tallo de 0.68, siendo superior al resto de las variedades.

Tabla 8. Prueba de Duncan del índice de la relación hoja/tallo.

Abono verde (t ha ⁻¹)	Medias	Duncan (5%)
60	0.79	A
30	0.66	B
0	0.41	C
Variedades		
Águila	0.68	A
Gaviota	0.63	A
Texas	0.55	B

Medias que presentan la misma letra no presentan diferencias significativas

Para el índice de la relación hoja/tallo, la variedad Águila presentó mayor índice 0.68, seguido de Gaviota 0.63 y Texas 0.55, estos resultados obtenidos, concuerdan con los obtenidos por Villarroel (2001), quien concluye que la avena presentó mayor índice con un valor 0.81, seguido por el Triticale con 0.60 y la cebada con un promedio de 0.57. Investigación realizada en la Estación Experimental de Belén, Altiplano Norte del departamento de La Paz.

Rendimiento de materia seca

El análisis de varianza para rendimiento de materia seca (Tabla 9), presenta diferencias altamente significativas para niveles de abono verde, factor variedades e interacción variedades con niveles, en tanto que las demás variables no presentan diferencias significativas.

Tabla 9. Análisis de varianza para materia seca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	122.55	3	40.85	0.43	0.74 ns
Abono verde	2 137.51	2	1 068.76	11.14	0.0096 *
Error (a)	575.64	6	95.94		
Variedades	129.04	2	64.52	5.96	0.010 *
Variedad x abono verde	133.71	4	33.43	3.09	0.042 *
Error (b)	194.99	18	10.83		
Total	3 293.43	35			

Coefficiente de variación = 8.61 %; *=Significativo; ns=no significativo; F.V. = fuentes de variación; SC = sumatoria de cuadrados; gl = grados de libertad; CM = cuadrado medio; F = F calculado.

La prueba de Duncan al 5% (Tabla 10), establece que existe diferencias significativas, en el caso de niveles de 60 y 30 t ha⁻¹ de abono verde, con un rendimiento de materia seca de 16 427.27 y 15 281.82 kgMS ha⁻¹ respectivamente, suficientemente superior al nivel de 0 t ha⁻¹ de abono verde con 9 993.94 kgMS ha⁻¹.

Tabla 10. Prueba de Duncan para materia seca.

Abono verde (t ha ⁻¹)	Medias (kgMs ha ⁻¹)	Duncan (5%)
60	16 427.27	A
30	15 281.82	A
0	9 993.94	B
Variedades		
Gaviota	14 706.06	A
Texas	13 972.73	A B
Águila	13 024.24	B

Medias que presentan la misma letra no presentan diferencias significativas.

Las variedades muestran diferencias estadísticas, siendo Gaviota el que presentó el mejor valor de materia seca con 14 706.06 kgMS ha⁻¹ en relación a las otras. Al respecto Lobatón (2001), señala que la variedad Gaviota alcanzó un rendimiento en materia seca de 13 t ha⁻¹ en la localidad de Calamarca, valor que se aproxima al encontrado en el presente estudio. Análisis de interacción para materia seca. La Figura 4 muestra el comportamiento de las variedades de avena a diferentes niveles de abono verde, se aprecia que las variedades Texas, Águila y Gaviota han interactuando con 0 t ha⁻¹ de abono verde y presentan diferencias sustanciales con registros menores de materia seca con 8 745.45, 9 827.27 y 11 409.09 kgMS ha⁻¹ respectivamente.

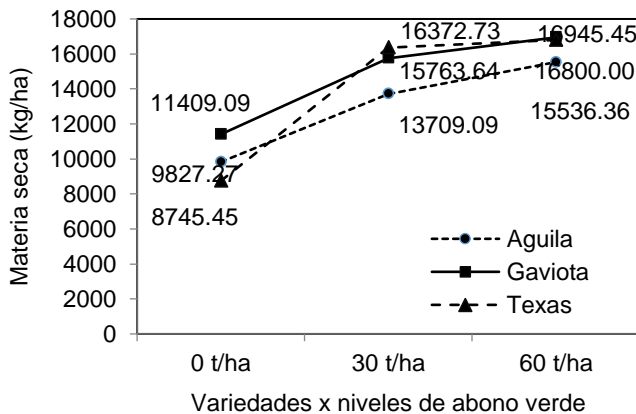


Figura 4. Comportamiento de tres variedades y niveles de abono verde para materia seca.

La interacción con nivel de 60 t ha⁻¹ en variedades Águila, Texas y Gaviota alcanzaron registros de materia seca de 15 536.36; 16 800.00 y 16 945.45 kgMS ha⁻¹, seguido por el nivel de 30 t ha⁻¹ de abono verde en variedades Águila, Gaviota y Texas con 13 709.09, 15 763.64 y 16 372.73 kgMS ha⁻¹ respectivamente. Conde (2003), introdujo variedades y accesiones de avena y observó que la accesión PI 401857 tuvo mayor rendimiento con 20.4 tMS ha⁻¹, al contrario que la accesión PI 365617 con 5.8 tMS ha⁻¹.

El presente ensayo tiene datos similares en las variedades estudiadas.

CONCLUSIONES

La variable días a la emergencia, registra diferencias significativas; para los niveles de 0 y 30 t ha⁻¹, en 11 y 12 días respectivamente, siendo el nivel de 60 t ha⁻¹, el que tuvo mayor retraso de 14 días; obteniendo tiempos adecuados en relación a variedades criollas utilizadas en el área de investigación. En número de macollos, los niveles de abono orgánico y variedades, presentaron diferencias significativas en las variedades, Gaviota y Águila con 9 y 8 macollos por planta, mientras Texas presentó 6 macollos; los niveles de 60 t ha⁻¹ con 12 macollos por planta y de 30 t ha⁻¹ con 8 macollos por planta y el nivel de 0 t ha⁻¹ con 5 macollos por planta.

En altura de planta, los niveles de abono orgánico de 30 y 60 t ha⁻¹, presentaron valores superiores, con 146.63 y 135.65 cm; en el caso de 0 t ha⁻¹ alcanzó a 102.57 cm, siendo de menor altura de los tratamientos en estudio. La variedad Texas anotó un valor de 137.10 cm, mostrando significancia al registrado por las variedades Gaviota y Águila, con 124.6 y 118.1 cm respectivamente. La relación hoja/tallo, muestra que los tratamientos de 60 y 30 t ha⁻¹ con abono verde registraron valores de 0.79 y 0.66 siendo los de mejor comportamiento, suficientemente superior el nivel de 0 t ha⁻¹ con 0.41. La variedad Águila registra el valor de 0.68 siendo similar al resto de las variedades estudiadas.

En rendimiento de materia seca, los niveles de 60 y 30 t ha⁻¹ de abono orgánico, anotaron la mayor cantidad con 16 427.27 y 15 281.82 kgMS ha⁻¹ y superiores al nivel de 0 t ha⁻¹ con 9 993.94 kgMS ha⁻¹; en relación a variedades Gaviota establece 14 706.06 kgMS ha⁻¹ superior a las otras variedades analizadas. El análisis de interacción variedades y niveles con 60 t ha⁻¹ mostraron rendimientos de materia seca de 15 536.36; 16 800.00 y 16 945.45 kgMS ha⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

Aduviri, L. 2014. Comportamiento agronómico de tres variedades de avena (*Avena sativa* L.) con aplicación de materia orgánica, en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 67-73 p.

- Apaza, R. 2008. Respuesta a la fertilización nitrogenada y densidad de siembra de la avena (*Avena sativa* L.) en la Provincia Ingavi. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 16-17.
- Argamentería, G, De la Roza, B, Martínez, A, Sánchez, L; Martínez, A. 2007. El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). pp. 1-127.
- Conde, H. 2003. Caracterización agronómica y fenológica de accesiones de avena en proceso de introducción en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 27-32; 66-68.
- Chilón, E. 2013. Manual de edafología. Texto de estudio UMSA. Ed. Cidat. La Paz, Bolivia. 60p.
- Espitia, RE; Villaseñor, HE. 2002. Momento óptimo de corte y comparación de genotipos de avena forrajera. In: Memoria del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, Estado de México. 282 p.
- Gonzales, M. 2001. Taller de cultivos extensivos. Manual. México Universidad Técnica de Monterrey. 134 p.
- Enciclopedia Océano 2017. Enciclopedia Practica de la Agricultura y la ganadería Ed. Océano/Centrum, 330-333 p.
- Gutiérrez, R. 2001. Introducción de seis variedades de Millmi (*Amarantus spp.*) en tres localidades de la región de Yungas del departamento de La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 141 p.
- Hernández, R. 2006. Metodología de la investigación. 2ª. Edición. México: McGraw-Hill. 125 p.
- Huanca, V. 2007. Incorporación de tres especies como abono verde y sus efectos en el rendimiento de variedades de quinua en Centro Quipaquipani - Provincia Ingavi del departamento de La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 28 p.
- Lobaton, G. 2001. Estudio de dos variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.) a seco y bajo riego por goteo en Calamarca, La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Escuela Militar de Ingeniería "Mcal. Antonio José de Sucre". pp. 67-96.
- UNODC (Oficina de la Naciones Unidas la Droga y el Delito). 2018. Estado Plurinacional de Bolivia-Monitoreo de Cultivos de Coca 2017. Ed. UNODC. Consultado 15 sep. 2017. Disponible en <http://www.unodc.org/documents/crop-monitoring/Bolivia/web.pdf>.
- Ochoa, T. 2008. Evaluación de variedades de avena en diferentes niveles de abonamiento orgánico en el altiplano central. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 168 p.
- Rodríguez del Ángel, JM. 1991. Métodos de investigación pecuaria, México D.F. Ed. Trillas-UAAAN México. pp. 55-70.
- SENAMHI. 2018. Centro de información meteorológica. (En línea). La Paz, Bolivia, Consultado 18 agosto 2017. Disponible en <http://www.senamhi.org.bo>
- SEFO, 2016. Empresa de Semillas Forrajeras SEFO, Semillas de calidad para pasturas y forrajes, semillas forrajeras.htm actualizado web máster, Cochabamba Bolivia. pp. 1-5.
- Venegas, I. 2016. Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de avena bajo dos densidades de siembra en la estación experimental de cota. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 66-67.
- Villarroel, N. 2001. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (avena, cebada y triticale) en diferentes épocas y densidades de siembra en la estación Experimental de Belén, Altiplano Norte. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. pp. 4.

Artículo recibido en: 09 de febrero 2020

Aceptado en: 21 de abril 2021