

INCREMENTO DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA POR ABONOS VERDES EN LOS SUELOS ESTRESADOS

INCREASE IN ORGANIC MATTER CONTENT FOR GREEN FERTILIZERS IN STRESSED SOILS

LINO RODRÍGUEZ R. G.

RESUMEN

La producción de pasturas en abarca las provincias Obispo Santisteban, Warnes, y Andrés Ibáñez del departamento de Santa Cruz los problemas más comunes en estos suelos son: altamente arenosos, con bajo contenido de nutrientes y materia orgánica. Para reducir estos problemas y principalmente el escaso contenido de materia orgánica, el uso de los abonos verdes en asociación, sucesión y/o rotación con pasturas es de gran importancia. En general, los abonos verdes son leguminosas que aportan cantidades importantes de materia verde y seca, protegen al suelo de las temperaturas y de las lluvias, mejoran las propiedades física, química y biológica vía reciclaje de nutrientes. Con el fin de restaurar la calidad de los suelos, mediante la adición de la fitomasa de los abonos verdes se tomó una de muestra del suelo del Haras del Ejército Montoneros de la independencia. Se realizó el análisis físico del suelo. Se procedió a la preparación de la parcela, la inoculación y sembrado de las semillas de la Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), Lab lab (*Lab lab purpureus*) y Frejol de puercos (*Canavalia ensiformis*). Se determinó el crecimiento, la cobertura de suelo, la cantidad de fitomasa y el aporte de nutrientes (N, P, K). A los 80 días de la siembra: la altura media de 24,59 a 26,11 cm, el porcentaje cobertura del suelo entre 84,06 y 94,94 %. El peso del follaje húmedo entre 7460 y 4827 kg ha^{-1} y del seco entre 2755 y 1230 kg ha^{-1} . Los nutrientes aportados Nitrógeno entre 42,85 y 110,20 kg ha^{-1} , Fósforo entre 2,65 y 9,92 kg ha^{-1} , Potasio entre 24,01 y 60,34 kg ha^{-1} , según la leguminosa. Bajo las condiciones edafo-climáticas del Haras del Ejército "Montoneros de la independencia" el Lab lab (*Lab lab purpureus*) aportó mayor cantidad de fitomasa seca, y una mejor contribución de nutrientes presente en la materia orgánica, por estas características es conveniente su uso en la recuperación de las propiedades químicas de estos suelos. La Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), se convierte en una alternativa, al no ser susceptible al ataque del pulgón negro (*Aphis craccivora*) y por su regular desempeño en el área de estudio.

ABSTRACT

Pasture production in the provinces Obispo Santisteban, Warnes, and Andrés Ibáñez of the department of Santa Cruz. The most common problems in these soils are: very sandy, with low content of nutrients and organic matter. To reduce these problems and especially the low content of organic matter, the use of green manures in association, succession and / or rotation with pastures is of great importance. In general, green manures are legumes that provide significant amounts of green and dry matter, protect the soil from temperatures and rain, improve physical, chemical and biological properties by recycling nutrients. In order to restore the quality of the soils, by adding the phytomass of the green manures. The sampling of the soil of the Haras of the Montoneros Army of Independence. Soil physical analysis was performed. The plot was prepared, the inoculation and sowing of the seeds of the Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), Lab lab (*Lab lab purpureus*) and Pork bean (*Canavalia ensiformis*). Growth, soil cover, amount of phytomass and nutrient supply (N, P, K) were determined. 80 days after planting: the average height of 24.59 to 26.11 cm, the percentage of ground cover between 84.06 and 94.94%. The weight of the wet foliage between 7460 and 4827 kg ha^{-1} and the dry between 2755 and 1230 kg ha^{-1} . Nutrients provided Nitrogen between 42.85 and 110.20 kg ha^{-1} , Phosphorus between 2.65 and 9.92 kg ha^{-1} , Potassium between 24.01 and 60.34 kg ha^{-1} , according to legume. Under the edafo-climatic conditions of Haras of the Army "Montoneros de la independencia" the Lab lab (*Lab lab purpureus*) provided a greater quantity of dry phytomass, and a better contribution of nutrients present in organic matter, for these characteristics its use is convenient in the recovery of the chemical properties of these soils. The Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), becomes an alternative, as it is not susceptible to attack by the black aphid (*Aphis craccivora*) and due to its regular performance in the study area

PALABRAS CLAVE

Abonos verdes, materia orgánica, cobertura del suelo, Suelos estresados.

KEYWORDS

Green manures, organic matter, ground cover, stressed soils.

INTRODUCCIÓN

La producción de pasturas en el departamento de Santa Cruz abarca las provincias Obispo Santisteban, Warnes, Sara, La Bélgica, Andrés Ibáñez, La Guardia, El Torno y Jorochito. Los problemas más comunes en estas zonas para la producción de pasturas son los suelos muy arenosos, con bajo contenido de nutrientes y materia orgánica (Joaquín, 2002). En la provincia Warnes, se ubican las tierras de la unidad, El Haras del Ejército “Montoneros de la Independencia”, donadas en la década de los años 80 por el señor Ramón Darío Gutiérrez Jiménez; en sus inicios se sembró algodón y caña de azúcar, que se prolongó hasta 1994.

Debido a los bajos rendimientos obtenidos en la caña de azúcar, se sembró pastura, con intentos esporádicos de siembra de cultivos como, algodón, soya, sésamo y maní. Actualmente, una parte de estos suelos se encuentran en barbecho, debido al bajo contenido de nutrientes de los suelos y otra se encuentran sembrados con pastos (Viruez, 2018), que se destina para la alimentación del ganado caballar; sin embargo las pasturas no generan los rendimientos esperados de acuerdo con sus características agronómicas (Vasquez, 2018), a causa entre otros factores, a la insuficiente provisión de nutrientes, provocado por la progresiva reducción del contenido de materia orgánica.

Para reducir los efectos negativos del escaso contenido de materia orgánica, es necesario aplicar tecnologías de bajo costo, como el uso de los abonos verdes en asociación, sucesión y/o rotación con pasturas. En general, el uso de abonos verdes con especies de leguminosas aporta cantidades importantes de materia verde y seca, para proteger al suelo de las altas temperaturas y de la intensidad de las lluvias, esto reduce significativamente la erosión hídrica y eólica y al mismo tiempo, mejora las propiedades física, química y biológica vía reciclaje de nutrientes (Sanclemente y Prager, 2009) e incrementa el contenido de materia orgánica lábil de rápida descomposición (Prager et al., 2012). Otros efectos indirectos son la estabilización de los agregados del suelo, el incremento de la capacidad de infiltración del agua y la aireación del suelo (GarcíaHernández et al., 2000).

Las investigaciones sobre abonos verdes realizadas en el Departamento de Santa Cruz, muestran resultados favorables para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en diferentes sistemas agropecuarios, mediante el aporte de materia verde y seca de las especies estudiadas.

En los años 90, el CIAT recomendó el uso de abonos verdes, para el mejoramiento de suelo a través de la incorporación de la materia verde. En el año 1994, CETABOL desarrolló investigaciones en sistemas de rotación con la introducción de abonos verdes, continuando los ensayos hasta el año 1998. (Uchida, 1999)

Productos agropecuarios de varios países del mundo, han utilizado numerosas especies vegetales como abono verde (Prager et al, 2001), entre las que se cita a la Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), especie con alta tasa de fijación de N₂ (hasta 150 kg N total ha⁻¹), controla arvenses por efectos alelopáticos e interferencia lumínica por su rápida cobertura, es altamente invasora por lo cual, requiere de podas.

Según Prager et al., (2012), el Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) es apta para condiciones extremas de sequía, con suelos con limitación de nutrientes disponibles, acidez y sombra, por ello, es recomendada para suelos marginales, llega a fijar hasta 240 kg N total ha⁻¹, puede producir entre 40 y 50 t ha⁻¹ de material verde.

Lab lab (*Lab lab purpureus*) además de su potencial como fuente de nutrientes para la alimentación del ganado puede fijar entre 15 a 40 kg de nitrógeno fijado por tonelada de materia seca, es una especie tolerante a la sequía y a suelos con bajo contenido de nutrientes (Humphreys, 1995 citado por Beltrán 2006).

La evaluación de la contribución de tres especies de abonos verdes, para incrementar el contenido de materia orgánica, en los suelos de los predios de El Haras del Ejército “Montoneros de la Independencia” ubicado a 23 km. de la ciudad de Santa Cruz, con respecto a las referencias de los rendimientos expuestos por el CIAT para la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los predios de El Haras del Ejército “Montoneros de la Independencia”, que está ubicado en COMPEBOL, Santa Rosita del Paquí, provincia Warnes, distante a 27 km de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en el Polígono 008, con 24 puntos de Este a Norte

MATERIALES

Agroquímico: Insecticida ENGEO® Tiametoxam 14,1 g + Lambdacialotrina 10,6 g.

Herramientas:

Pala, picota, azadón de marca Tramontina, Mochila fumigadora 20 litros marca Jacto, Flexo metro 5 m Stanley, Huincha 50 m Ejecutivo, hilo nylon.

Semillas: Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), Lab lab (*Lab lab purpureus*), Frejol de Puerco (*Canavalia ensiformis*) todas con inoculante N₂.

Materiales de laboratorio. Picnómetro de 50 ml, bureta de 100 ml, Cilindro de calicata de 200 g, Balanza de precisión, horno, alcohol etílico, agua destilada. Mullidora de suelo (vasija y molidor manual).

MÉTODOS

La toma de muestra del suelo del Haras del Ejército “Montoneros de la independencia” se realizó en un área de ¼ de hectárea, se colectaron 20 sub muestras en zig zag, para formar una muestra compuesta de 1,0 kg, de 0 a 20 cm de profundidad, para el análisis de las características químicas y físicas.

El método para determinar la densidad de cada capa del suelo por medio de la titulación utilizando el picnómetro por medio de dos solventes.

Se excavó una calicata de 1,0 m³, para describir las capas que conforman el perfil del suelo. Con la ayuda del color del suelo, se apreciaron 6 capas.

De cada capa, con cuatro reiteraciones cada una, se pesó

20 de suelo, se secaron por 12 horas en el horno a 105°C de temperatura, al término del secado se procedió a moler. El suelo fue transferido a un picnómetro de 50 ml de capacidad, y sobre él con una bureta, se vertió agua hervida y enfriada dentro de picnómetro y se determinó el volumen ocupado por el suelo, esta misma actividad se realizó con alcohol etílico.

La preparación del ensayo consistió en dos pasadas de rastra y una de arado. Luego se procedió a la delimitación de las parcelas. Con la ayuda de estacas e hilo nylon se señaló cada unidad experimental de 1,0 m de ancho por 3,0 m largo. Entre cada repetición se dejó 0,50 m de ancho, que fue utilizado como calle.

N₂ producto biológico preparado con bacteria fijadoras de nitrógeno atmosférico, que se aplica sobre la semilla al momento de la siembra.

Las leguminosas pueden obtener nitrógeno del aire mediante la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium*. En las raíces de las leguminosas se forman nódulos, donde se almacena el nitrógeno que luego es incorporado al resto de la planta, a su vez la planta proporciona carbohidratos y nutriente a la bacteria, esta simbiosis es viable hasta la etapa de floración de la leguminosa.

La inoculación se realizó de acuerdo a la recomendación del fabricante (CIAT), el procedimiento consistió en: Vaciar el inoculante a un recipiente, añadir agua de lluvia y mezclar bien. Verter la mezcla sobre la semilla y distribuir uniformemente.

Dejar secar en la sombra y sembrar lo antes posible.

Cuando el inoculante sobre la semilla estuvo con la humedad apropiada, se procedió a la siembra manual, colocando tres semillas por punto, a una distancia de 0,20 m entre plantas y 0,20 m entre surcos. Cada tratamiento contó con 94 puntos en cada una de las 6 filas, que conformó una unidad experimental. Posterior a los 45 días después de la siembra, el Lab lab (*Lab lab purpureus*) fue atacado por el pulgón negro (*Aphis craccivora*), en sus 4 reiteraciones, en algunas con mayor incidencia que en otra.

Los demás tratamientos no mostraron ser susceptible al ataque de esta plaga. Este ataque puede atribuirse a la prolongada sequía registrada en la zona, que ha limitado la oferta de alimento y ha provocado el ataque al Lab lab (*Lab lab purpureus*).

Para controlar al Pulgón negro (*Aphis craccivora*), se aplicó el producto ENGEO® formulado a base de tiametoxam, que es un neonicotinoide sistémico de alta residualidad, que controla insectos succionadores, mientras la lambda cialotrina es un piretroide que actúa sobre insectos succionadores y masticadores, otorgando poder de volteo. De esta manera, ENGEO® se caracteriza por su buen poder de volteo y persistencia de control, a razón de 0,72 cm⁻³ (Syngenta, 2018), preparado en una mochila de 20 litros y aplicado a cada unidad experimental.

Las condiciones climatológicas, no fueron las más favorables para el crecimiento de los abonos verdes, principalmente por la ausencia de precipitación. Después del establecimiento del ensayo sólo se registró una precipitación de 20 mm. Posterior a los 45 días después de la siembra, los tratamientos denotaron

estrés hídrico, en tal sentido se procedió a realizar el riego con baldes, aplicando 0,38 m³ de agua, la misma que fue extraída de atajados.

Por el método de medición directa se determinó el desarrollo y sus variaciones hasta el día de corte.

A los tres días después de la siembra, en 8 muestras por reiteración, se verificó la germinación y emergencia de la semilla. En Lab lab (*Lab lab purpureus*), el 20% de las semillas germinaron a los tres días y emergieron al cuarto día. Para este tiempo, en la Mucuna ceniza y Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) no se constató la germinación de sus semillas.

A los cinco días después de la siembra, el 30% de las semillas de Lab lab (*Lab lab purpureus*) y Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) geminaron y emergieron, en tanto que en Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) sólo un 20%, considerada para las condiciones del ensayo como la más tardía.

A los 20 días después de la siembra, el 100% de los puntos presentaron plántulas en las tres especies de abonos verdes, momento en que se procedió al raleo de las plantas, que consiste en eliminar la planta menos vigorosa, dejando dos plantas por punto.

En 10 plantas por reiteración, seleccionada al azar, con un flexómetro se realizó la medición de la altura de las plantas, cerciorándose que la medición comience en la base de la planta hasta la finalización del tallo con la última hoja trifoliada, los resultados fueron expresados en cm. El monitoreo del crecimiento de los abonos verdes, se realizó a los 20, 45, 60 y 80 días después de la siembra.

Se utilizó el método de Duabemire, por medición directa, que consiste en cuantificar en porcentaje el área del suelo cubierta por la fitomasa de los abonos verdes. Para delimitar el área, se utilizó un cuadrado 0,25 x 0,25 m. En cada reiteración se tomaron 4 muestras al azar. Esta variable fue evaluada a 20 y 80 días después de la siembra.

Se obtiene el peso de la fitomasa húmeda a partir, del peso obtenido inmediatamente después de su corte, el resultado fue expresado en kg ha⁻¹ (Martinez, 2010). En cada reiteración se cortaron 4 puntos de una superficie de 0,0625 m².

El contenido de agua en los tejidos de los abonos verdes, se eliminó mediante el secado en horno por 48 horas a 70°C. Posteriormente, se obtuvo el peso seco de la fitomasa y se expresó en kg ha⁻¹. En cada unidad experimental se tomaron 4 muestras.

Para determinar el contenido de nutrientes (N, P, K), la fitomasa seca proveniente de cuatro repeticiones de cada tratamiento fue mezclada, cuarteada y analizada una muestra representativa.

Las especies de abonos verdes fueron distribuidas en 4 bloques, bajo un diseño experimental de bloques aleatorizado (Kuehl, 2001), de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + e_{ij} \quad (1)$$

Donde:

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento

ρ_j = Efecto del j-esimo bloque

e_{ij} = Error experimental

INCREMENTO DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA POR ABONOS VERDES EN LOS SUELOS ESTRESADOS

TRATAMIENTOS

1. Testigo (con ausencia de abono verde)
2. Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*)
3. Lab lab (*Lab lab purpureus*)
4. Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*)

Los tratamientos fueron distribuidos en campo, según el siguiente croquis, figura 1.

T1	T4	T3	T2
T4	T2	T1	T3
T3	T2	T1	T4
T2	T1	T4	T3

Fig.1. Distribución de los tratamientos en campo

Las variables que mostraron diferencia estadística significativa fueron sometidas a la prueba de rangos, aplicando la Diferencia Mínima Significativa al 5% de probabilidad, mediante el programa estadístico Infostat.

Las variables que mostraron diferencia estadística significativa fueron sometidas a la prueba de rangos, aplicando la Diferencia Mínima Significativa al 5% de probabilidad, mediante el programa estadístico Infostat.

RESULTADOS

Cada bolsa con 250 g de inoculante está dosificada para una cantidad variable de semilla, que depende el tamaño de la misma, mientras más pequeña es la semilla, se requiere de mayor cantidad del producto.

Tratamiento	Mucuna ceniza	Lab lab	Frejol de puerco
Cantidad de semilla kg por Bolsa de Inoculante	50,0	25,0	50,0
Cantidad de Inoculante en gramos por kg de semilla	5	10	5
Agua ml	40	60	40

Se obtiene el peso de la fitomasa húmeda a partir, del peso obtenido inmediatamente después de su corte, el resultado fue expresado en kg ha⁻¹ (Martinez, 2010). En cada reiteración se cortaron 4 puntos de una superficie de 0,0625 m².

Los pesos del follaje húmedo fueron de: Mucuna ceniza 6879 kg ha⁻¹, Lab lab 7460 kg ha⁻¹, Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) 4827 kg ha⁻¹.

El contenido de agua en los tejidos de los abonos verdes, se eliminó mediante el secado en horno por 48 horas a 70°C. Los pesos del follaje seco fueron de: Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) 1510 kg ha⁻¹, Lab lab (*Lab lab purpureus*) 2755 kg ha⁻¹, Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) 1230 kg ha⁻¹.

Tabla 2 Crecimiento de los Abonos Verdes

Días después de la siembra	Altura en cm		
	Mucuna ceniza	Lab lab	Frejol de puerco
20	3.40 b	3.66 b	4.16 a
45	11.06 a	11.45 a	8.64 b
60	14.15 c	16.69 a	14.80 b
80	26.11 a	25.01 b	24.59 c

Para determinar el contenido de nutrientes (N, P, K), la fitomasa seca proveniente de cuatro repeticiones de cada tratamiento fue mezclada, cuarteada y analizada. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 3 Cobertura del Suelo en porcentaje

Días después de la siembra	Mucuna ceniza	Lab lab	Frejol de puerco
20	10.88	13.06	13.06
80	94.94	84.06	91.13

Tabla 4. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio (%) en la fitomasa seca de los abonos verdes

Tratamiento	Nutrientes (%)		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Mucuna Ceniza	4,30	0,25	1,59
Lab lab	4,00	0,36	2,19
Frejol de Puerco	3,50	0,22	2,49

Tabla 5. Cantidad de nutrientes en kg·ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio (%) en la fitomasa seca de los abonos verdes

Tratamiento	Nutrientes kg·ha ⁻¹		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Mucuna Ceniza	64.33 b	3.78 b	24.01 b
Lab lab	110.20 a	9.92 a	60.34 a
Frejol de Puerco	42.85 b	2.65 b	30.63 b

Medias en una columna seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos (P < 0,05).

DISCUSIÓN

Las semillas de los abonos verdes fueron inoculadas con el producto llamado Inoculante N₂, producto biológico preparado con bacteria fijadoras de nitrógeno atmosférico, que se aplica sobre la semilla al momento de la siembra.

A los 20 días después de la siembra, el 100% de los puntos presentan plántulas en las tres especies de abonos verdes, momento en que se procedió al raleo de las plantas, que consiste en eliminar la planta menos vigorosa, dejando dos plantas por punto.

La Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) demoró en germinar y emerger, y esto retrasó el crecimiento de las plantas. Son las plantas más pequeñas, con alturas que variaron entre 3 y 4 cm.

Lab lab (*Lab lab purpureus*), a los 20 días posterior a la siembra, tuvo una germinación homogénea mientras Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) no.

En la evaluación a 45 días se verifica la presencia entre 2 y 3 trifolios. El 30 % de las plantas aún exhibe la primera hoja verdadera.

En la evaluación a 60 días 80% de las plantas de Lab lab (*Lab lab purpureus*) se contabilizan 6 trifolios bien desarrollados, en el restante 20 %, 7 trifolios. Mientras que en el Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) 70% de las plantas se contabilizan 4 trifolios y en el restante 30%, 5 trifolios, éste último es pequeño.

A los 80 días el Lab lab (*Lab lab purpureus*) fue la especie con menor tamaño de las plantas, 24,59 cm, en esta época el cultivo exhibe el 50% de las plantas en floración. El crecimiento de las plantas disminuye a los 60 días después de la siembra, esto puede atribuirse a la sequía que enfrentó

La Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) necesita mayor tiempo para su germinación, y su lento establecimiento, contribuyeron para que esta especie cubra el 10,88 % de la superficie del suelo, dejando sin protección el restante 89,12 %. A los 80 días después de la siembra la cobertura del suelo, el análisis de varianza reporta diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos. La Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) confiere mayor cobertura al suelo, con 94,94 % de la superficie cubierta, esto se atribuye al crecimiento indeterminado de la especie con característica rastrera.

El Lab lab (*Lab lab purpureus*) cubre el 91,13 % del suelo y el Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) tan sólo cubre el 84,06 %. Uno de los beneficios de los abonos verdes es la protección al suelo de la acción de los procesos erosivos. La fitomasa reduce los efectos de la radiación solar y ello disminuye la pérdida de humedad del suelo.

Los datos del peso de la fitomasa verde sometidos al análisis de varianza muestran diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos. Entre los pesos del follaje húmedo de Lab lab (*Lab lab purpureus*) y Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), no se registra diferencia estadística significativa, sin embargo, la diferencia en valores absolutos es de 581 kg ha⁻¹.

El peso de la fitomasa húmeda de Lab lab (*Lab lab purpureus*) fue de 7460 kg ha⁻¹, para las condiciones de sequía (30 mm) que experimenta esta especie en las primeras etapas de la fase vegetativa, es un valor elevado, confirmando lo aseverado Beltrán (2006), que Lab lab (*Lab lab purpureus*) es tolerante a la sequía, al haberse establecido bien en zona áridas y semiáridas con precipitaciones de 200 mm anuales. Bajo condiciones de precipitación regular, los valores de fitomasa húmeda son superiores al reportado.

Al respecto Barba et al., (2015), en la campaña agrícola de invierno 2014, obtuvieron 10100 kg ha⁻¹ en la zona norte del departamento de Santa Cruz y 7400 kg ha⁻¹ en la zona Este, más seca. Probablemente el déficit hídrico registrado durante el desarrollo del presente experimento, propicia la formación de menor cantidad de masa aérea.

Las condiciones estresantes, reduce la producción de fitomasa húmeda en Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) a 4827 kg ha⁻¹, en relación al mayor valor del Lab lab (*Lab lab purpureus*), se obtuvo una diferencia de 35,29%, que equivale a 2633 kg ha⁻¹.

Los datos de la fitomasa seca fueron sometidos al análisis de varianza y se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($P < 0,05$). El Lab lab (*Lab lab purpureus*) genera 2755 kg ha⁻¹, 2,2 veces superior a cantidad registrada en Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*). La literatura reporta una amplia variabilidad en la producción de fitomasa seca de Lab lab (*Lab lab purpureus*),

Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), Guarachi y Joaquín, (2006) obtuvieron 1366 kg ha⁻¹; en la recopilación realizada por Hendricksen y Minson, 1985 citado por Beavogui y Remy (1991), los valores fluctúan entre 1600 a 5900 kg ha⁻¹ de materia seca, los autores referidos, encontraron que cuando el Lab lab (*Lab lab purpureus*) es sembrado en junio y cortado 80 días después se obtiene una producción de 1500 kg ha⁻¹ de materia seca, la misma que se incrementa a 1900 kg ha⁻¹ de materia seca, cuando se siembra en enero.

Los valores obtenidos se encuentran en los intervalos mencionados.

En la Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*), el peso de la fitomasa seca fue de 1510 kg ha⁻¹, esta especie alberga 78,05% de agua, es una planta suculenta, sus tallos son poco lignificados y las hojas menos cerosas.

Pese a las condiciones climatológicas adversas, déficit hídrico, hubo un buen aporte de materia orgánica al suelo, proporcionando cobertura y reposición de nutrientes de rápida disponibilidad para el cultivo sucesor.

El Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) registra el menor peso de fitomasa seca (1230 kg ha⁻¹), atribuida a las características de la planta, sus trifolios no crecieron. Esta cantidad de fitomasa seca, es inferior a la reportada por Barba et al., (2015) con 11400 kg ha⁻¹. Los ambientes en que se establece esta especie influye sobre la producción de fitomasa, esta afirmación es corroborada en el trabajo de Viera y Horesok (1985) citado por Beltrán (2006), que reportaron valores de 860 a 7300 kg ha⁻¹ de masa seca.

Los contenidos de nutrientes, indican que el follaje de Mucuna Ceniza (*Mucuna pruriens*) contiene el mayor porcentaje de nitrógeno, superior en 6,5% a valor encontrado en Lab lab (*Lab*

lab purpureus), es posible que una parte provenga de la fijación del nitrógeno atmosférico, al haber sido inoculada la semilla con bacterias *Rhizobium* al momento de la siembra.

En Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) el contenido de nitrógeno es 41,78% más bajo en relación con la *Mucuna* ceniza (*Mucuna pruriens*).

En relación al fósforo presente en la fitomasa, *Lab lab* (*Lab lab purpureus*) registra la mayor concentración (0,36%). En *Mucuna* Ceniza (*Mucuna pruriens*) el análisis foliar detectó 0,26% de fósforo, resultado muy próximo al encontrado por García et al., (2000), que fue de 0,27%. En Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*), el contenido de fósforo es el más bajo (0,22%).

Para obtener la cantidad de nutriente aportado por cada especie, se multiplica el peso de la fitomasa seca por el contenido (%) de cada nutriente. Los resultados se someten al análisis de varianza ($P < 0,05$), obteniéndose diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

En general, los aportes de nitrógeno oscilan entre 42,85 y 110,20 kg ha⁻¹, atribuido en parte a las desfavorables condiciones climáticas en que se desarrollaron (mayo a septiembre). De las especies evaluadas se destaca el valor de *Lab lab* (*Lab lab purpureus*) seguido de *Mucuna* Ceniza (*Mucuna pruriens*). Esta especie contribuye con 1,71 veces más nitrógeno que *Mucuna* Ceniza (*Mucuna pruriens*).

El contenido de fósforo en *Lab lab* (*Lab lab purpureus*) es estadísticamente superior al valor registrado en las otras dos especies en estudio. En *Mucuna* Ceniza (*Mucuna pruriens*) se registró 3,78 kg de fósforo ha⁻¹, inferior al obtenido por García et al., (2000) de 4,70 kg ha⁻¹.

El análisis estadístico del contenido de potasio en la fitomasa seca de los abonos verdes, muestra diferencias significativas entre los tratamientos. En *Lab lab* (*Lab lab purpureus*) es 97% superior al segundo tratamiento, Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*). El menor valor se encuentra en *Mucuna* Ceniza (*Mucuna pruriens*) con 24,01 kg de potasio ha⁻¹.

REFERENCIAS

- Barba, A. R.; Ruiz, A. D. y Viera, V. M. S. (2016). Estudio fenológico de ocho especies de abonos verdes en dos zonas agroecológicas del departamento de Santa Cruz. Informe técnico CIAT.
- Beavogui, M. y Remy, C. V. A. (1991). Aspectos de la agrotécnica y el manejo para la producción de forraje de *Lab lab purpureus* cv. rongai. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. Instituto de ciencia animal, estación experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey. 51p.
- Beltrán, M. F. A. (2006). Efecto de sistemas de Labranza e Incorporación de Abono verde (*Lab lab purpureus* L.) Sweet, sobre las Característica Físicas, Químicas y Biológicas de un Yermosol Haplico en zonas áridas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Program de Estudios de postgrado. 107 p.
- García-Hernández, J. L.; Troyo, D. E y Murillo, A. B. (2000). Apuntes de Labranza Mínima y Labranza de conservación. Publicación para la Transferencia y Divulgación N 3. Centro de investigaciones Biológica del Noroeste S.C. 56 p.
- Gallego, J.; Prager, M.; Sánchez de P. (2010). Efectos de dos abonos verdes sobre la mineralización del nitrógeno y la dinámica de las bacterias oxidantes del amonio y del nitrato en un ciclo productivo de maíz (*Zea mays* L.). Memorias del II congreso internacional de agroecología. Memorias del VI simposio nacional de AgroEcología, Unicauca Popayán Colombia.
- García, M.; Treto, E. y Alvavez, M. (2000). Los abonos verdes: Una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. Estudio comparativo de diferentes especies. Cultivos Tropicales Vol. 21, N 1, p. 5-11.
- Guarachi, M. C.; Rojas, T. P.; Joaquín, A. N. (2006). Producción de biomasa y contenido nutritivo de tres leguminosas durante la época seca. El Remanso, Provincia Warnes, Departamento Santa Cruz. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia. 43 p.
- Kuehl, O. R. (2001). Diseño de experimentos. Principio estadístico de diseño y análisis de investigación. Universidad de Arizona. International Thomson Editores S.A. 576 p.
- Prager, M. M.; Victoria, J. A.; Sánchez de Prager M, Gómez, E.D.; Zamorano, A. (2001). El suelo y los Abonos Verdes, una alternativa de manejo ecológico. Cuadernos ambientales 7. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural.
- Prager, M.; Sanclemente, O. E.; Sánchez de Prager, M.; Gallego, J. M. y Ángel, S. D. I. (2012). Abonos verdes: Tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. En revista AgroEcología, Murcia España. No. 7: 53-62.
- Sanclemente, O. E. y Prager, M. (2009). Efecto del cultivo de cobertura y abono verde: *Mucuna pruriens*, en las algunas propiedades biológicas de un suelo Typic Haplustalfs, cultivado con maíz dulce (*Zea mays* L.) en la zona de ladera del Municipio de Palmira Valle del Cauca, Colombia. Publicado en la Revista Brasileira de AgroEcología. Vol. 4(2): 4133 – 4138.
- Joaquín, N. (2002). Investigaciones en pastos en el Centro de Investigación Agrícola Tropical, Bolivia. Zonas de producción de pasturas en el Departamento de Santa Cruz..Obtenido de: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08db9ed915d622c001b45/R6606o.pdf>
- Uchida, T. (Marzo de 1999). Estudio del desarrollo de las principales especies de abono verde en diferentes épocas de siembra en la zona tropical de Bolivia. Obtenido https://www.cetabol.bo/sitio/images/recursos/menu/suelos/publicaciones/4_estudio_del_desarrollo_de_las_principales_especies_de_abono_verde.pdf
- Vasquez, J. L. (22 de Abril de 2018). Actividad agrícola en los predios del Haras del Ejército, antes BPE-III. (R. G. Lino, Entrevistador)
- Viruez, A. A. (09 de agosto de 2018) actividades agrícolas en los predios donados al Ejército en la década de los 80 hoy conocido como Haras del Ejército. (R. G. Lino, Entrevistador)

CITA

