

## Efecto de dos enmiendas cálcicas y dos abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* "Nicarion", Molinopampa – Chachapoyas – Amazonas

### Effect of two calcium amendments and two organic fertilizers on the yield of the forage species *Setaria sphacelata* "Nicarion", Molinopampa - Chachapoyas - Amazonas

Lily del Pilar Juárez Contreras<sup>1\*</sup>, <sup>a</sup>Roicer Collazos Silva<sup>1</sup>, <sup>b</sup>Segundo Manuel Oliva Cruz<sup>1</sup>, <sup>c</sup>Santos Leiva Espinoza<sup>1</sup>, <sup>d</sup>Héctor Vásquez<sup>1</sup> y <sup>e</sup>William Bardales<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de dos enmiendas cálcicas y dos abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* "Nicarion", Molinopampa – Chachapoyas - Amazonas. *Setaria sphacelata* "Nicarion" es una gramínea forrajera, apetecible y de rendimiento elevado para pastoreo, forraje verde y ensilado. Se puede encontrar en suelos con valores de pH extremos. Se utilizó el diseño experimental DCA con 15 tratamientos y dos repeticiones utilizando dos enmiendas cálcicas (Dolomita y Cal Agrícola) y dos abonos orgánicos (Guano de Islas y Humus) en diferentes dosis. El procesamiento de la información se realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05\%$ ) para la comparación de medias. Como resultado se obtuvo que en todos los tratamientos existieron diferencias significativas en comparación con el testigo absoluto ( $p < 0,05$ ), siendo el más destacado el T8 con diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ). En el T1 se obtuvo un rendimiento de 19 Tn/Ha de forraje verde y 4 Tn/Ha de materia seca, con un 8,5 % de proteína y aprovechado a los 95 días, en comparación con el T8 donde se incorporó la mejor dosis tanto en enmiendas como en abonos orgánicos dando como resultado un rendimiento de 43 Tn/Ha de forraje verde y 15 Tn/Ha de materia seca, con un 9,5 % de proteína y se aprovechó en 83 días.

**Palabras clave:** Forraje verde, materia seca, enmiendas cálcicas, abonos orgánicos

#### ABSTRACT

The goal of the present investigation was to evaluate the effect of the application of two calcium amendments and two organic fertilizers on the yield of the forage species *Setaria sphacelata* "Nicarion", Molinopampa - Chachapoyas - Amazonas. *Setaria sphacelata* "Nicarion" is a forage grass, appetizing and high yield for grazing, green forage and silage. It can be found in soils with extreme pH values. The experimental design DCA was used with 15 treatments and two replicates using two calcium amendments (Dolomite and Cal Agrícola) and two organic fertilizers (Guano de Islas and Humus) in different doses. The information processing was performed by analysis of variance and the Tukey test ( $\alpha = 0.05\%$ ) for means comparison. As a result it was obtained that in all the treatments there were significant differences in comparison with the absolute control ( $p < 0.05$ ), being the most outstanding T8 with highly significant differences ( $p < 0.01$ ). In T1, a yield of 19 Tn / Ha of green forage and 4 Tn / Ha of dry matter, with 8.5% of protein and harvested at 95 days was obtained, in comparison with the T8 where the best dose was incorporated both in amendments and in organic fertilizers resulting in a yield of 43 Tn / Ha of green forage and 15 Tn / Ha of dry matter, with 9.5% of protein and was used in 83 days.

**Keywords:** green forage, dry matter, liming, organic fertilizers

<sup>1</sup>Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Perú

<sup>a</sup>E-mail: rcollazos@indes-ces.edu.pe <sup>b</sup>E-mail: soliva@indes-ces.edu.pe <sup>c</sup>E-mail: santos.leiva@untrm.edu.pe <sup>d</sup>E-mail: hvasquez@indes-ces.edu.pe <sup>e</sup>E-mail: william.bardales@untrm.edu.pe

\*Autor de correspondencia: ljuarez@indes-ces.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

La ganadería en Latinoamérica es la actividad que ocupa el mayor área de la frontera agropecuaria. Uno de los principales cambios del uso de la tierra ha sido la deforestación de bosques para establecer pasturas para la ganadería (Harvey *et al.*, 2005). En la región Amazonas de Perú, hoy en día la ganadería bovina se ha tornado en una actividad principal en zonas predominantes como los distritos de Leymebamba, Pomacochas y Molinopampa. En el año 2015 se registró que, para la producción nacional, el subsector pecuario creció el 3,89%, contribuyendo a la producción de leche fresca en un 3,07%. Estos datos se basan en el mayor número de ganado de ordeño en las cuencas lecheras, considerando a la región Amazonas como la sexta cuenca productora de leche fresca (INEI, 2013), destacando Molinopampa como una de las tres cuencas lecheras principales de la región (Oliva *et al.*, 2015).

El “Nicarion” (*Setaria sphacelata*) es una herbácea usada con fines forrajeros en numerosos lugares del mundo. Se usa para distintos tipos de ganado, principalmente en el bovino y en el ovino, porque incrementa los niveles de proteína en las pasturas y aumenta la productividad (Clarksson *et al.*, 1991).

La mayoría de los agricultores de esta zona que se dedican a la ganadería no realizan prácticas apropiadas en cuanto al manejo agronómico de dicha especie forrajera, por lo cual la rentabilidad y la calidad nutricional del pasto para la ganadería tienden a ser muy bajas. En los sistemas agrícolas mixtos, los sistemas de cultivo suelen girar alrededor de la alimentación de los animales, que contribuyen con el estiércol para la producción de cultivos (Malhi *et al.*, 2009). Por esta razón, a través de esta investigación se pretende mejorar el rendimiento de la especie forrajera, *Setaria sphacelata* “Nicarion”, y a su vez ayudar a la conservación los suelos. Cabe mencionar que el presente proyecto de investigación se torna en fundamental, ya que su ejecución tiene como objetivo evaluar los efectos de enmiendas cálcicas y abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera

mencionada, proponiendo a los productores del área en cuestión alternativas de solución como: aplicación de abonos orgánicos (macro y micronutrientes) al suelo. Con esta propuesta se espera incrementar el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* “Nicarion” en praderas cultivadas, permitiendo a los ganaderos conocer mejor el comportamiento agronómico y de esta manera obtener mejores beneficios económicos, sociales y ambientales, mejorando su calidad de vida.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

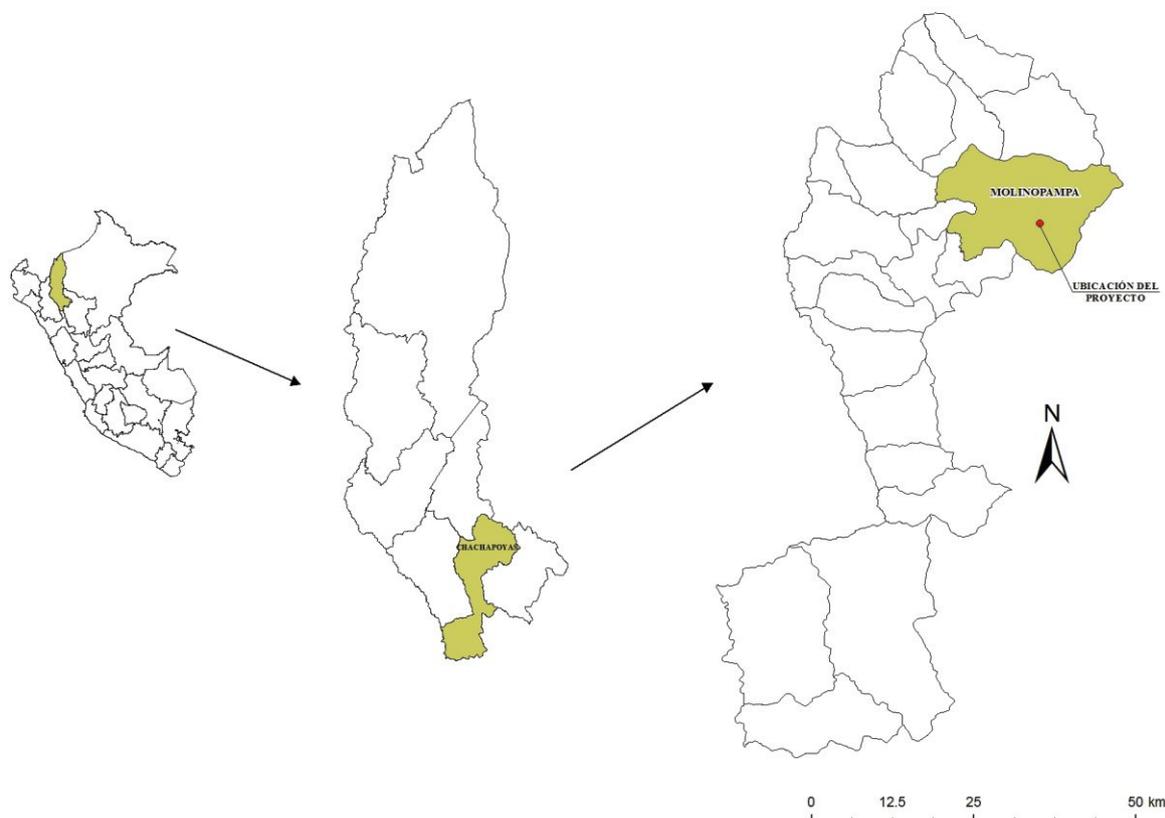
### Área de estudio

La presente investigación se realizó en el distrito de Molinopampa, que se encuentra al Noreste de la Provincia de Chachapoyas, a 2400 m.s.n.m. Predomina el clima frío y las precipitaciones superan los 1200 mm al año; los suelos son generalmente de textura ligera, francos y franco arenosos, bastante profundos y con alto contenido de materia orgánica. El pH es ácido y ligeramente ácido (figura 1).

En esta investigación se trabajó en una parcela con pastura instalada de la especie forrajera *Setaria sphacelata* “Nicarion”, con tres años de anterioridad. Esta fue cortada para dar inicio al trabajo de investigación. Se realizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con 15 tratamientos y dos repeticiones; cada repetición estuvo constituida por 15 parcelas obteniendo en total de 30 unidades experimentales de 6 m<sup>2</sup> cada una. El área total del terreno que se usó fue de 180 m<sup>2</sup>.

### Metodología

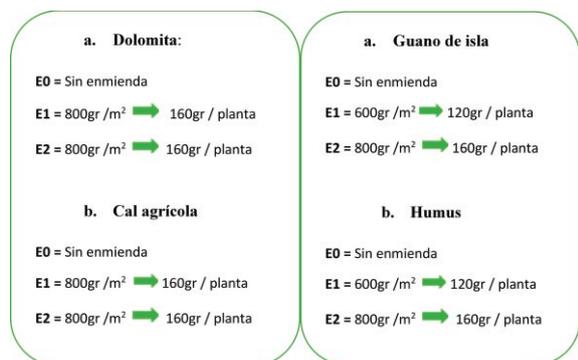
La metodología de la investigación se realizó en tres fases; en la primera, se identificó el área de estudio y los antecedentes de la parcela antes de la instalación de la investigación. Como trabajo previo dentro de esta fase se realizó un análisis de suelo, que fue transportado al laboratorio para ser estudiado antes de la instalación de las plantas en el campo. Para efectuar el análisis del suelo se tomaron muestras a una profundidad de 0 a 30 cm, y se enviaron al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas del INDES-CES de la



**Figura 1.** Mapa de ubicación del estudio en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas.

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM).

En la segunda fase, se identificaron las coordenadas del área de estudio y se realizaron las mediciones de la parcela experimental utilizando un GPS y una cinta métrica de 30 m para las respectivas mediciones. A continuación, se procedió a determinar la dosificación de enmiendas cálcicas y abonos orgánicos donde se emplearon las dosis expuestas en la figura 2.



**Figura 2.** Dosis empleadas de enmiendas cálcicas y abonos orgánicos.

Seguidamente se procedió a realizar el primer corte del pasto debido a que; como área de estudio existía una pastura ya instalada. Después de la actividad anterior se realizó la instalación de la parcela. Una vez identificada el área de la parcela experimental (de 180 m<sup>2</sup>) se subdividió en parcelas más pequeñas de (2x3 m) para poder aplicar los diferentes tratamientos con su dosis respectiva, realizando así el primer corte del pasto antes de la aplicación de los tratamientos. Como resultado el número de plantas a tratar dentro del experimento en cada tratamiento se compuso de 30 plantas por unidad, con un total de 900 plantas. Acto seguido se aplicaron los tratamientos por cada parcela de manera aleatoria cada una con su dosis establecida de enmiendas cálcicas (Dolomita y Cal Agrícola) y de abonos orgánicos (Guano de Islas y Humus).

**Evaluación**

*Paso uno:* Para realizar las evaluaciones de los parámetros establecidos se seleccionaron cinco matas

de pastos dentro de cada unidad experimental (6 m<sup>2</sup>) donde se evaluó el crecimiento de las hojas (tamaño de hojas), se midió el diámetro de cada mata, se contó el número de macollos de cada mata, se midió la altura de planta, y por último se procedió a cortar y pesar cada mata evaluada, para finalmente determinar su contenido de materia seca (se utilizó una regla grande de metal y cinta métrica).

*Paso dos:* Se realizó el corte del pasto una vez transcurridos 90 días cuando el pasto ya se encuentra en condiciones apropiadas para la digestibilidad del ganado. Sin embargo, algunos tratamientos fueron cortados una semana antes debido al tamaño de la planta, debido a la influencia de las dosificaciones de enmiendas y abonos orgánicos.

*Paso tres:* Se realizó la recogida de muestras para determinación de la materia seca de cada mata, y estas muestras fueron llevadas a laboratorio (se cortan las cinco submuestras evaluadas por cada tratamiento y se mezclan, seleccionando finalmente 200 g de muestra en fresco). Para este fin se utilizaron bolsas plásticas y plumones para su codificación. Una vez obtenidas las muestras (200g de cada parcela con su tratamiento) se colocan en sobres de manila cada una con sus respectivas codificaciones (tratamiento con sus repeticiones), y estas son colocadas en la estufa durante 24 h a 100 °C.

*Paso cuatro:* Se realizó el análisis bromatológico de la especie forrajera *Setaria phacelata* "Nicarion". Para realizar el análisis bromatológico de esta especie, se transportaron las muestras al laboratorio de Nutrición Animal de la UNTRM, donde se determinó el contenido de proteína y fibra que compone a la dicha especie.

#### Análisis de datos

En esta última fase se procedió a realizar el análisis de varianza y las pruebas de media utilizando el programa estadístico Statistix (versión 8).

### III. RESULTADOS

#### Determinación de la dosis de enmiendas cálcicas y abonos orgánicos a utilizar para la producción de

#### la especie forrajera *Setaria sphacelata* "Nicarion"

Según los cálculos realizados se incluyeron las dosis para cada tratamiento. En los primeros 15 tratamiento se utilizaron diferentes dosis, mientras que los otros 15 tratamientos fueron las repeticiones cada uno con su dosis específica (Tabla 1).

Tabla 1. Dosificación de enmiendas cálcicas y abono orgánicos por m<sup>2</sup>

Tratamientos	Enmiendas + Abonos (gr)
T1	--
T2	E0 + G. Isla 600
T3	E0 + G. Isla 800
T4	E0 + Humus 600
T5	E0 + Humus 800
T6	Dolomita 800 + A0
T7	Dolo 800 + G. Isla 600
T8	Dolo 800 + G. Isla 800
T9	Dolo 800 + Humus 600
T10	Dolo 800 + Humus 800
T11	Cal Agric. 800 + A0
T12	Cal A. 800 + G. Isla 600
T13	Cal A. 800 + G. Isla 800
T14	Cal A. 800 + Humus 600
T15	Cal A. 800 + Humus 800

Fuente: Elaboración propia

#### Efecto de las enmiendas cálcicas y abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* "Nicarion"

El análisis muestra que existen diferencias estadísticas no significativas, significativas y altamente significativas entre tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza entre enmiendas y abonos

Fuente Variación	AP	RFV	RMS
Enmiendas	2.02*	8.93**	7.37**
Abonos	5.63*	10.34**	6.95**

Fuente: Elaboración propia

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

AP = Altura de planta

RFV = Rendimiento de forraje verde

RMS = Rendimiento de Materia Seca

Al realizar la comparación de medias según Tukey al 0,05, se pudo observar que todos los tratamientos mostraron diferencias relativas, destacando el T8, con una diferencia altamente significativa (resaltando que es la dosis más alta aplicada a campo definitivo) en comparación con el testigo y los demás tratamientos,

respectivamente (Tabla 3).

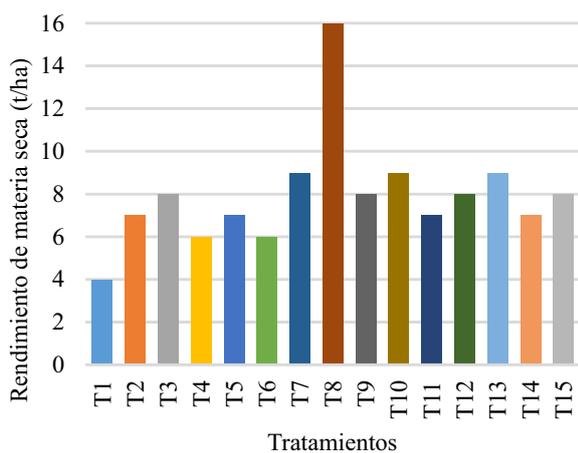
**Tabla 3.** Cuadro comparativo a través de la prueba de Tukey

Fuente Variación	AP	RFV	RMS
Mayor	T8	T8	T8
Menor	T1	T1	T1

Fuente: Elaboración propia

**Rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* “Nicarion”**

Según la prueba de comparaciones de medias de Tukey al 0,05% para la variable de Rendimiento del Forraje Verde (Peso de la planta) (RFV), el mejor tratamiento fue el T8, con un promedio de 43,930 t/ha, mientras que y el menor fue el T1, con un promedio de 19,000 t/ha. Resaltando así la influencia de la dosis más alta, que fue aplicada en el tratamiento T8, en comparación con las otras dosis que tienen menos cantidades de enmiendas cálcicas y abonos orgánicos. En cuanto al rendimiento de la materia seca de la especie forrajera se obtuvo, a través de la prueba de comparaciones de medias de Tukey al 0,05%, que el mejor tratamiento fue el T8 de nuevo, con un promedio de 16 t/ha; por el contrario, el menor fue el T1, con un promedio de 4 t/ha (Figura 3).

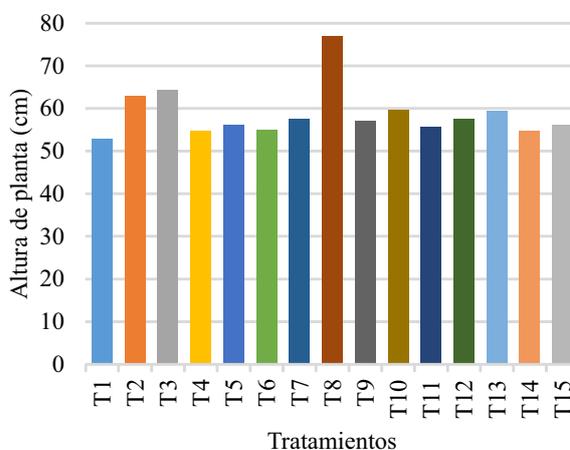


**Figura 3.** Rendimiento de materia seca por tratamiento.

**Determinación del momento de corte del pasto *Setaria sphacelata* “Nicarion”**

En la figura 4 se puede observar que T8 obtuvo mayor “altura de mata”, con un promedio de 77 cm, mientras que el T1 obtuvo menor altura, con un promedio de

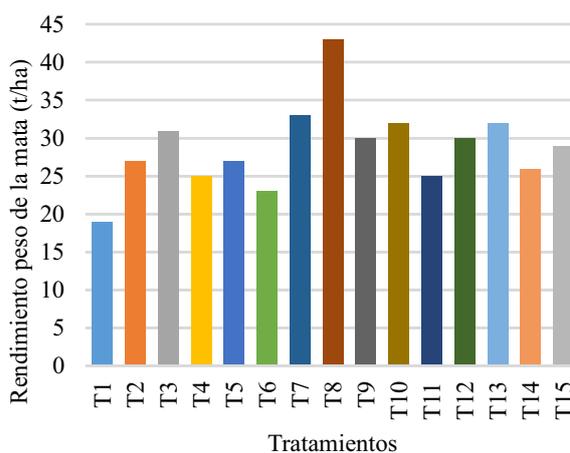
52,8 cm. Mediante estos resultados se pudo determinar el momento de corte de la especie.



**Figura 4.** Altura de la mata por tratamiento.

En la figura 5 se puede observar que T8 obtuvo un mayor rendimiento de “peso de la mata”, con un promedio de 43 t/ha, en comparación con T1, que obtuvo un promedio de 19 t/ha. Se determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los abonos, y entre las enmiendas.

El T8 fue el primer tratamiento en ser cortado, a los 83 días, en comparación con los demás tratamientos (se cortó una semana antes de los demás tratamientos) debido a su desarrollo fenológico y altura de la planta en más corto tiempo que los demás.



**Figura 5.** Rendimiento del peso de la mata por tratamiento.

**Efecto de las enmiendas cálcicas y abonos orgánicos en el contenido nutricional de la especie forrajera *Setaria sphacelata* “Nicarion”**

Para el contenido nutricional de la especie forrajera se

realizó un análisis bromatológico en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas.

Según la prueba de comparaciones de medias de Tukey para el contenido de Proteína (P), el tratamiento que presentó un mayor contenido de proteína fue el T12, con un promedio de 9,52 %, y el menor es el T1, con un promedio de 8,46 % (Figura 6). Asimismo, se determinó que existen diferencias estadísticas no significativas entre los abonos y enmiendas en relación a esta variable.

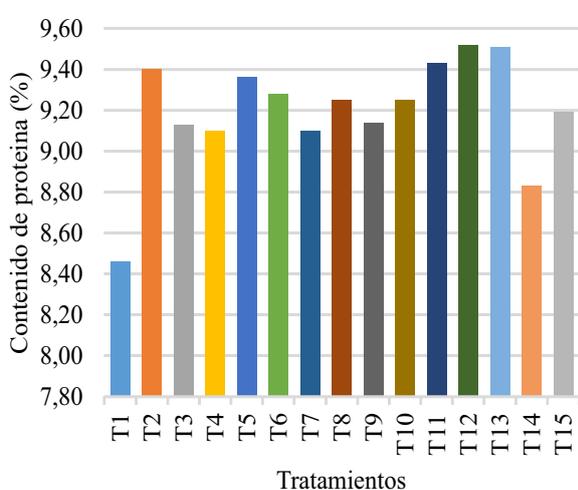


Figura 6. Contenido de proteína de *Setaria sphacelata* por tratamiento.

#### IV. DISCUSIÓN

Según Oliva *et al.* (2015), en su investigación sobre identificación de pastos nativos con alto contenido proteico, grado de digestibilidad y rendimiento, se aplicó una dosis de 0,5 kg de G.I/m<sup>2</sup> (500gr de G.I/m<sup>2</sup>) en la misma especie forrajera en el distrito de Molinopampa. En este caso, se trata de una dosis de aplicación de abonos orgánicos mayor (con 600 y 800 g de G.I/m<sup>2</sup>), mientras que la dosis para el Humus fue la misma. Las condiciones edafoclimáticas fueron las mismas.

En la pastura de *Setaria sphacelata*, en el presente trabajo de investigación, se obtuvieron 15 t/ha de materia seca con la aplicación de abonos orgánicos (la dosis aplicada más alta) dando resultados favorables en comparación con otra investigación realizada en la provincia de Corrientes al Noreste de Santa Fe

(Argentina) (Vidal, 2012), donde se obtuvieron producciones de materia seca 1,76 veces mayor con 60 kg/ha de nitrógeno y la aplicación de fertilizantes químicos. En este sentido, hay que destacar que otras investigaciones han demostrado que el nitrato en exceso colmata los suelos, principalmente en los forrajes perennes profundamente arraigados en la secuencia de cultivo (Entz *et al.*, 2001).

Así, en el presente experimento se determinó que la altura promedio de la *Setaria sphacelata* a los 90 días fue de 77 cm; este valor, resulta menor que el expuesto por Sánchez Carrillo (2011) en Loja (Ecuador), donde como resultado, el crecimiento de la especie forrajera *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*) a los 90 días fue de 83 cm teniendo en cuenta que como material de incorporación de nutrientes se utilizaron fertilizantes químicos. Cabe destacar que en el estudio que aquí se describe los valores obtenidos fueron significativos, teniendo en cuenta que la incorporación de nutrientes al suelo se realizó a través de abonos orgánicos exclusivamente; y es que la demanda de alimentos y fibras de producción orgánica por parte de los consumidores y la exigencia de un desarrollo más sostenible que plantea la sociedad, ofrecen nuevas oportunidades a agricultores y empresas de todo el mundo siempre y cuando el desarrollo y elaboración de los mismos sea sostenible (Izquierdo, 2002).

En lo referente a la proteína bruta, según los resultados de análisis de bromatología realizados en laboratorio se obtuvo como resultado una composición del 9,52 %, mostrando un resultado menor en comparación con el trabajo de investigación antes mencionado de Sánchez Carrillo (2011), donde como resultado del corte a los 90 días la composición alcanzó el 17,5% de proteína. De nuevo la explicación está en que como material de incorporación de nutrientes se utilizaron fertilizantes químicos, deduciendo así que la aplicación de fertilizantes químicos es más eficiente ya que son absorbidos por las plantas en menor tiempo, en comparación con la incorporación de abonos orgánicos que muestra mejores resultados en mayor tiempo. A esto último hay que unir que la agricultura

orgánica representa sin duda una oportunidad importante para los pequeños productores agrícolas, como es el caso de los agricultores foco del presente estudio (Omar *et al.*, 2015).

## V. CONCLUSIONES

El tratamiento T8 (con 800gr de Dolomita y 800gr de Guano de Isla x m<sup>2</sup>) es una de las dosis que tuvo más influencia en el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* "Nicarion".

En el T8 (con 800gr de Dolomita y 800gr de Guano de Isla x m<sup>2</sup>) se pudieron observar mejores resultados en cuanto a la obtención de la materia seca (15 t/ha), donde estadísticamente mostró un nivel de significancia aceptable.

Sin embargo, no se puede decir; que por ser una planta más vigorosa y con una aceptabilidad fenológica óptima para el alimento del ganado vacuno, el contenido proteico es mejor, ya que mediante el análisis realizado se mostró que el T12, con un 9,52 % de proteína posee mejores porcentajes que el T8.;

### Recomendaciones

Probar otras dosis de enmiendas cálcicas en comparación con la investigación realizada.

Seguir realizando trabajos de investigación con aplicaciones de dosis mayores de Guano de Isla y Humus.

Se debe aprovechar el pasto en su momento óptimo para el corte y también realizar una fertilización orgánica de mantenimiento después del corte.

Se recomienda evaluar el contenido nutricional de la especie forrajera bajo sistema silvopastoril y a campo abierto, para determinar si existe diferencia relevante.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clarkson, N. M., P. T. Mears, K. F. Lowe y D. L. Lloyd. "Sustaining productive pastures in the tropics 8. Persistence and productivity of temperate legumes with tropical grasses". *Tropical Grasslands*, 25(1991): 129-136.

Entz, M. H., W. J. Bullied, D. A. Foster, R. Gulden y K. Vessey. "Extraction of subsoil nitrogen by

alfalfa, alfalfa-wheat and perennial grass systems". *Journal of agronomy*, 93(2001): 495-503.

Harvey, C.A., F. Alpizar, M. Chacón y R. Madrigal. "Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives". Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program. 2005.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). "Resultados definitivos. IV Censo Nacional agropecuario". Lima, 2013.

Izquierdo J., L. Crampi y E. De García E. "Biotecnología apropiable: Racionalidad de su desarrollo y aplicación en América Latina y el Caribe". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 250 p. Santiago de Chile, 2002.

Malhi, S. S., S. A. Brandt, R. Lemke, A. P. Moulin y R. P. Zentner. "Effects of input level and crop diversity on soil nitrate-N, extractable P, aggregation, organic C and N, and nutrient balance in the Canadian Prairie". *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 84(2009): 1-22.

Oliva, M., C. Oliva, D. Rojas, M. Oliva y A. Morales. "Identificación botánica de especies nativas de pastos mas importantes de las cuencas lecheras de Molinopampa, Pomacochas y Leymebambilla, Amazonas, Perú". *Scientia Agropecuaria*, 125(2015): 125-129.

Omar, R. P., O. G. Jesús, B. H. Manuel, L. E. Jesús, M. A. Bernardo, H. M. Guillermo, A. M. Gabriela y V. D. Dolores. "Los fertilizantes biológicos en la agricultura". *Invurnus*, 10(2015): 10-17.

Sánchez Carrillo, J. I. "Establecimiento de una pradera de *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*) para corte, en la finca punzara de la Universidad Nacional de Loja (Bachelor's thesis). Ecuador, 2011.