

Efecto de la bovinaza en la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) en el municipio de Pasto, departamento de Nariño

The effect of bovine manure on the nutritional composition of fodder beet roots (Beta vulgaris) in the municipality of Pasto, Department of Nariño

MARÍA PIEDAD LAFAUX C.

Ingeniero agrónomo

mpialafaux23@gmail.com

JOIMER ANTONIO BASTIDAS C.

Ingeniero agrónomo

j.bastidas28@gmail.com

EFRÉN INSUASTY S.

Zootecnista, Esp. MSc., profesor de tiempo completo, Facultad de Ciencias Agrícolas,
Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño

efren9990@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) en suelos Andepts, bajo la aplicación de tres dosis de bovinaza (0, 10 y 20 kg/Trat). La investigación se realizó en la Granja Experimental Botana, ubicada en la vereda Botana, municipio de Pasto, departamento de Nariño, localizada al oriente del meridiano de Greenwich a 77° 18' 58" longitud oeste y 1° 10' 11,4" latitud norte, a una altura de 2820 msnm, temperatura promedio de 12°C, precipitación media anual de 800 a 1000 mm, humedad relativa de 70 a 80 %, con 900 horas sol promedio año. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones. Las variables bromatológicas y agronómicas evaluadas se procesaron en el programa estadístico Infostat para el análisis de varianza y las pruebas de significancia. Se obtuvieron diferencias estadísticas a favor de la variable bromatológica en el

RECIBIDO: 28 OCTUBRE DEL 2014. APROBADO: 25 MARZO DEL 2015

— Cómo citar este artículo: Lafaux C., M. P., Bastidas C., J. A. e Insuasty S., E. (2015). Efecto de la bovinaza en la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*) en el municipio de Pasto, departamento de Nariño. *Revista Ciencia Animal*, (9), 209-221.

nutriente extracto etéreo, con promedio de 0,70 % en T2 y 0,56 % en T1. De igual manera, se realizó análisis parcial de costos, encontrando en el T2 el de mayor rendimiento en kg/parcela.

Palabras clave: valor nutritivo, rendimiento, bovinaza, análisis parcial de costos.

ABSTRACT

The nutritional composition of fodder beet roots (*Beta vulgaris L.*) was evaluated in Andepts soils, with application of three doses of bovine manure (0, 10, and 20 kg/Trat.). The research was conducted in the Botana Experimental Farm, located in the Botana rural district, municipality of Pasto, department of Nariño, located east of Greenwich at 77° 18' 58" west longitude, and 1° 10' 11.4" north latitude, at an altitude of 2820 meters, with an average temperature of 12°C, annual average rainfall of 800-1000 mm, relative humidity of 70-80%, and with 900 hours of average sunshine per year. A complete random block design was used, with three treatments and three repetitions. The bromatological and agronomic variables were processed through the Infostat statistical program for analysis of variance and tests of significance. Statistical differences were obtained in favor of the bromatological variable in the ethereal extract nutrient, averaging 0.70% in T2, and 0.56% in T1. Similarly, partial cost analysis was performed, finding that T2 has the highest performance in kg/plot.

Keywords: Nutritional value, performance, bovine manure, partial cost analysis.

Introducción

Cada día es mayor la necesidad de alcanzar una ganadería más competitiva y rentable, lo que motiva a los productores a conseguir mayor productividad en sus sistemas; sin embargo, en los sistemas ganaderos del departamento de Nariño se presenta un inadecuado manejo nutricional de animales de alto potencial genético, asociado con un manejo deficiente del componente forrajero, estrategias de suplementación nutricional ineficaces y, a veces, inexistente manejo del flujo de nutrientes, altos costos de insumos corrientes y concentrados, de la mano de obra y del manejo de praderas, todo lo cual contribuye a una baja productividad. A pesar de esto, la

actividad agropecuaria continúa siendo la base económica de Nariño, al aportar una tercera parte del producto y un porcentaje considerable de sus exportaciones, ocupando el primer lugar entre las apuestas productivas del departamento (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2007).

Los municipios con mayor inventario ganadero en el departamento son Pasto, con 26 000 cabezas; Guachucal y Cumbal, con 20 000 cabezas cada uno, e Ipiiales, con 17 000 cabezas, y los de mayor producción lechera son Pasto, Guachucal y Cumbal, además de Pupiales. En la cuenca lechera de Nariño se encuentran algunas lecherías especializadas, con un alto nivel técnico como razas selecciona-

das, manejo de praderas, suplementación alimenticia, asesoría técnica e inseminación artificial (Gobernación de Nariño, 2004).

En la producción agrícola y ganadera es importante tener en cuenta factores como condiciones climáticas, disponibilidad de agua, topografía, características de suelo, conocimiento de los cultivos, sistemas de producción y condiciones socioeconómicas de la región. En el caso de la ganadería de leche en el departamento de Nariño, la falta de tecnologías y el desconocimiento de la importancia de los cultivos forrajeros y, en general, el déficit económico son los responsables de la baja productividad en sus sistemas.

La remolacha (*Beta vulgaris*), por su parte, es un cultivo suplementario con un elevado contenido energético, que tiene el poder de estimular la producción de leche, siendo muy palatable y altamente digestible; además, complementa adecuadamente la calidad de la dieta de los animales alimentados a base de forrajes.

Según Hernández (2006), se recomienda utilizar la variedad altísima, que es la más reconocida y cultivada en el mundo en usos agroindustriales y agropecuarios, como es la extracción de azúcar, la producción de forraje para uso como pienso para animales y el reciclaje de los residuos de las cosechas utilizadas co-

múnmente en la producción de abonos orgánicos.

En este sentido, para Giaconi (1998) el estiércol es el más importante de los abonos orgánicos, debido a su composición. El estiércol de bovinos fermenta despacio y demuestra acción prolongada, es recomendado para suelos arenosos y áridos. La bovinaza es el abono orgánico que más abunda y del cual se dispone más fácilmente, sin embargo, su composición en nutrientes es pobre, especialmente en fósforo, con relación a otras materias orgánicas. Según Sánchez (2003), el abono de aves y ovinos normalmente tiene mayores nutrientes que el abono de bovinos, porcinos o equinos.

Cueto *et al.* (2003) muestran que en *Zacate ballico*, el rendimiento y contenido de proteína cruda se incrementan al aumentar la dosis de estiércol o fertilizante nitrogenado; la mejor respuesta la obtuvieron con la dosis de 47,0 mg/ha⁻¹ de estiércol.

Faz *et al.* (2006) reportan 10,5% de proteína cruda con aplicación de 80 mg/ha⁻¹ de estiércol bovino y 10% con 120 mg/ha⁻¹.

Por lo anterior, la investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de bovinaza en la composición nutricional del tubérculo de remolacha forrajera (*Beta vulgaris*),

evaluando las variables proteína, ceniza, extracto etéreo, grados brix, humedad, fibra cruda y carbohidratos, como también porcentaje de emergencia, largo de tubérculo, peso, diámetro y un análisis económico utilizando el modelo de presupuesto parcial de costos de la remolacha forrajera.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Granja Experimental Botana, ubicada en la vereda Botana, municipio de Pasto, localizada al oriente del meridiano de Greenwich a 77° 18' 58" longitud oeste y 1° 10' 11,4" latitud norte, a una altura de 2820 msnm, temperatura promedio de 12°C, precipitación media anual de 800 a 1000 mm, humedad relativa de 70 a 80%, con 900 horas sol promedio año (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2000).

El suelo donde se realizó el trabajo se clasifica en el orden de los alfisoles, que tienen una saturación de bases de 35° y los horizontes subsuperficiales muestran evidencias claras de translocación de películas de arcilla (Food and Agricultural Organization [FAO], 1997).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) y tres tratamientos con tres repeticiones. Las dosis evaluadas fueron de 0, 10 y 20 kg/Trat de bovinaza

(tabla 1). El modelo matemático (BCA) se expresa como:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = variable de respuesta.

μ = media general.

τ_i = efecto del tratamiento i .

β_j = efecto del bloque j .

E_{ij} = error experimental para cada observación (ij).

Tabla 1. **Tratamientos**

<i>Tratamientos</i>	<i>Descripción</i>
T0	0 kg/ha bovinaza
T1	100 kg/ha bovinaza
T2	20 kg/ha bovinaza

Fuente: elaboración propia.

Se utilizó un lote experimental de 6 m × 5 m de área, dentro del cual se delimitaron parcelas de 1,2 m × 3 m. En cada parcela se sembró un total de 95 plantas, a distancia de 15 cm entre plantas y 20 cm entre líneas. Cada parcela tuvo un área de 3,6 m², con separación de 0,50 m entre cada parcela, de modo que cada bloque tenía un total de 3 parcelas, y la distribución de cada tratamiento fue al azar dentro de cada bloque.

Para la adecuación del terreno se realizó una arada profunda, dos rastrilladas y el trazado del lote. La siembra de la semilla se realizó de forma directa, a una profundidad de 2 cm y a una distancia entre líneas de 20 cm y 15 cm entre plantas.

Fertilización

El abono orgánico empleado en las parcelas se preparó en la granja Botana en julio y septiembre de 2013. La elaboración de este compostaje consta de estiércol de bovinos, enriquecido con cal y clorpirifos, y su aplicación se realizó a los 15, 45 y 90 días después de la siembra, distribuido de manera uniforme.

Se realizó un control manual de malezas veinte días después de la siembra y cada quince días durante el ciclo del cultivo. Se aplicó riego día por medio durante los dos primeros meses de edad.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual a los 145 días después de establecido el cultivo. Para determinar el rendimiento total se cosecho el área total de cada parcela experimental, se pesó la producción en una balanza de precisión y posteriormente se transformó el rendimiento obtenido en la parcela a producción por hectárea.

Después de la cosecha se tomaron diez plantas por cada tratamiento (parcela) y

se llevaron al laboratorio especializado de la Universidad de Nariño para realizar su respectivo análisis. Las variables agronómicas fueron evaluadas en campo.

Variables bromatológicas

Análisis proximal método (Weende)

Se analizó la calidad del tubérculo en función del grupo de compuestos con características fisicoquímicas semejantes, pero con diferente valor nutritivo. Se determinaron los siguientes componentes:

- Humedad (H): corresponde al contenido de agua en porcentaje presente en la muestra y se determinó por el método de secado en dos pasos, un secado parcial a 65 °C, seguido de un secado total a 105 °C.
- Proteína cruda (PC) y nitrógeno total: se cuantificó por el método de Kjeldahl ($\% \text{ proteína} = \% \text{ N} \times 6,25$), fundamentado en tres pasos: digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador a elevada temperatura, para transformar el nitrógeno el sulfato de amonio. La solución se alcaliniza y el amoniaco liberado se destila para su posterior titulación.
- Extracto etéreo (EE): se empleó el método Soxhlet, que consiste en una

extracción con un solvente orgánico, éter etílico, sobre una muestra seca. Se incluyen sustancias como glicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, pigmentos carotenoides y clorofílicos, vitaminas liposolubles, entre otros.

- Ceniza (CEN): se evaluó por el método de incineración en mufla, en el que la materia orgánica se quemó y la materia inorgánica remanente se enfrió y se pesó.
- Fibra cruda (FC): la muestra exenta de grasa se trató con ácido sulfúrico en ebullición y después con hidróxido de sodio en ebullición. El residuo obtenido después de la ebullición de la muestra se incinero en mufla. La pérdida de peso constituye la fibra cruda.

Variables agronómicas

Porcentaje de emergencia

Para esta evaluación se consideró que la plántula había germinado cuando mostró los cotiledones perpendicularmente al hipocótilo erecto (Yandú, 2002). Para calcular el porcentaje de plántulas útiles se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{PE} = \frac{\text{número de plántulas emergidas}}{\text{número de semillas sembradas}} \times 100.$$

- Peso tubérculo: se tomaron todos los tubérculos de las plantas y se procedió a pesar con ayuda de una balanza con capacidad de 5 kg.
- Largo de tubérculo: se determinó al medir la altura de cada tubérculo desde la base hasta el ápice.
- Diámetro de tubérculo: se registró el diámetro promedio del tubérculo en la parte superior, mediante el empleo de una cinta métrica graduada en centímetros.

Las variables bromatológicas y agronómicas evaluadas se sometieron al programa estadístico Infostat para el análisis de la Andeva y las pruebas de significancia.

Análisis económico

Se utilizó la metodología propuesta por Perrin *et al.* (1976) de análisis de presupuesto parcial. El análisis económico de cada uno de los tratamientos se efectuó en función del rendimiento en kilogramos por parcela total y de la inversión realizada en cada tratamiento aplicado, y se estableció la relación beneficio-coste.

Resultados y discusión

Fisicoquímicas de laboratorio

Las tablas 2 y 3 muestran el análisis fisicoquímico del suelo donde se reali-

zó la investigación y el abono orgánico utilizado para su fertilización. El análisis químico de suelo presentó los siguientes resultados: textura arcillosa, pH de 5,96 (ácido), materia orgánica (MO), (baja), P disponible (medio), Ca cambiante (alto), Mg (bajo), B (bajo) y K (bajo).

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de suelo

Parámetro químico	Resultados laboratorio
Ph	5,96
Materia orgánica	3,85 %
Fósforo disponible	54,5 mg/kg
Potasio de cambio	0,24 meq/100 g
Magnesio de cambio	2,68 meq/100 g
Boro	0,03 mg/kg
Azufre disponible	10,8 mg/kg
Hierro	267 mg/kg
Calcio de cambio	6,61 meq
Textura	Arcillosa

Fuente: Laboratorio de Suelos, Universidad de Nariño.

El análisis químico de bovinaza presento un pH de 6,5 (ácido), MO (alta), P disponible (bajo), K (medio), Mg (bajo), B (medio), S (bajo) y Fe (alto).

Variables bromatológicas

El análisis de varianza (tabla 4) indica que no se presentaron diferencias significativas para las variables ceniza, fibra cruda, grado brix, proteína y humedad entre los tratamientos; la variable extracto etéreo

Tabla 3. Análisis fisicoquímico de la bovinaza

Parámetro químico	Resultados laboratorio
pH	6,5
Materia orgánica	37%
Fósforo disponible	0,55 ppm
Potasio de cambio	2,21 meq/100g
Magnesio de cambio	2,03 meq/100g
Boro	55 ppm
Azufre disponible	0,32 mg/kg
Hierro	510,7 ppm

Fuente: Laboratorio Especializado, Universidad de Nariño.

sí presentó diferencias significativas entre tratamientos.

EXTRACTO ETÉREO

La prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 5) indica que el T2 (20 kg/Trat), con 0,70%, no se diferencia estadísticamente del T1 (10 kg/Trat), con 0,56% pero sí se diferencia estadísticamente del testigo con 0,48%. El contenido de EE de remolacha forrajera hallado en este trabajo se encuentra dentro de los valores esperados, que según la FAO (2006) está entre 0,1 y 0,3 % de la materia seca.

El extracto etéreo se considera la fracción de grasas pigmento vegetales, esteroides, colesteroides, vitaminas liposolubles, los cuales no superan en los pastos el 3%. Según Guevara (2004), dando al maralfalfa (*Pennisetum* sp.) una evaluación de buena en EE, que según Van Soest

Tabla 4. Cuadrado medio del análisis de varianza para las variables ceniza (CEN), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), proteína (P), humedad (H) y grados brix (GB)

FV	GL	Cuadrado medio					
		CEN	EE	FC	P	H	GB
Modelo	4	1,18 ^{ns}	0,02*	1,04 ^{ns}	3,36 ^{ns}	1,14 ^{ns}	3,03 ^{ns}
Tratamiento	2	0,88 ^{ns}	0,04*	0,82 ^{ns}	2,86 ^{ns}	3,3 ^{ns}	5,16 ^{ns}
Bloque	2	1,49 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,25 ^{ns}	3,86 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Error	4	0,99	3,4	0,38	1,69	0,26	1,83
Total	8						

* Significativo, ** Altamente significativo, ns no significativo.

Fuente: elaboración propia.

(1994) debe ser entre 1 y 4% de la MS. Este autor indica que el EE en los forrajes está compuesto por triglicéridos en las semillas y galactolípidos y fosfolípidos en las hojas. Esto es de suma importancia al momento de estimar el aporte energético que hacen los alimentos.

En el estudio de Muñoz *et al.* (1983) en maíz, el extracto etéreo (grasa) del forraje fue aproximadamente 10%. Estos contenidos altos de extracto etéreo limitan su uso cuando se incorpora este forraje a las raciones de vacas productoras de leche. Esto se debe a que este compo-

nente no debería superar el 5% en una ración para vacas lecheras (Palmquist y Jenkins, 1980).

Según estos investigadores, porcentajes de grasa mayores a 5% podrían reducir la digestión de la fibra e incluso reducir el consumo de MS.

Variables agronómicas

El análisis de varianza (tabla 6) indica que no se presentaron diferencias significativas para la variable porcentaje de emergencia entre tratamiento. Las variables

Tabla 5. Prueba de comparación de Tukey para la respuesta del cultivo a las aplicaciones de bovina

Tratamiento	CEN	EE	FC	P	H	GB
T0	4,72 a	0,48 b	7,46 a	6,44 a	90,13a	12,07 a
T1	5,40 a	0,56 ab	8,51 a	7,04 a	90,10a	13,07 a
T2	5,79 a	0,70 a	8,04 a	8,35 a	90,17a	14,67 a

Valores con la misma letra dentro de cada factor y columna son iguales (prueba de Tukey $p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

peso de tubérculo, largo de tubérculo y diámetro de tubérculo sí presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

PESO DEL TUBÉRCULO

La prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 7) indica que el T2 (20 kg/Trat) con 476,00 g no se diferencia estadísticamente del T1 (10 kg/Trat) con 329,67 g, pero sí se diferencia estadísticamente del testigo con 197,17 g. El peso de raíz de remolacha forrajera hallado en este trabajo se encuentra por debajo de los valores esperados. Según Quintero (2006), el peso por raíz de remolacha azucarera forrajera es de 1-2 kg, lo cual depende de la variedad y de la relación peso de follaje con respecto al peso de raíz, que es de 27%. Suelos con buen contenido de materia orgánica y de ser convenientemente fertilizados a base de nitrógeno, fósforo y potasio, ofrecen

una raíz gruesa y profunda. Los suelos de Botana no ofrecen estas condiciones. Según Estrada (1976), son suelos arcillosos, con problemas de compactación, superficiales, con regulares condiciones agronómicas, muy susceptibles de erosión, especialmente si se realizan cultivos limpios y su permeabilidad es baja.

LARGO DEL TUBÉRCULO

La prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 7) mostró efecto de la bovinaza e indica que el tratamiento T2 (20 kg/Trat), con 20,58 cm, y el T1 (10 kg/Trat), con promedio 20,23 cm, respectivamente, presentaron el mayor largo de raíz, diferenciándose estadísticamente del testigo, con promedio de 16,50 cm. Este comportamiento se debe a que el crecimiento de las plantas es dependiente del aporte de nutrientes, energía y aire que un medio pueda brindarle (Singh y Sainju, 1998). Estas condiciones están re-

Tabla 6. Cuadrado medio del análisis de varianza para las variables porcentaje de emergencia (E), peso de tubérculo (PT), largo de tubérculo (LT) y diámetro de tubérculo (D)

FV	GL	Cuadrado medio			
		E	PT	LT	D
Modelo	4	43,17 ^{ns}	29282,78*	9,31*	11,07*
Tratamiento	2	10,33 ^{ns}	58358,86*	15,37*	19,03*
Bloque	2	76 ^{ns}	206,69 ^{ns}	3,25*	3,1 ^{ns}
Error	4	12,33	3780,74	1,19	0,49
Total	8				

* Significativo, ** Altamente significativo, ns no significativo.

% Emergencia (E), peso del tubérculo (PT), largo del tubérculo (LT) y diámetro (D).

Fuente: elaboración propia.

lacionadas con factores físicos y químicos como el pH, contenido nutricional, CIC, agua disponible y temperatura, entre otros (Singh y Sainju, 1998).

DIÁMETRO DEL TUBÉRCULO

La prueba de comparación de medias de Tukey (tabla 7) indica que T2, con promedio de 12,67 cm, no se diferencia estadísticamente de T1, con 10,70 cm, respectivamente, pero ambos se diferencian estadísticamente del testigo, con promedio de 7,67 cm. Según Quintero (2006), el tamaño de la raíz y el color es lo que da el índice de cosecha. Este no debe ser menor a 10 cm de diámetro, dependiendo de la variedad. Cuando la raíz tiende a tomar una coloración, se ha iniciado la apertura de engrose. Lo que indica probablemente que las condiciones nutricionales del suelo y la bovinaza fueron necesarias para el desarrollo y crecimiento del tubérculo.

Tabla 7. **Prueba de comparación de Tukey para la respuesta del cultivo a las aplicaciones de Bovinaza**

Tratamientos	E	PT	LT	D
T0	75,00 a	197,17 b	16,50 b	7,67 b
T1	83,33 a	329,67 a	20,58 a	10,70 a
T2	81,00 a	476,00 a	20,23 a	12,67 a

Valores con la misma letra dentro de cada factor y columna son iguales (prueba de Tukey $p \leq 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Los costos de producción por hectárea para remolacha forrajera en Colombia son variables, dependiendo de la zona donde se establezca el cultivo, no es un cultivo comercial y solo se establece en pequeñas aéreas. Según Argüelles (1991), la remolacha forrajera se utiliza como forraje alternativo para alimentación del ganado en la zona andina del país, siendo los productores más importantes Boyacá y Cundinamarca.

Hanssen y Quintero (2006) reportan rendimientos de 67,2 t/ha y 192,3 t/ha de remolacha forrajera en la sabana de Bogotá, en suelos de textura arcillosa y franca. Según esta investigación, se pueden obtener 400 t/ha/año en dos ciclos de cultivo al año.

La producción promedio por parcela experimental en esta investigación (tabla 8) fue de 67,5 kg/parcela (T2), 60,6 kg/parcela (T1) y 30,7 kg/parcela (T0). Lo que equivale a 62,5 t/ha para (T2), 56,0 t/ha para (T1) y 28,4 t/ha para (T0) (tabla 9).

Tabla 8. **Producción parcela por tratamiento (kg)**

Repeticiones	T0 (0 kg/Trat)	T1 (10 kg/Trat)	T2 (20 kg/Trat)
	11,00	18,76	26,05
	10,14	19,79	21,61
	9,55	22,01	19,86
Total	30,69	60,56	67,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. **Producción por hectárea por tratamiento**

<i>Producción por hectárea por tratamiento (kg/ha)</i>		
T0 (0 kg/Trat)	T1 (10 kg/Trat)	T2 (20 kg/Trat)
28 416	56 074	62 509
<i>Producción por ha por tratamiento (t/ha)</i>		
28	56	62

Fuente: elaboración propia.

La tabla 10 muestra que en el T1 se obtiene una mayor utilidad y por ende mayor rentabilidad (181,6%), a diferencia del T2, que se obtuvo una rentabilidad del 136,6%. Esto debido a que los insumos utilizados en dicho tratamiento fueron menores en comparación con el T2. En Ubaté, en un estudio similar, se obtuvieron utilidades de 216% al utilizar insumos varios y abono químico, lo cual indica que la presente investigación muestra un costo de producción menor, quizá por no haber utilizado abonos químicos (tabla 11). También es de resaltar que en el T2 se obtuvieron mejores valores nutricionales que en el T1 y que en el T0, lo que muestra la importancia de usar abonos orgánicos (bovinaza) en cantidades similares a las de la presente investigación.

Tabla 10. **Análisis económico efectuado en el estudio de la aplicación de bovinaza en remolacha forrajera, Pasto, Nariño, 2012**

<i>Tratamiento</i>	<i>Costo producción/ha</i>	<i>Ingreso total/ha</i>	<i>Utilidad (\$)</i>	<i>Rentabilidad (%)</i>
T1 (10 kg/Trat)	1 991 200	5 607 400	3 616 200	181,6
T2 (20 kg/Trat)	2 641 200	6 250 900	3 609 700	136,6
T0 (0 kg/Trat) testigo	1 341 200	2 841 600	1 500 400	111,8

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. **Costos de producción de remolacha forrajera, Valle de Ubaté (Cundinamarca, Colombia) 2010**

<i>Costos de producción/ha</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor (\$)</i>
Plántulas	65 000	1 365 000
Siembra de la semilla		325 000
Fertilización		180 000
Preparación del terreno		250 000
Cosecha		250 000
Mano de obra		2 040 000
Total de egresos		4 410 000

Fuente: Bernal (2010, pp. 22-23).

Conclusiones

El aporte de material orgánico al suelo (20 kg/Trat) favorece sus propiedades físicas, incrementando peso, largo y diámetro de la remolacha forrajera.

La aplicación de bovinaza al suelo (20 kg/Trat) no incrementa los contenidos de proteína ceniza, fibra cruda y grados brix en la remolacha forrajera.

Económicamente, en el T1 se obtuvo una mayor utilidad y por ende mayor rentabilidad (181,6%), a diferencia del

T2, en el cual se obtuvo una rentabilidad del 136,6%. Cabe resaltar que en el T2 se obtuvieron mejores valores nutricionales que en el T1 y en el T0.

Agradecimientos

A Efrén Insuasty Santacruz, por su invaluable colaboración en la planeación y realización de esta investigación, a Jorge Vélez Lozano y a Jairo Mosquera Guerrero.

Referencias

- Arguelles, G. (1991). *La remolacha. Forraje alternativo para ganado*. Bogotá: ICA.
- Bernal, H. (2010). *Remolacha forrajera una alternativa para la ganadería. Valle de Ubaté, Cundinamarca, Colombia*. s.d.
- Castellanos, R. (1980). El estiércol como fuente de nitrógeno. *Seminarios Técnicos*, 5 (13).
- Castellanos, R. (1982). La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércol. *Seminarios Técnicos*, 7 (8), 32.
- Church, D. y Pond, W. (1977). *Bases científicas para nutrición y alimentación de los animales domésticos*. Zaragoza: Acribia.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (2007). *Tecnologías para elevar eficiencia en producción lechera y desarrollo*.
- Cueto, W., Quiroga, G. y Becerra, M. (2003). Efecto del nitrógeno total disponible sobre el desarrollo del ballico anual, producción y calidad de forraje y acumulación de nitratos. *Terra*, 21 (2), 285-295.
- Enciclopedia Agropecuaria (2003). *Importancia de la remolacha forrajera en la alimentación animal*. Barcelona: Aedos.
- Estrada, E. (1976). *Levantamiento detallado de la granja de botana*. Pasto: Universidad de Nariño.
- Food and Agricultural Organization (FAO) (1997). *Diagnóstico de la desertificación en Chile. La Serena*. Santiago: autor.
- Food and Agricultural Organization (FAO) (2006). *Control de plagas de plantas y animales*. s.l.: autor.
- Faz-Contreras, R., Figueroa-Viramontes U., Jasso-Ibarra, R. y Maciel-Pérez L. H. (2006). Fertilización y riego. En *Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. México: INIFAP.
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro) (2012). *Costo de producción de maíz en Colombia*.
- Giacconi, V. (1988). *Cultivo de hortalizas* (6ª ed.). Santiago: Universidad Santiago de Chile.
- Guevara, P. (2004). *Principios de nutrición de rumiantes y no rumiantes* (5ª ed.). Riobamba, Ecuador: Xeros.
- Hernández, M. (2006). *Efecto del vermicompost en el rendimiento de tres variedades de pimentón (Capsicum annum) comparado con el abonado inorgánico tradicional*. Trujillo, Venezuela: NURR-ULA.
- Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales (2000). *Reporte técnico estación meteorológica de Botana*. Pasto:

Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales.

- Muñoz, A., Holt, E. y Weaver, R. (1983). Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. *Agronomy Journal*, 75, 147-149.
- Palmquist, D. y Jenkins, T. (1980). Fat in lactation rations: Review. *Journal of Dairy Science*, 63, 1-14.
- Perrin, R., Winkelman, D. y Anderson, J. (1976). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual*

metodológico de evaluación económica. México: CIMMYT.

- Quintero, Q. (2006). *Obtención de bioetanol carburante a partir de remolacha azucarera* (Beta vulgaris). Bogotá: Universidad Autónoma de Colombia.
- Singh, B. y Sainju, U. (1998). Soil physical and morphological properties and root growth. *Hort Science*, 33 (6), 966-971.
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2ª ed.). New York: Comstock Publishing Associates.

