



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“MANEJO AGROECOLÓGICO DE UNA ASOCIACIÓN DE *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* Y *Trifolium Pratense*; MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA.”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:
ENRIQUE GABRIEL LARA GAMBOA

RIOBAMBA– ECUADOR

2016

El trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Ing. M. C. Julio Enrique Usca Méndez.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M. C. José Vicente Trujillo Villacís.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M. C. Hermenegildo Díaz Berrones.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba 14, Julio 2016.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar conmigo en todo momento y por ser un amigo incondicional, permitiéndome escoger el camino correcto y haberme dado la fortaleza para seguir adelante, a la Patria representada por la ESPOCH por haberme permitido formarme como profesional y como ser humano, a mis padres por el apoyo de todos los días durante mi carrera, a Evelin quien ha sido un pilar fundamental en el transcurso de mi vida universitaria.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Enrique Gabriel Lara Gamboa**, declaro que el presente Trabajo de Titulación, es de nuestra autoría, y que los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba 06 de Julio del 2016.

Lara Gamboa Enrique Gabriel

CI. 180460822-0

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	5
A. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA ACTUAL	5
B. EL SUELO	7
1. <u>La fertilidad del suelo de pradera</u>	7
2. <u>Nutrientes del suelo de pradera</u>	9
a. Nutrientes minerales	9
(1) Nitrógeno	9
(2) Fósforo	10
(3) Potasio	10
(4) Magnesio	11
(5) Azufre	11
(6) Micronutrientes u oligoelementos	11
b. Nutrientes orgánicos (materia orgánica)	12
3. <u>Interacción suelo/planta</u>	13
C. FERTILIZANTES ORGÁNICOS	14
1. <u>Importancia del abonado en la producción de los pastos</u>	16
2. <u>Características de los fertilizantes orgánicos</u>	18
D. HUMUS	19
1. <u>Características</u>	20
a. Físicas	20
b. Biológicas	20
c. Nutricionales	21
2. <u>Dosificación y formas de aplicación</u>	21
3. <u>Ventajas de su uso</u>	22
E. COMPOST	23
1. <u>Definición</u>	23
2. <u>Características</u>	24
a. Físicas	24

(1) Contenido de humedad	24
(2) Densidad	24
(3) Oxigenación	24
(4) Tamaño de las Partículas	25
b. Químicas	25
(1) Carbono (C)	25
(2) Nitrógeno (N)	25
(3) Relación Carbono-Nitrógeno	25
(4) Acidez / Alcalinidad (pH)	26
c. Biológicas	26
(1) Bacterias	26
(2) Actinomices	26
(3) Hongos	27
3. <u>Dosificación y formas de empleo</u>	27
4. <u>Ventajas de su uso</u>	28
F. BOCASHY	29
1. <u>Definición</u>	29
2. <u>Características</u>	29
a. Nutricionales	29
b. Biológicas	30
3. <u>Usos y bondades del Bocashi</u>	31
G. ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)	32
1. <u>Características e importancia</u>	33
2. <u>Requerimientos de su cultivo</u>	35
a. Hídricos	35
b. Edáficos	36
c. Nutricionales	36
(1) Nitrógeno (N)	36
(2) Fósforo (P)	37
(3) Potasio (K)	37
(4) Azufre (S)	37
(5) Micronutrientes	37
H. TRÉBOL ROJO (<i>Trifolium pratense</i>)	38
1. <u>Características e importancia</u>	38

2.	<u>Requerimientos de su cultivo</u>	40
a.	Edáficos	40
b.	Nutricionales	40
(1)	Nitrógeno (N)	41
(2)	Fósforo (P)	41
c.	Hídricos	41
I.	RAY GRASS (<i>Lolium multiflorum</i>)	41
1.	<u>Características e importancia</u>	42
2.	<u>Requerimientos</u>	44
a.	Edáficos	44
b.	Hídricos	44
c.	Nutricionales	45
J.	LAS MEZCLAS FORRAJERAS	45
1.	<u>Constitución de la mezcla forrajera</u>	46
2.	<u>Control de malezas</u>	48
a.	Control cultural	48
b.	Control mecánico	49
c.	Control manual	49
d.	Control químico.	49
3.	<u>Beneficios del uso de mezclas forrajeras</u>	50
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	53
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	53
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	54
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	54
1.	<u>Materiales</u>	54
2.	<u>Equipos</u>	55
3.	<u>Insumos</u>	55
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	55
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	56
1.	<u>Área experimental</u>	56
2.	<u><i>Medicago sativa</i></u>	56
3.	<u><i>Trifolium pratense</i></u>	57
4.	<u><i>Lolium multiflorum</i></u>	57
5.	<u>Mezcla forrajera</u>	57

6.	<u>Análisis económico</u>	57
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	57
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	58
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	59
1.	<u>Análisis de suelo.</u>	59
2.	<u>Relación Hojas: Tallo</u>	59
3.	<u>Longitud de la última hoja completamente elongada</u>	59
4.	<u>Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada</u>	59
5.	<u>Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte</u>	59
6.	<u>Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte</u>	60
7.	<u>Composición bromatológica de la mezcla forrajera</u>	61
8.	<u>Análisis económico</u>	61
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	62
A.	RESPUESTA DE UNA ASOCIACIÓN DE <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Medicago sativa</i> y <i>Trifolium pratense</i> ANTE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN.	62
1.	<u>Área experimental</u>	62
2.	<u><i>Medicago sativa</i></u>	66
a.	Relación Hojas/Tallo (g/g)	66
3.	<u><i>Trifolium pratense</i></u>	68
a.	Relación Hojas/Tallo (g/g)	68
4.	<u><i>Lolium multiflorum</i></u>	70
a.	Relación Hojas/Tallo (g/g)	70
b.	Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)	72
c.	Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada	72
5.	<u>Mezcla Forrajera</u>	75
a.	Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte	75
b.	Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte	77
B.	RESPUESTA DE UNA ASOCIACIÓN DE <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Medicago sativa</i> y <i>Trifolium pratense</i> ANTE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL SEGUNDO CORTE DE EVALUACIÓN.	79
1.	<u><i>Medicago sativa</i></u>	81

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)	81
2. <u>Trifolium pratense</u>	83
a. Relación Hojas/Tallo (g/g)	83
3. <u>Lolium multiflorum</u>	85
a. Relación Hojas/Tallo (g/g)	85
b. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)	87
c. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada	88
4. <u>Mezcla Forrajera</u>	91
a. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte	91
b. Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte	93
5. <u>Composición bromatológica de la mezcla forrajera</u>	95
6. <u>Análisis económico</u>	98
V. <u>CONCLUSIONES</u>	100
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	101
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	102

RESUMEN

En la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, Parroquia Augusto N. Martínez, Caserío Samanga, se estudió el manejo agroecológico de una asociación de *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Medicago sativa* (ALFALFA) y *Trifolium pratense* (TREBOL ROJO); mediante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica (Humus, Compost y Bokashy) donde se contó con cuatro tratamientos cada uno con cinco repeticiones distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, evaluándose diferentes variables productivas durante 180 días de investigación. En la asociación forrajera se utilizaron los siguientes tratamientos, T0 Testigo; T1 Humus (4Ton/Ha); T2 Compost (4Ton/Ha); T3 Bokashy (4Ton/Ha). En el primer corte de evaluación el Bokashy produjo efectos altamente significativos, alcanzándose una relación Hoja: Tallo ($P<0,01$) de 9,08 g/g, en el *Lolium multiflorum*, así también en la longitud de la última hoja completamente elongada ($P<0,05$) la cual fue de 38,04 cm. Además se logró el mejor contenido de Proteína 23,87 %, una producción de forraje verde ($P<0,01$) de 11,17 Ton/Ha/Corte y una producción de forraje en materia seca ($P<0,01$) de 1,86 Ton/Ha/Corte. En el segundo corte de evaluación, la utilización de Bokashy siguió presentando las mejores respuestas para las gramíneas presentes en la mezcla, en este mismo sentido, para la *Medicago sativa* se observó una relación Hoja: Tallo ($P<0,01$) de 1,58 g/g, así también en el *Trifolium pratense* se denotó una relación Hoja: Tallo de 1,30 g/g. Finalmente en el análisis económico se determinó una rentabilidad anual de 86 % (B/C de 1,86), recomendando entonces la utilización del Bokashy (4Ton/Ha) al menos trimestralmente después del corte, por cuanto se consiguió alcanzar las mayores producciones de la asociación.

ABSTRACT

In Tungurahua Province, Ambato County, Augusto N. Martinez Parish, Samanga Neighborhood, the agro ecological handling of *Lolium multiflorum* (RAY GRASS), *Medicago sativa* (ALFALFA) and *Trifolium pretense* (RED CLOVER) was studied through the use of different sources of organic matter (Humus, Compost and Bokashy), for this 4 Complete Randomized Block Design treatments with five repetitions were necessary for evaluating the different productive variables during a 180-day research period. For the forage mixture it was necessary to use the following treatments: T0 Control; T1 Humus (4 ton. Per hectare); T2 Compost (4ton per Hectare); T3 Bokashy (4ton per hectare). In the first stage of evaluation, Bokashy produced highly significant effects obtaining a leaf-stem relation ($p < 0,01$) of 9,08 g/g for *Lolium multiflorum*, in the same way the length of the last leaf completely extended ($p < 0,05$) was 38,04 cm. in addition the best protein content was achieved with 23,87%, a green forage production ($p < 0,01$) of 11,17 ton per hectare when cutting and a dry matter forage production ($p < 0,01$) of 1,86 ton per hectare when cutting. In the second evaluation cut, the use of Bokashy showed the best results for the grass present in the mixture, the same for *Medicago sativa* which presented a leaf-stem relation ($p < 0,01$) of 1,58 g/g as well as *Trifolium pretense* which showed a leaf-stem relation of 1,30 g/g. Finally the economic analysis determined a profitability of 86% (Cost-benefit in 1,86), so it is recommended to use Bokashy (4 ton per hectare) four times a year after cutting due to the highest production obtained in the mixture.

Nº	LISTA DE CUADROS	Pág.
1.	EVOLUCIÓN DE LA IMPORTACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS (ORIGEN ANIMAL/VEGETAL) EN ECUADOR PARA EL PERIODO 2007-2014.	16
2.	APORTE NUTRICIONAL DEL BOCASHI SEGÚN VARIOS AUTORES.	30
3.	VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN LA REGIÓN INTERANDINA.	34
4.	VALOR NUTRITIVO DEL TREBOL ROJO (<i>Trifolium pratense</i>) EN LA REGIÓN INTERANDINA.	40
5.	VALOR NUTRITIVO DEL RAY GRASS (<i>Lulium multiflorum</i>) EN LA REGIÓN INTERANDINA.	43
6.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN AMBATO, PARROQUIA AUGUSTO N. MARTÍNEZ.	53
7.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LA MEZCLA FORRAGERA Y APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS.	54
8.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	56
9.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	58
10	RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LA MEZCLA FORRAGERA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS.	62
11	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN ASOCIACIÓN FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TREBOL ROJO, COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN.	65

- 12 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN ASOCIACIÓN 80
FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TREBOL ROJO,
COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES
FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL SEGUNDO CORTE
DE EVALUACIÓN.
- 13 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA (%) DE UN ASOCIACIÓN 95
FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TREBOL ROJO,
COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES
FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE
EVALUACIÓN.
- 14 ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN 99
ANUAL DE FORRAJE VERDE DE UNA ASOCICACIÓN DE *Lolium*
multiflorum, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, POR EFECTO
DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA
ORGÁNICA.

Nº	LISTA DE GRÁFICOS	Pág.
1.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Medicago sativa</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.	67
2.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Trifolium pratense</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.	69
3.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Lolium multiflorum</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.	71
4.	Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), en <i>Lolium multiflorum</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.	73
5.	Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm), en <i>Lolium multiflorum</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.	74
6.	Producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), de una asociación de <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Medicago sativa</i> y <i>Trifolium pratense</i> , en el primer corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.	76
7.	Producción de forraje en materia seca (Ton/Ha/Corte), de una asociación de <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Medicago sativa</i> y <i>Trifolium pratense</i> , en el primer corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.	78
8.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Medicago sativa</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.	82
9.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Trifolium pratense</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.	84
10.	Relación Hojas / Tallos (g/g), en <i>Lolium multiflorum</i> por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo	86

- corte de evaluación.
11. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación. 89
 12. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación. 90
 13. Producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica. 92
 14. Producción de forraje en materia seca (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica. 94
 15. Composición bromatológica (%), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica. 97

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los fertilizantes constituyen uno de los principales insumos utilizados en la producción de alimentos humano y animal, el uso de fertilizantes es responsable del 40 al 60 por ciento del suministro de alimentos (TFI, 2012).

En la región andina de Sudamérica, las especies forrajeras mejoradas han desplazado a las nativas y naturalizadas para establecer pastizales de mejores cualidades productivas y nutricionales (Murgueitio, E. 2003).

Dentro de nuestro país las plantas mejoradas que se utilizan en la alimentación animal en su mayoría pertenecen a dos familias botánicas, las Graminaceas y las Leguminosaceas, los ganaderos las establecen con frecuencia, ya sea en monocultivo o asociadas, brindando su producción de una manera adecuada para nuestro medio, pero estas pasturas perennes, se degradan cuando su cobertura o porcentaje en la composición vegetativa total disminuye significativamente, principalmente por la pérdida de fertilidad de los suelos, falta de fertilización y de mantenimiento, además se incurre en falta de control de malezas, de riegos frecuentes y compactación del suelo debido al sobre pastoreo. Realizando por ello una renovación frecuente de la fuente de nutrientes para sus animales y al mismo tiempo, buscando con la adición de variados fertilizantes que este proceso se realice de una manera eficiente, sea económicamente rentable y garantice una producción longeva de alto valor nutritivo.

Ecuador, históricamente, siempre ha sido un país importador de fertilizantes por su carencia de materia prima y por la inexistente infraestructura necesaria para su producción, llegando al extremo de que aproximadamente el 99,5% del total de fertilizantes que se comercializan dentro del país provienen del extranjero, así en el año 2014, el volumen de las importaciones bordeó las 820.781 toneladas, representando el mayor volumen importado en los últimos ocho años. Esto significó, a su vez, una salida de divisas que alcanzó los 397 millones de dólares (Llive, F. et al. 2015).

La única producción de nutrientes con función de fertilizantes conocida hasta ahora en el Ecuador, ha derivado de la producción de abonos de origen animal o vegetal. No obstante, esta producción únicamente se ha dado a pequeña escala, lo cual genera dependencia, conllevando a que cualquier impacto significativo en los precios de los fertilizantes en el mercado internacional afecte de manera directa a los costos de producción y, por consiguiente, a los precios de los alimentos. Especialmente si se toma en consideración que los fertilizantes representan entre el 10% y el 30% de los costos de producción a nivel nacional (Llive, F. et al. 2015).

Ante este aspecto se encuentra la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en cultivos forrajeros. Por lo mismo una opción que puede hacer fiable y sostenible la productividad forrajera en nuestro país es el empleo de la agricultura ecológica, ya que desde el punto de vista de la rentabilidad de los sistemas agropecuarios, es necesario lograr la autonomía de los productores, mediante el empleo de recursos locales, como es el caso del uso de materia orgánica. Álvarez, J. (2014), indica que ésta da gran importancia a los abonos orgánicos; y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos, por cuanto mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Además Jiménez, J. (2012), sostiene que cada año la demanda de biofertilizantes aumenta a nivel mundial. Existiendo una gran cantidad de éstos productos disponibles en el mercado, cada uno con una composición, proceso de producción, y efectos diferentes.

La gran importancia social que han adquirido los pastos se fundamenta en el hecho de que en nuestro país, como en la mayoría, los pastos constituyen la primera y más económica fuente de alimentación de la ganadería, determinando con ello que la productividad ganadera, expresada cualitativa y cuantitativamente en leche, carne, etc., dependa de las especies forrajeras; lo que influencia directamente en el nivel de vida de la población.

Cabe recalcar que en los últimos años dentro de nuestra región se está instalando nuevas especies y variedades forrajeras con buenos rendimientos y alto valor nutritivo, pero son entes por demás exigentes en prácticas de manejo, como fertilización, control oportuno de malezas, edad de corte, etc., que si no se toman en cuenta afectan la producción de la pastura o terminan con su ciclo productivo.

En lo concerniente a fertilización de pastizales, no obstante el hecho señalado, en la gran mayoría de nuestras explotaciones se la realiza de forma empírica y generalmente haciendo uso de fertilizantes de origen mineral, cuya eficiencia aplicada al suelo, oscila entre el 10 y 25 %, es decir, que la cantidad utilizada por las plantas representa sólo una pequeña parte; consecuentemente los animales consumen pastos con escaso valor nutritivo, en estas condiciones están siendo provistos de una ración de alimentos toscos, es decir, consumen gran volumen de forraje con un bajo contenido de principios nutritivos. Entonces se dilucida que si una fertilización adecuada aumenta la cantidad y calidad del forraje, por consiguiente, probablemente se incremente la capacidad de mantenimiento y la producción animal por unidad de área.

Por lo expuesto, se entiende que la forma de alimentar a los animales es de suprema importancia en la productividad de la ganadería; pues si un animal tiene excelentes características genéticas, óptimas cualidades en cuanto a la conversión alimenticia se refiere, la máxima producción de ese animal se obtendrá siempre que se le suministre pastos de buena calidad, además se considera de fundamental importancia, contar con fuentes alternativas de fertilización en pastos, las cuales resulten considerablemente más económicas que las fertilizaciones químicas generalmente llevadas a cabo en la actualidad.

Tomando en cuenta todo esto, y conociendo que en nuestra zona las mezclas forrajeras del tipo propuesto son muy efectivas, están bien adaptadas al pastoreo directo, son de fácil manejo e incluso representan el principal recurso forrajero por su alto rendimiento, calidad y palatabilidad. La presente investigación apunta a contribuir al fortalecimiento de este eslabón sensible dentro de la cadena de producción, considerando que es importante para comparar el rendimiento y valor nutritivo de la mezcla forrajera, y así posteriormente elegir aquellas materias orgánicas que destacan para aplicarlas en áreas mucho más grandes.

Por lo antes mencionado, se han planteado los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* ante la utilización de distintas fuentes de materia orgánica.
- Determinar la tasa de productividad, en base fresca y seca, para cada uno de los pastos evaluados.
- Realizar un análisis bromatológico para comprobar la eficacia de los tratamientos.
- Establecer la materia orgánica que arroje el mejor resultado productivo.
- Identificar el índice beneficio/costo para corroborar el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA ACTUAL

El sistema productivo y de distribución de alimentos de origen animal y fibras en forma convencional están actualmente fundamentados en grandes extensiones de monocultivos, así como en el alto uso de recursos financieros, plaguicidas, fertilizantes sintéticos entre otros recursos contaminantes y no renovables (Dos Santos, L. et al. 2010).

Desde el punto de vista económico, este modelo proporciona una posible reducción en los costos de producción y a su vez permite la producción de los alimentos que son necesarios en el presente (Smil, V. 2000).

Sin embargo, bajo dicho esquema convencional existen una serie de efectos colaterales que usualmente no se toman en cuenta, tales como los costos ambientales de contaminación del agua por plaguicidas y algunos otros tipos de contaminación al suelo y aire, o los costos sociales que conllevan a la marginación hacia el sector rural debido a los cada vez mayores requerimientos de capital (Sandhu, H. et al. 2010). Con esto se incumple con lo que según Calvente A. (2007), es la sustentabilidad. Ya que hoy en día se busca una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración estén unidos con un medioambiente de calidad, que esta sociedad tenga la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.

Entre los efectos colaterales más serios del uso y abuso principalmente de fertilizantes sintéticos se encuentra la degradación del suelo (Beltrán, F. et al. 2009). Este tipo de efectos colaterales, que hasta hace muy poco tiempo no significaban una preocupación para los productores o la sociedad en general, tienen bajo amenaza muy grave la sustentabilidad de la producción de alimentos y señalan con énfasis la necesidad de encontrar nuevos paradigmas agrícolas (Gill, M. y L. Brar, 2005).

Nuestro país no es la excepción, ya que según INEC (2013), en Ecuador existen aproximadamente tres millones de hectáreas de pastos cultivados, adicionalmente existen 1.62 millones de hectáreas de pastos naturales; en donde su principal problema es su baja productividad en materia verde y su baja calidad en materia seca, lo cual no satisface los requerimientos nutricionales de la población mayoritaria de herbívoros que según el mismo autor son 5,1 millones de bovinos, los cuales registraron un promedio de tan solo 6,3 millones de litros de leche diarios a nivel nacional en 2013. Ésta baja productividad generalmente se debe a que los pastizales se establecen en suelos de baja fertilidad natural y bajo contenido de materia orgánica, de los cuales en su gran mayoría son fertilizados de una manera sintética, usando urea (30,6%) y nitrato de amonio (9,7%), dentro de los nitrogenados; MOP (20,9%) y sulfato de potasio (21%), dentro de los potásicos; y DAP (11,4%) y el N-P-K (6,4%) dentro del grupo de fertilizantes con dos o tres elementos (Llive, F. et al. 2015). Así entonces se propende a la dependencia internacional, deterioro del sustrato, se da lugar a uno de los principales factores de la baja producción de carne, leche, fibra, etc. y por ende es necesaria la importación para cubrir las necesidades alimenticias de 15 millones de habitantes. Contraproducentemente esta tendencia se mantiene a pesar que diferentes investigadores han demostrado los efectos benéficos de la fertilización orgánica sobre el incremento en la productividad de los pastos, lo cual nos podría llevar al aumento en la producción de leche y carne en Ecuador.

Ante la inminente situación que nos aqueja cada vez más personas y gobiernos en el mundo están requiriendo de alimentos, fibras y otros productos bienes que son producidos mediante prácticas sustentables y ambientalmente benéficas o amigables (Lynch, D. 2009), especialmente en los países desarrollados buscan productos obtenidos mediante un proceso de producción limpio, principalmente con la inclusión de fertilización orgánica para obtener alimentos de una calidad ambiental superior (Zhang, F. et al. 2008). En este sentido, uno de los modelos de producción agrícola que se considera más sustentable es la agricultura orgánica, la cual promueve, entre muchas otras cosas, la fertilización basada en la eliminación de los fertilizantes sintéticos a favor del uso recurrente de abonos orgánicos (Gélidas, P. et al. 2009).

B. EL SUELO

Según De Felipe, M. (2004), es una entidad viviente, compuesta de una asociación de partículas inorgánicas o minerales, entrelazadas con materia orgánica y gases difundidos; en su estado natural, constituye una entidad biológica, regulada por sí misma, que evoluciona lentamente en el tiempo; de entre todos los ecosistemas terrestres es el que presenta una mayor riqueza en especies, dado que en él conviven una gran cantidad de microorganismos, como bacterias, hongos, virus, protozoos y algas.

Crespo, G. et al. (2005), indican que es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento, constituyéndose en una base sólida para que los vegetales puedan fijarse a él y recibir el agua y minerales necesarios para elaborar sus alimentos. Para esto, está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua, La materia orgánica y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí, de esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces (FAO, 2012).

1. La fertilidad del suelo de pradera

Cuando la rotación no considera praderas ni animales, la mantención de la fertilidad depende de la incorporación de fertilizantes, manejadas con el objetivo de maximizar la acumulación de nutrimentos (Siau, G. y R. Venegas, 1994).

Simón, L., et al. (2005), plantean que la mayor parte de nutrientes presentes en un pastizal se dan por las deyecciones de los animales, la orina y la transferencia que hacen los vegetales, éstos pueden ser utilizados varias veces, mientras transcurre el crecimiento, desarrollo, descomposición y utilización (un año).

Se sabe que el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) consumido por animal en pastoreo son excretados nuevamente, más específicamente Hutton, J., et al., (1967) indica que las vacas en pastoreo retornan a la pradera alrededor del 70% del N, el 66% del P y el 92% del K consumido.

El contenido de nutrientes del estiércol de bovinos en pastoreo por kg de materia seca es de 20 a 24 gramos de N, 5 a 11 de P y 5 a 14 de K (Holmes, W., 1980). Esto representa entre un 20-30% de la materia seca consumida diariamente, pero estas deposiciones llegan a cubrir entre 0,45 a 1,10 metros cuadrados/vaca y el área de pasto rechazado puede variar entre 6 a 12 veces el área de la mancha de heces, dependiendo de la presión de pastoreo, llegando a ser rechazada entre 10% a un 45% de área durante una temporada de pastoreo (MacDiarmid, B. y B. Watkin, 1972).

El fósforo depuesto junto con las heces es de pequeña importancia a corto plazo, debido a su baja disponibilidad, sin embargo Brockman, J. et al. (1970), sostiene que es reciclado en alta cantidad con cargas animales altas. En concordancia con esto Williams, T. (1980), menciona que cada tonelada de materia seca producida en praderas permanentes extrae aproximadamente 4,4 kg de fósforo, sin embargo debido al reciclaje, solamente la mitad del requerimiento de este mineral debe ser reincorporado vía fertilizantes. Marsh, R. y R. Campling, (1970), anuncian que en las praderas pastoreadas, la mayor parte del K es retornado con las excretas. Sin embargo, la distribución en la superficie afecta su disponibilidad y señalan que normalmente son necesarios 15-40 kg de k/ha/año para cubrir los requerimientos. Sabiendo que para obtener la máxima producción de forraje por unidad de superficie es indispensable contar con un sustrato fértil y ya conociendo la dinámica que tienen los nutrientes minerales dentro del pastizal, es relevante indicar que la FAO (2012) lo reconoce como tal, cuando tiene los nutrientes necesarios, en las cantidades y proporciones adecuadas, además de reunir las siguientes características:

- Su consistencia y profundidad deben permitir un buen desarrollo y fijación de las raíces.
- Contener los nutrientes que la vegetación necesita.
- Ser capaz de absorber y retener el agua, conservándola disponible para que las plantas la utilicen.
- Hallarse lo suficientemente aireado
- No contener sustancias tóxicas.

2. Nutrientes del suelo de pradera

a. Nutrientes minerales

De acuerdo a Rodríguez, J. (1993), en general el N, P, K, Ca, Mg y S (macro elementos) son los más variables en cuanto al aporte nutricional en diferentes suelos. Los requerimientos para el mantenimiento de pasturas, pueden diferir de los del establecimiento y también, el estado nutricional del suelo puede cambiar con el tiempo, debido a la remoción del sistema, reciclaje y/o a pérdidas tales como lixiviación y fijación.

(1) Nitrógeno

Principal elemento que limita el crecimiento de las plantas forrajeras y en el caso particular de las gramíneas, por lo que tiene la mayor importancia en la producción de materia seca e influye en la calidad de los pastos, al intervenir en el contenido de proteína cruda y digestibilidad, también influye sobre el crecimiento de los pastos al controlar la promoción y el desarrollo de nuevos brotes, aumenta el número de hojas por planta y con ello el área foliar (Cabalceta, G. 1999).

La aplicación de nitrógeno tiene un efecto sobre la composición botánica de la pastura, especialmente en asociaciones de gramíneas con leguminosas, donde el nitrógeno favorece el crecimiento de la gramínea debido a que ésta tiene una mayor facilidad y eficiencia para absorber iones monovalentes de N, K, etc., que las leguminosas, pero la respuesta obtenida en los rendimientos de materia seca de las gramíneas por unidad de nitrógeno aplicado, es creciente hasta una dosis específica y luego ésta disminuye con la aplicación de dosis mayores (Rodríguez, J. 1993).

León, R. (2008), indica que por lo general el nitrógeno se aplica luego de cada corte, con el propósito de devolver al suelo la cantidad extraída por el cultivo, esta debe corresponder a la mitad del nitrógeno que la planta absorbe, la otra mitad se estima que es devuelta al suelo a través del estiércol y orina del ganado.

(2) Fósforo

Según Rodríguez, J. (1993), varias zonas dedicadas a la ganadería son deficientes en fósforo, de manera que se hace necesario aplicar fertilizantes fosfatados para lograr buenos rendimientos, con la grave situación de que sólo se dispone de fuentes minerales para adicionar fósforo al suelo. El fósforo es el elemento menos móvil en el suelo, razón por la cual debe aplicarse muy cerca de la raíz para que la planta pueda tomarlo fácilmente, generalmente se presenta en combinaciones orgánicas de difícil liberación o en forma de compuestos inorgánicos complejos de difícil solubilidad. En caso de deficiencia, su aplicación tiene un efecto positivo con respecto a los rendimientos. La respuesta a la aplicación de fósforo es menos pronunciada que la respuesta al nitrógeno, esto es particularmente cierto en el caso de las gramíneas. Las leguminosas suelen mostrar una mayor respuesta, tanto desde el punto de vista de la producción de materia seca como en el contenido de fósforo.

(3) Potasio

Las necesidades de los animales y de las plantas nunca han coincidido en lo referente al potasio, éste como mineral juega un papel subordinado para la alimentación animal, ya que los contenidos de potasio en el forraje básico son simplemente suficientes. Pero la necesidad de las plantas en potasa es claramente superior al de los animales, en contraste las plantas de prados con altos rendimiento requieren como mínimo el 2.5 % de potasio en la materia seca (cantidad diaria) para que no se produzcan pérdidas de rendimiento y calidad (Guzmán, J. 1988).

De acuerdo a Cabalceta, G. (1999), es probablemente el elemento más móvil de la planta, siendo translocado a los tejidos meristemáticos cuando se presenta deficientemente en el tejido vegetal; su función es de naturaleza catalítica, ya que es imprescindible en el metabolismo de carbohidratos, formación, transformación y translocación de almidón, no puede faltar también para metabolizar el nitrógeno y sintetizar la proteína, además controla y regula la actividad de otros elementos esenciales, llegando al punto de ser un elemento imprescindible para mantener el régimen hídrico y la turgencia.

(4) Magnesio

Es el único mineral constituyente de la molécula de clorofila, localizándose en su centro, de allí su importancia en el proceso de fotosíntesis. Interviene en la síntesis de proteína y como activador de muchas enzimas. Ha adquirido relevancia en el sistema animal-planta, por cuanto su deficiencia en los pastizales es una causa de tetania (hipomagnesemia) en los animales de pastoreo (Cabalceta, G. 1999). Los pastos manejados intensivamente extraen anualmente alrededor de 40 a 70 kg de magnesio por hectárea. Existe el criterio de que debe aplicarse cuando el análisis muestre menos de 200 kg por hectárea en la capa arable (Rodríguez, J. 1993).

(5) Azufre

Cabalceta, G. (1999), enuncia que el azufre se halla formando parte de aminoácidos esenciales como la cistina, cisteína y metionina, participa en la síntesis de clorofila y en la formación de varias vitaminas como la biotina, glutamina y coenzima A, además muchas veces no se le toma en cuenta, debido a que este elemento se aplica sin querer al fertilizar con abonos nitrogenados, fosfóricos y potásicos. En la mayoría de los suelos cultivados, el azufre se encuentra en forma orgánica, como componente de las proteínas, y es asimilado por las plantas cuando la materia orgánica retorna al suelo, se descompone y mineraliza; esta es la fuente principal en regiones húmedas. En regiones áridas se le encuentra en forma de sulfato de calcio, magnesio, sodio y potasio (León, R. 2008).

(6) Micronutrientes u oligoelementos

Hierro, manganeso, cobre, cinc, boro, molibdeno y cloro son utilizados por las plantas superiores en pequeñas cantidades y, en consecuencia son llamados micronutrientes, elementos vestigiales, trazas, raros, menores y más corrientemente oligoelementos (Navarro, S. y G. Navarro, 2003). Su importancia en la nutrición de la planta no debe ser descuidada aunque sean necesarios en cantidades menores. Esto fue comprendido, en 1840, por el químico alemán Justus von Liebig, quien hizo una principal contribución a la ciencia de la agricultura y a la química biológica. Él determinó la "ley de mínimo", la cual

describe el efecto individual de los nutrientes en los cultivos (Ronen, E. 2007). Las deficiencias de estos minerales en bovinos en pastoreo es uno de los factores limitantes de los sistemas de producción, un ejemplo es el de las empresas pecuarias de la región central de Cuba, donde García, J. et al. (2005), diagnosticaron altas proporciones de vacas, novillas y sementales vacunos con carencias minerales que afectaban la reproducción y la producción láctea.

b. Nutrientes orgánicos (materia orgánica)

Uno de los aspectos más serios de la degradación del suelo es la pérdida de materia orgánica (MO) en los mismos, frecuentemente se da la pérdida de millones de toneladas anuales de MO y suelo fértil (Chan, K. 2001).

La MO, bajo cualquier punto de vista, resulta fundamental en la búsqueda de la sustentabilidad en la producción (Johnston, A. et al. 2009) y su disminución en el suelo ocasiona pérdidas de la capacidad de amortiguamiento, empobrece la capacidad de intercambio catiónico, facilita la erosión y no permite el desarrollo de la micro y macro-fauna benéficas del suelo (Aslantas, R. et al. 2007).

De acuerdo a Higuera, P. y R. Oyarzun, (2010), la materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene (lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc.), la descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus, en el que se encuentran un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos, finalmente la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos órgano minerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo.

3. Interacción suelo/planta

Cuando el suelo es humedecido con agua, este complejo sistema se transforma en un sustrato fértil, donde brota la vida en el planeta. Esta es la zona de la pedosfera, que sostiene la vida sobre la tierra y que es biológicamente un medio activo y estructurado al servicio de su verdadera función, como es su aprovechamiento para el desarrollo de los seres vivos (De Felipe, M. 2004).

Crespo, G. et al. (2005), indican que la importancia de la actividad biológica del suelo, la formación de los micro poros, las raíces y la fauna que penetran en este, radica en que gracias a esto se forman agregados estables en el suelo, dando paso al reciclaje de nutrientes, protegiendo a la materia orgánica de una rápida descomposición y garantizando su acumulación; por lo anterior los suelos con buena agregación, distribución y tamaño de los poros, pueden mejorar el flujo de gases y agua, lo que conllevaría al mejoramiento del complejo suelo/planta. Según (De Felipe, M. 2004) de los organismos del suelo depende la vida de las plantas en este, pueden alterar la absorción de nutrientes por efecto directo sobre las raíces, por efecto sobre el medio y por competir directamente por los nutrientes del suelo. Estos microorganismos, actuando principalmente desde la rizósfera, condicionan la nutrición y la salud de las plantas y por tanto el correcto funcionamiento de toda la biosfera. El mismo autor habla sobre el efecto rizósfera o la influencia de la planta sobre el suelo, y dice que más que un efecto, es un sistema natural con propiedades, elementos y fronteras definidas. Estudios han mostrado que las células epidérmicas de las raíces están recubiertas de polisacáridos de doble origen, vegetal y microbiano, de grosor variado, en el cual las colonias de microorganismos están incluidas y asentadas. Los azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc., son responsables de las especies, variedades y número de microorganismos que en ella viven. Un componente puede estimular el crecimiento de un microorganismo y puede ser neutral o inhibidor para otros. Así, los sideróforos exudados por gramíneas del mismo modo a los excretados por ciertas bacterias, pueden inhibir el crecimiento de algunos microorganismos, llegando a reducir la disponibilidad del hierro en la rizósfera. Las condiciones ambientales de crecimiento de la planta influyen decisivamente sobre estos exudados en cantidad y composición. Las raíces cambian física y

fisiológicamente con la edad y el medio que las rodea, por lo que las sustancias excretadas son diferentes, siendo la producción de aminoácidos, siempre mayor cerca de la coifa, zona muy metabólica y de mayor absorción de agua y nutrientes. Otro punto muy importante dentro de la relación suelo/planta son los microorganismos beneficiosos, no infectivos, los cuales han desarrollado la habilidad de colonizar la raíz, y se conocen en su conjunto como rizobacterias. Las que promueven el crecimiento de las plantas, bien específicamente mediante la secreción de hormonas o indirectamente inhibiendo organismos fitopatógenos o activando la asimilación de nutrientes, se conocen como bacterias promotoras del crecimiento. Aunque la interacción de estos microorganismos con las plantas ha sido convenientemente estudiada, aún estamos lejos de entender las complejas interrelaciones metabólicas y ecológicas suelo/planta que resultan en efectos beneficiosos o perjudiciales para los cultivos, y uno de los mayores retos es conseguir una descripción precisa y completa de estos complejos sistemas (De Felipe, M., 2004).

C. FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Es toda sustancia cuya acción fundamental consiste en el mejoramiento de por lo menos una característica bien podría ser física, química o biológica del suelo (ICA, 2003), más específicamente Shoning, E. y W. Wichmann, (1990), indican que es toda sustancia de origen animal, vegetal o mixto, que se añade al suelo con tales fines; finalmente Gómez, D. y M. Vásquez, (2011), señalan que proviene de la mezcla de estos restos con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural por una variedad de microorganismos, en un medio húmedo, caliente y aireado.

Éste es un insumo natural reconocido por contribuir a la recuperación de la fertilidad (Bučienė, A. et al. 2003) y las características físicas del suelo (Agostini, F. et al., 2003), pero especialmente ha sido reconocido por su capacidad para incrementar la concentración de MO del suelo, lo cual modifica favorablemente la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de macro y micronutrientes (Beltrán, F. et al. 2009).

Los abonos orgánicos pueden ser una opción viable al uso de fertilizantes minerales para proveer los nutrimentos requeridos por un cultivo. Sin embargo, esta capacidad o potencial de un abono debe ser conocida para evitar deficiencias o excesos de los elementos que lo constituyen, resultantes de la adición del abono al suelo; además, son muy útiles y económicos cuando se pueden fabricar con residuos agrícolas locales, sin tener que transportarlos a grandes distancias (Cerrato, M. et al. 2007).

Entre los abonos orgánicos, los más conocidos son el compost, el Bocashi y el lombricompost o lombrihumus (Soto, G. y G. Meléndez, 2004). El uso de esta clase de insumos, como recuperadores de sus propiedades físicas o químicas, en la actualidad está tomando fuerza y cada vez se está tornando una práctica de cultivo más comúnmente realizada; sin embargo, generalmente no se entiende totalmente la importancia que esta conlleva.

Según Ramos, D. y E. Alfonso, (2014), la importancia de usar estos insumos, está en aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas para la alimentación humana, así como la tendencia a disminuir el uso de agroquímicos potencialmente perjudiciales para la salud y el ambiente a largo plazo, se propende al desarrollo de nuevas tecnologías más amigables, siendo los residuos producidos por diversas actividades, ya sean agrícolas, forestales, industriales o domésticas, una alternativa en la producción de abonos orgánicos para sanear los efectos negativos derivados del uso excesivo de fertilizantes sintéticos.

Siguiendo esta tendencia creciente, según el arancel nacional de importaciones, en el Ecuador ingresan diferentes tipos de fertilizantes bajo la denominación de Abonos, dentro de esta denominación se hallan inmiscuidos los Abonos de origen animal o vegetal, la evolución de su importación para el periodo 2007 - 2014 se detalla a continuación (cuadro 1).

Cuadro 1. EVOLUCIÓN DE LA IMPORTACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS (ORIGEN ANIMAL/VEGETAL) EN ECUADOR PARA EL PERIODO 2007 - 2014.

AÑO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Volumen (toneladas)	13517	9160	10795	13098	12697	9310	11015	7498

Fuente: (BCE, 2015).

Finalmente, se puede indicar que mediante el uso frecuente de materia orgánica, junto con otras prácticas se podría alcanzar una agricultura sustentable (FAO, 2012).

1. Importancia del abonado en la producción de los pastos

Ante la crisis del sector agropecuario, factores como la pérdida y contaminación de los recursos naturales, la baja calidad de vida de los campesinos, jóvenes que prefieren salir a las grandes ciudades y el alto grado de tóxicos encontrados, en productos agrícolas y pecuarios, entre muchos otros que ha dejado como consecuencia la decadente “Revolución verde”, han comenzado a generarse propuestas que permitirán mejorar las condiciones de vida en los sectores, rural y urbano; una propuesta para alcanzar la calidad de los alimentos y el mejoramiento del medio ambiente, es la agricultura orgánica, y un ejemplo es la generación de abono a partir de los residuos orgánicos (Parra, C. y J. Herrera, 2011).

Al establecer una mezcla forrajera, se debe manejar adecuadamente las cantidades de macroelementos y elementos menores, pues las leguminosas requieren un pH más alto que las gramíneas y mayores cantidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio y algunos elementos menores; en mezclas establecidas se deben hacer aplicaciones relativamente altas de abonos completos una o dos veces al año e incluso de elementos menores cuando sea necesario, pero no se debe aplicar nitrógeno cuando la leguminosa representa más del 30% de la mezcla, en especies de clima frío. Cuando el porcentaje de leguminosas se ha aumentado mucho en la mezcla, una de las maneras de disminuir es hacer aplicaciones altas de nitrógeno, que tienden a favorecer un rápido desarrollo de la gramínea y una disminución proporcional de la leguminosa. Igualmente, cuando

se quiere aumentar la proporción de leguminosas, se aumenta la fertilización con fósforo, potasio, calcio, magnesio y elementos menores, junto con esto se suprime la fertilización nitrogenada (Bernal, J. 1998).

Los abonos orgánicos incrementan los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables y calcio intercambiable del suelo (Ramírez, J. et al. 2012), promueven un aumento en los nutrientes (Eghball, B. et al. 2004); mejoran la capacidad del suelo para retener agua, las condiciones físicas para el desarrollo de las raíces y el laboreo del suelo (Badaruddin, M. et al. 1999). Además mejoran su estructura, adecúan la infiltración del agua, facilitan el crecimiento radical, posibilitan una mejor aireación y contribuyen al control de la erosión, inclusive el suministro de abonos orgánicos puede eliminar las deficiencias de micronutrientes en el suelo (Cubero, D. y M. Vieira, 1999).

La contribución de esta práctica es referida no sólo al aspecto nutricional sobre las plantas, sino que tiene un alcance en todos los componentes relacionados con la fertilidad y productividad del suelo. Entre los principales efectos regenerativos de esta práctica se encuentran:

- Estimulación inmediata de la actividad biológica (Thorup, K. et al. 2003).
- Reducción de la densidad aparente (Torres, D. et al. 2005).
- Cambios en las propiedades bioquímicas, tales como la actividad de fosfatasa ácida y de la deshidrogenada en la rizósfera de cultivos indicadores (España, M. y M. López, 2003).
- Mejoras en las propiedades químicas, aumentos en la disponibilidad de macronutrientes y reducción de Al^{+3} en el complejo de intercambio (López, M. 2003).

Pese a que esta evidencia existente sugiere que el abonado del pasto se traduciría, en la mayoría de los casos, en un aumento considerable de la producción de materia seca, de acuerdo a Mombiela, F. (1986), la cantidad de recursos financieros dedicados a este apartado es generalmente muy baja, esto es atribuible a los escasos márgenes asociados con los sistemas de producción animal a base de pasto y a la complejidad de estos sistemas, que hacen difícil prever las consecuencias de una inversión en abonos.

2. Características de los fertilizantes orgánicos

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes sintéticos; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, L. et al. 2010), tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Cegarra, J. et al. 1993), además dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (Ouédraogo, E. et al. 2001). Inclusive mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo, la conductividad hidráulica, disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como también promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Delgado, R. y A. Salas, 2006).

De acuerdo a Parra, C. y J. Herrera, (2011), intrínsecamente los fertilizantes orgánicos de suelos poseen unas características que sirven para múltiples aplicaciones en el suelo:

- Permiten que exista una adecuada permeabilidad por tanto, reduce el escurrimiento superficial y la erosión, como resultado hay más agua disponible para las plantas.
- Producen la síntesis de sustancias orgánicas complejas que ligan las partículas del suelo en unidades estructurales llamadas agregados, los cuales ayudan a mantener un estado granular suelto, abierto; de ese modo, el agua está en condiciones de entrar y filtrarse con más facilidad a través del suelo. La condición granular del suelo favorece una buena aireación y permeabilidad.
- Incrementan la capacidad de retención de agua. Esto no significa necesariamente, un aumento en las existencias de agua disponible para las plantas, dado que la materia orgánica retiene el agua con bastante firmeza y el porcentaje constante de marchitamiento crece.
- Sirven como depósito de elementos químicos que son esenciales para el

desarrollo de las plantas. La mayor parte del nitrógeno del suelo se presenta en combinación orgánica, también una cantidad considerable de fósforo y azufre existe en formas orgánicas.

- Al descomponerse, la materia orgánica proporcionan los nutrimentos necesarios para las plantas en desarrollo, así como muchas hormonas y antibióticos. Estos son liberados de acuerdo con las necesidades de las plantas.
- Cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento rápido de la planta, las mismas condiciones favorecen una pronta entrega de nutrimentos de la materia orgánica.
- Sirven como fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo. Todos los organismos heterotróficos, por ejemplo, los que fijan el nitrógeno, requieren materia orgánica que se descomponga con facilidad para obtener el carbono.

D. HUMUS

Compuesto por restos vegetales y animales que se encuentran en el suelo y que están sometidos constantemente a procesos de descomposición, transformación y re síntesis (lombricompostar), la cual es una forma muy interesante de capturar la mayor parte de los nutrientes y hacerlos estables al agua, con características de un producto terminado, muy estable, imputrescible, no fermentable, de color oscuro y con un agradable olor a mantillo del bosque (Donoso, A. et al. 2002).

Brechelt, A. (2004), indica que el humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, ofrece a las plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces; en comparación con otros abonos orgánicos tiene las siguientes ventajas:

- Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a 10 toneladas de estiércol).
- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- El fósforo es asimilable; en los estiércoles no.

- Elevado contenido de microorganismos y enzimas que ayudan a la desintegración de la materia orgánica (la carga bacteriana es de un billón por gramo).
- Alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- Un pH estable entre 7 y 7.5.
- La materia prima puede ser cualquier tipo de residuo o desecho orgánico.

1. **Características**

Según Brechelt, A. (2004), este abono orgánico posee variadas características, entre la cuales podemos contar las descritas a continuación.

a. Físicas

El humus de lombriz es un material suelto y de textura granulada. Su uso puede ayudar a mejorar las condiciones físicas del suelo, especialmente en suelos arcillosos, y favorecer un buen desarrollo de las raíces de las plantas (Brechelt, A. 2004).

Presenta características favorables para su uso como sustrato agrícola, manifestadas en baja densidad, alta porosidad, elevada capacidad de retención de humedad y alta conductividad hidráulica (González, M. et al. 2007).

b. Biológicas

El lombricompost contiene altas poblaciones de microorganismos que colaboran en los procesos de formación del suelo, solubilizan nutrientes para ponerlos a disposición de las plantas y previenen el desarrollo de altas poblaciones de otros microorganismos causantes de enfermedades en las plantas (Brechelt, A. 2004).

Es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta (Bioagrotecsa Cia. Ltda. 2011), estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes e incrementa la floración.

- La Giberelinas, favorece el desarrollo de las flores y la germinabilidad de las semillas.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales.

c. Nutricionales

Estas propiedades varían mucho, debido a factores como los tipos de desecho utilizados, las proporciones de cada uno, el estado de descomposición de estos materiales, las condiciones en las cuales se lleva a cabo el proceso de lombricompostaje y el tiempo de almacenamiento. Es importante tener presente que el lombricompost contiene, además de los macronutrientes, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, pequeñas cantidades de micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre (Brechelt, A. 2004).

Ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana, tiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el estiércol bovino; libera lentamente su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, y a los minerales que se encuentran inmóviles en el suelo, los transforma en elementos absorbibles por la planta, además su riqueza en microelementos lo convierte en uno de los pocos fertilizantes completos ya que aporta a la dieta de la planta muchas de las sustancias necesarias para su metabolismo y de las cuales muy frecuentemente carecen los fertilizantes químicos (Bioagrotecsa Cia. Ltda. 2011).

2. Dosificación y formas de aplicación

La cantidad a incorporar dependerá de los análisis químicos de la tierra y del humus (Yague, J. 1987). No obstante esto, Loaiza, J. (2005), recomienda que para el establecimiento de praderas y pastos de corte se debe aplicar 3 toneladas por ha de humus sólido al suelo en pre-siembra y en praderas ya establecidas indica hacer un pase con el rastrillo y posteriormente aplicar 4,53 toneladas por Ha de humus sólido y repetir la aplicación cada 3 meses.

En cuanto a las formas de aplicación Ochoa, J. (2009), señala que existen 3 formas de aplicar el abono, una de las formas es al voleo que logra una distribución uniforme de fertilizante sobre el suelo para tener mayor contacto,

pudiendo dejarlo en la superficie o enterrarlo. Otra de las formas para aplicar el humus es en banda, que es una aplicación en línea repetida cada cierta distancia de terreno, se usa más en siembras en forma de filas. Otro tipo de aplicación es de manera foliar, usada cuando los niveles son muy bajos para lograr distribución uniforme de cantidad pequeña en un área grande.

3. Ventajas de su uso

El humus de lombriz contiene una concentración importante de elementos solubles orgánicos, entre los que se incluyen los humatos más importantes como son: los ácidos húmicos, fúlvicos y úlmicos, y su aplicación en estado líquido estimula los procesos de humificación y mineralización de los residuos vegetales en el suelo (Somarriba, R. y G. Guzmán, 2004). Es un abono muy eficaz, pues, además de poseer todos los elementos nutritivos esenciales, contiene una flora bacteriana riquísima, que permite la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el terreno, la transformación de otras materias orgánicas y la eliminación de muchos elementos contaminantes (Yague, J. 1987).

De acuerdo a lo que indica Bioagrotecsa Cia. Ltda. (2011), el humus de lombriz aplicado como abono orgánico en los cultivos provee varias ventajas como:

- Mejora las condiciones del suelo, retiene la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua.
- Siembra vida. Inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato, que corresponden a los principales grupos fisiológicos del suelo.
- Favorece la acción antiparasitaria y protege a las plantas de plagas. Le confiere una elevada actividad biológica global.
- Presenta humatos, fitohormonas y rizógenos que propicia y acelera la germinación de las semillas y elimina el impacto del trasplante al estimular el crecimiento de la planta.

En su estudio Méndez, O. et al. (2012), concluyeron que el humus de lombriz o lombricomposta promueve que las plantas tengan un mayor rendimiento; otra ventaja de su uso se lo comprobó mediante la investigación de Aragón, D. et al

(2010), donde hallaron que la consistencia del suelo indica que los valores del límite inferior de plasticidad (% humedad en base a suelo seco) tienden a aumentar significativamente al aplicar humus, lo cual aumenta el rango de tempero y el suelo puede ser laborado con porcentajes de humedad superiores.

Por lo que mediante la aplicación de humus se aúnan estos factores y Baños, R. et al. (2008), consideran que se tiende a incrementar los rendimientos en cultivos de gramíneas forrajeras, e incluso indican que su aplicación en los sistemas de producción permite con un enfoque sistémico, sustituir de forma total y parcial los fertilizantes químicos, evitando así su acción negativa al medio ambiente.

Echeverría, J. et al. (2009), demostraron que las aplicaciones entre 6 y 10 Ton/Ha de humus de lombriz en especies de gramíneas y leguminosas forrajeras, incrementan los rendimientos alrededor de un 50% en comparación al no aplicarlas, además cabe recalcar que esto equivale a aplicar estiércol de forma esparcida a razón de 25 a 40 Ton/Ha.

E. COMPOST

1. Definición

El Composteo es una forma importante de reciclar elementos orgánicos residuales de la agricultura y la ganadería (De Luna Vega, A. et al. 2011). Es el proceso biológico aeróbico en el que microbios actúan sobre la materia orgánica (restos de cosecha, excrementos animales y residuos urbanos) permitiendo su mineralización y pre-humificación. (Picado, J. y A. Añasco, 2005).

El compost es un producto estabilizado e higienizado que se obtiene de la descomposición biológica oxidativa de materiales orgánicos frescos de desechos animales y vegetales. Se logra mediante un proceso biológico de descomposición completa de materiales orgánicos, en un ambiente aerobio y por acción de los microorganismos, evitando la putrefacción de los residuos orgánicos por exceso de agua (Parra, C. y J. Herrera, 2011). Es un abono orgánico 100% natural, de color café oscuro, de dulce aroma y rico en nutrientes, se usa como tierra y abono para nuestras plantas, le da vida al suelo, lo enriquece y por lo tanto, entrega vida a las plantas (Merino, S. 2012).

2. Características

a. Físicas

(1) Contenido de humedad

El contenido de humedad puede expresarse refiriéndose al peso o al volumen aunque se refiere a una fracción del peso total del compost (Haug, R. 1993). Este debe estar húmedo, pero no empapado; para el crecimiento y la actividad de microbios se requiere de un nivel de humedad suficiente para mantener capas de agua sobre superficies sólidas y facilitar el movimiento o la difusión de compuestos solubles (Álvarez, J. 2009).

Si su contenido de agua es muy bajo, se detiene la actividad microbiológica del proceso; y si es muy alto, se dan condiciones anóxicas porque ésta desplaza al aire de los espacios libres existentes, los altos niveles de humedad pueden facilitar una mayor pérdida de nitrógeno, que favorecen la desnitrificación, por ello el contenido de humedad óptimo del proceso de compostaje deberá estar entre el 50 y 60% (Corbit, R. 2003).

(2) Densidad

La densidad o el peso de la unidad de volumen de un compost, se da por el contenido de humedad de la materia orgánica, la distribución del tamaño de las partículas y el grado de descomposición (Muñoz, J. 2005).

(3) Oxigenación

Opazo, M. (1991), indica que el suministro de aire para todo el proceso de compostaje es básico, así como también es vital para su desempeño en el suelo porque proporciona oxígeno a los organismos y elimina el dióxido de carbono, permitiéndoles desarrollarse adecuadamente. El oxígeno es necesario para el metabolismo de los microorganismos aeróbicos y la oxidación de determinadas moléculas orgánicas.

(4) Tamaño de las Partículas

El tamaño de las partículas es una de las propiedades físicas que nos indican la retención de la humedad, el espacio libre y la porosidad del compost (Álvarez, J. 2009).

Bongcam, E. (2003), menciona que la mayoría de los residuos que intervienen al realizar un compost son de forma irregular y con poca superficie específica, por lo cual es importante reducir el tamaño de estos, ya que se incrementa la velocidad de las reacciones bioquímicas, lo cual favorece la actividad microbiana. Aconseja un tamaño adecuado de partículas de 1 - 5 cm. de diámetro porque el exceso de partículas pequeñas, puede llevar fácilmente a favorecer la putrefacción de éste.

b. Químicas

(1) Carbono (C)

De acuerdo a Álvarez, J. (2009), la concentración total de carbono orgánico de un compost es un indicador de su concentración en materia orgánica y los microorganismos necesitan de este elemento como fuente esencial de energía.

(2) Nitrógeno (N)

El contenido total de N del compost puede variar según la materia prima, las condiciones de proceso, la maduración y el almacenaje. En el transcurso del proceso de compostaje, el contenido de nitrógeno se disminuye, con la volatilización del amoníaco. Los microorganismos utilizan el nitrógeno para la síntesis de proteínas junto con otros elementos (Hans, J.2000).

(3) Relación Carbono-Nitrógeno

Este abono es la mezcla de materiales de origen vegetal y animal procurando un contenido aceptable de todos los nutrientes esenciales y manteniendo un buen equilibrio entre los materiales ricos en carbono y los ricos en nitrógeno, para que la relación C/N se mantenga entre 25 y 35. Una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas). El nitrógeno

será aportado por el estiércol, las leguminosas verdes y restos animales (Alexander, M. 1999). Si la relación C/N es muy baja se producen pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco, mientras que cuando los valores son muy elevados la disponibilidad del nitrógeno es baja (Bongcam, E. 2003)

(4) Acidez / Alcalinidad (pH)

La escala de valores del pH en la mayor parte de los compostos acabados varía entre 6.0 y 8.0. El valor final del pH de un compost depende de la materia prima, del proceso de fabricación y la adición de cualquier sustancia. Al no tener un control de la acidez o la alcalinidad del compost, este puede ocasionar un daño en el desarrollo de la planta. El pH óptimo se sitúa cerca del valor neutro, y el rango está situado 5.5 y 8.5, si bien hay que evitar niveles de pH extremos. Un pH de 6.5 a 7.2 se lo considera ideal (Álvarez, J. 2009).

c. Biológicas

El compostaje es un proceso complejo en el que intervienen una amplia gama de microorganismos que atacan a los residuos orgánicos. Los principales microorganismos que se encuentran presentes son: hongos, bacterias (responsables del 95 % de la actividad de descomposición), actinomicetos y posiblemente también protozoos y algas (Estrada, I. y J. Gómez, 2006).

(1) Bacterias

Predominan en la actividad microbiana del compostaje aún más que los hongos. La población real de las bacterias depende del tipo de material básico, de las condiciones locales y de las enmiendas utilizadas (Viera, W. y G. Bernal, 2004). Se ha identificado diversas especies de bacterias en el compostaje de los residuos agrícolas pertenecientes al género *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthorbacter* y *Alcaligenes* (Lugo, S. y H. Gitscher, 2005).

(2) Actinomicetes

Parecidas a los hongos. Son bacterias con hifas productoras de micelios. Los géneros más comunes son *Notocardia* y *Streptomyces*. Son heterótrofos y aerobios, poco tolerantes a la acidez. Su papel en la degradación y mineralización

no es tan importante como el de las bacterias y los hongos, su importancia deriva de su eficacia en la degradación de sustancias húmicas y de su aptitud para sintetizar sustancias bióticas y antibióticos. Dentro del proceso de compostaje son los que producen el olor a tierra húmeda, así como enzimas que descomponen sustancias muy resistentes como la celulosa o la lignina. La mayoría necesitan concentraciones altas de oxígeno para vivir. Las amebas tienen la capacidad de degradar sustancias recalcitrantes como la lignina. Se alimentan en parte del compost y en parte de las bacterias, hongos y actinomicetos. Sirven de alimento a muchos de los consumidores secundarios que encontramos en el compostador (Atlas, R. y R. Bertha, 2001).

(3) Hongos

Aunque algunos hongos son de tamaño muy pequeño, la mayor parte de ellos son visibles bajo la forma de cuerpos fructíferos (champiñones). El compost procesado correctamente mantiene una población activa de hongos y previene la reactivación de las bacterias patógenas (Estrada, I. y J. Gómez, 2006). Se han identificado dos formas de desarrollo de los hongos (mohos y levaduras). Las especies encontradas de hongos celulíticos en compost son del género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* y *Chaetomium*. También están presentes los *Basidiomycetos* que juegan un papel importante en la degradación de la lignina (Atlas, R. y R. Bertha, 2001).

3. Dosificación y formas de empleo

De acuerdo a Gomero, O. y A. Velásquez, (2010), se aplica al voleo en el pasto, por lo menos debemos abonar el suelo con compost una vez por año, pero si tenemos cantidades pequeñas conviene aplicarlas varias veces al año. Es recomendable que la cantidad aplicada no sea menor de 6 toneladas por hectárea en cultivos de gramíneas y 3 toneladas por hectárea en cultivos de leguminosas. Resulta conveniente incorporar el compost al momento de preparar el suelo, pero hay que evitar enterrarlo a más de 15 cm. También podemos aplicar la mitad del compost en el momento de la preparación del suelo y la otra mitad en las líneas donde de siembra el pasto.

4. Ventajas de su uso

Al darle un buen manejo a los residuos mediante el compostaje, se tratan los residuos de una forma económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente saludable y de esta forma se contribuye a la conservación de los recursos naturales (Labrador, J. 2001).

Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbiana existente en estos materiales (Riveros, A. 2006).

Hay que tener en cuenta que el compost tiene como función primordial mantener la actividad biológica de la materia orgánica en los agrosistemas, permite recuperar la biodiversidad funcional de los suelos y de los agrosistemas, incrementando su capacidad de autorregulación, disminuye los riesgos para la salud de los seres vivos, así como los costes económicos y ambientales (García Álvarez, A. et al. 2004). Aplicado como fuente orgánica en suelos agrícolas fue ligeramente alcalino y con niveles altos de macronutrientes y micronutrientes que reducen la necesidad de la aplicación de productos minerales y químicos en el suelo (Madriñan, R. et al. 2012). Además De Luna Vega, A. et al. (2010), indican que mejora la estructura del suelo; lo que significa que va poder trabajarse más fácilmente y tendrá una mejor aireación.

Los beneficios del uso de compost son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico del suelo, además contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciéndolo más poroso y mejorando su manejabilidad (Álvarez, J., 2014), además de estas generalidades, el mismo autor detalla que:

- El compost contiene una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plantas.
- Su utilización amortigua el peligro que supone para el suelo y el agua subterránea la aplicación abusiva de fertilizantes químicos de la agricultura convencional, absorbiendo los sobrantes.

- Se produce también con su aplicación el secuestro del carbono en el suelo.
- Es un hecho ya probado que la materia orgánica bien compostada puede presentar propiedades fitosanitarias de carácter supresivo para determinadas enfermedades de las plantas.

F. BOCASHY

Existe desconocimiento entre agricultores e intermediarios del acondicionador orgánico de suelos Abono Orgánico tipo Bocashi, que hace que los consumidores potenciales manifiesten cierta prevención al momento de adquirirlo, y predomina el “probar” en la mínima cantidad, por considerar fundamental el retorno de la inversión al comprar este tipo de insumo (Parra, C. y J. Herrera, 2011).

1. Definición

Es una receta japonesa de producción de abono orgánico, de volteos frecuentes y temperaturas por debajo de los 45-50°C, hasta que la actividad microbiana disminuye al disminuir la humedad del material, considerado un proceso de compostaje incompleto y se lo ha considerado un abono orgánico "fermentado" (Restrepo, J. 1996), sin embargo, es un proceso enteramente aeróbico, completo en nutrientes esencial para las plantas y altamente disponible a la absorción (Téllez, M. 1999).

Debido a la gran cantidad de microorganismos, el Bocashi muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica. Si bien es cierto que los contenidos totales de macro elementos son bajos en comparación con los fertilizantes químicos, la relación entre los elementos es balanceada y puede ser modificada de acuerdo a las proporciones y los elementos que el agricultor utilice en la elaboración y la calidad del proceso realizado (Restrepo, J. 1996).

2. Características

a. Nutricionales

Comentar o intentar sacar conclusiones generales del análisis químico de un abono orgánico, para compararlo con formulaciones comerciales, no es lo más

correcto dentro del enfoque de la práctica de la agricultura orgánica, los mismos son dos cosas diferentes, principalmente cuando se considera la importancia de los materiales orgánicos con que son elaborados y sus efectos benéficos para el desarrollo de la microbiología y la recuperación de la estructura de los suelos (Restrepo, J. 2010). Pese a esto se ha comprobado que la composición química del Bocashi varía según los materiales utilizados en su elaboración, por ello en el cuadro 2, se presenta el aporte nutricional del Bocashi según varios autores.

Cuadro 2. APOORTE NUTRICIONAL DEL BOCASHI SEGÚN VARIOS AUTORES.

Autor	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
			(%)				(mg kg ⁻¹)		
Cerrato, M. et al. 2007	1,60	0,40	2,20	1,00	0,70	15175	32	500	108
Restrepo, J. 2010	1,18	0,70	0,50	2,05	0,21	2304	19	506	61
Uribe, L. 2003	2,18	0,83	0,60	2,41	0,56	3,57%	71	963	117
Jorge, R. y R. Olivia, 2007	2,00	0,19	5,30	0,54	0,15	643	5,7	747	16,8

Fuente: Ramos, D. y E. Alfonso, (2014).

b. Biológicas

Por ser un producto que activa y provee de una gran diversidad de microorganismos benéficos al suelo (Avalos, R. et al. 2012), y también un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, los factores que afecten la actividad microbiana tendrán incidencia directa sobre su transformación y calidad.

Los microorganismos, para reproducirse y crecer, deben degradar los residuos para obtener energía y sintetizar material celular, lo cual puede ser por medio de la respiración y la fermentación, estos microorganismos producen una serie de enzimas extracelulares como proteasas, amilasa, lipasa y otras que digieren los materiales insolubles, transformándolos en solubles y ser utilizados finalmente por estos como nutrientes en su crecimiento (Jorge, R. y R. Olivia, 2007).

Los procesos de descomposición de los residuos están mediados por la actividad de los microorganismos (Boulter, J. et al. 2000), y los análisis microbiológicos que

se le realizan al Bocashi incluyen la estimación de microorganismos como hongos, actinomicetos y bacterias totales (Uribe, L. 2003).

Los valores de colonias de bacterias y actinomicetos resultan ser mayores que los de hongos, posiblemente porque son microorganismos participantes de la nitrificación y amonificación necesarias para la biota del suelo, además la velocidad de reproducción de los hongos es mucho menor a la de las bacterias y actinomicetos (Atlas, R. y R. Bertha, 2001).

3. Usos y bondades del Bocashi

El Bocashi en la actualidad, como muchos otros abonos orgánicos se está incluyendo de manera considerable en varios tipos de cultivos, ya sean de ciclo corto o plurianual. Los beneficios del uso de esta enmienda orgánica, es ampliamente conocido a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbial existente en estos materiales (Riveros, A. 2006).

Entre las bondades de usar Bocashi en el proceso de producción agropecuaria tenemos que se utilizan varios desechos orgánicos para elaborarlo, tales como residuos de cosecha de maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada, avena, bagazo de caña, bagazo de agave, hojas de árboles (Gros, A. y A. Domínguez, 1992), los residuos secos le aportan al Bocashi una cantidad considerable de carbono, los desechos verdes o residuos de cosechas verdes y frescas entre los que hay desperdicios de mercado, que incluyen frutos, vegetales, hierbas y el estiércol de bovino, ovino, porcino y conejo proporcionan nitrógeno; existen otros materiales para hacerlo más rico en nutrientes, estos pueden ser de origen animal o vegetal, tales como desechos agroindustriales como melazas, cenizas de madera, cascarillas, harinas de hueso, pescado, sangre, plumas, bagazos y más. (De Luna, B. y A. Vázquez, 2009), por lo tanto se dilucida que mediante el uso de Bocashi se logra beneficios, tanto nutricionales como ambientales, ya que a la larga, dichos residuos se transformaran en fuentes de contaminación de no tratarse adecuadamente.

Una de las ventajas más importantes de este abono, es que a las dosis que se utilizan, suministran a la planta los micro elementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH

6.5 a 7), otra ventaja la representa el hecho de que los microorganismos benéficos presentes en él compiten por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que hay en la zona radicular de la planta (De Luna, B. y A. Vázquez, 2009).

Ramírez, V. y N. Duque, (2010), en su ensayo demostraron que el Bocashi, elaborado a partir de recursos de bajo costo y con residuos propios de los sistemas productivos de su zona, tienen efectos positivos sobre la fertilidad del suelo en el mediano plazo (incrementaron entre 2% y 3% los contenidos de materia orgánica en el suelo) además en este estudio demostraron que más que la cantidad de aplicación de fuentes orgánicas, el mejor resultado se alcanza con una mayor frecuencia de aplicación. También se sabe que aporta una gran cantidad de microorganismos: hongos, bacterias, actinomicetos, que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad (Restrepo, J. 2010). De esta forma, en relación con el empleo de Bocashi en producción de plantas forrajeras, Cordovéz, M. (2009), halló que al aplicar 5 Ton/Ha de en el cultivo de *Medicago sativa* se puede incrementar la altura y la cobertura (basal y aérea) de esta planta, además se puede conseguir una producción de materia seca de 16.5 Ton/Ha/año con un promedio de contenido protéico de 31.46%.

Cabe destacar que por la experiencias de Díaz, R. y A. Suárez, (2001), y Fúnez, M. (2001), se entiende que el uso de Bocashi para afectar positivamente los rendimientos y calidad de un cultivo, se deben llevar a cabo en cultivos de ciclo largo o perennes, entra en este campo entonces la presente investigación.

G. ALFALFA (*Medicago sativa*)

Su uso para pasto y mejora de suelos data de la época de los romanos (De Felipe, M. 2004). Es ampliamente cultivada en todo el mundo como planta forrajera para el ganado, en América se cultivan algunas variedades desde la llegada de los europeos, tanto al nivel del mar como en los Andes hasta cerca de 3,700 m.s.n.m. (Del Pozo, M. 1999).

Las leguminosas son base de la dieta mediterránea y tienen un papel crítico en los ecosistemas naturales, en la agricultura y en el sector agroforestal, donde su habilidad para fijar nitrógeno en simbiosis hace de ellas excelentes colonizadoras en medios deficientes de nitrógeno (Farria, S. et al. 1989).

Según Hernández, D. (2013), es una leguminosa forrajera que se utiliza fundamentalmente para aportar proteína de gran calidad, macro minerales, micro minerales, vitaminas y fibra efectiva, muy necesaria para animales rumiantes.

1. Características e importancia

La alfalfa es una forrajera con hábito de crecimiento tipo erecto, que está adaptada a esquemas de pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de poca duración (Formoso, F. 2012). Pertenece a la familia de las leguminosas, es perenne, con una raíz pivotante principal muy desarrollada y muchas raíces secundarias. Posee un gran sistema radicular (hasta 5 m de longitud), resiste mucho la sequía pues las raíces tienen un gran campo de acción; muy adecuada para la siega al poseer tallo erecto y consistente. (Suttie, J. 2003). La abundancia de sus raíces hace posible la mejora de las características fisicoquímicas de suelos de zonas áridas y semiáridas (De Felipe, M. 2004).

Cangiano, C. (2009), menciona que la alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo. Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas. Fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción.

La alfalfa es indudablemente la "reina de las forrajeras" por su alta capacidad de producción y persistencia, ofreciendo además un forraje de excelente calidad, pero para que se manifiesten estas cualidades debe ser manejada correctamente, ya que es una planta muy exigente en este aspecto (Formoso, F. 2012).

Tiene un rendimiento de 40 a 80 toneladas de forraje verde / hectárea / año, en 4 a 8 cortes. Se debe señalar que el número de cortes en la región interandina, está afectada entre otros factores por la altitud (Murillo, J. 2000).

Salamanca, R. (1990), indica que con fertilización y buenas condiciones de humedad se han logrado 25000 kg / Ha. de heno en un año, que equivalen aproximadamente a 125000 kg / Ha. de forraje verde (125 Ton anuales).

Benítez, A. (1980), indica que las provincias con mayor producción de alfalfa en el país son: Pichincha, Tungurahua (Izamba, Samanga, Cunchibamba, Huachi grande, Huachi chico, Cevallos, Tisaleo, Patate, Cotaló, Guambaló, La Libertad y otras), Chimborazo, Imbabura y Cotopaxi. También señala que se cultiva esta leguminosa, aunque en menor proporción, en las provincias de Carchi, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. Inclusive reporta que se han realizado ensayos en la zona seca de la provincia de Manabí (Portoviejo) con resultados preliminares favorables, corroborando con esto su gran adaptabilidad; ante estas por demás alentadoras expectativas y para estar al tanto de sus características nutritivas, éstas se presentan a continuación (cuadro 3).

Cuadro 3. VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*) EN LA REGIÓN INTERANDINA.

ESTADO FISIOLÓGICO	MATERIA SECA (Kg)	PROTEÍNA (g/Kg M.S.)		ENERGÍA METABOLIZABLE (MCal/Kg M.S.)
		CRUDA	DIGESTIBLE	
PREFLORACIÓN	284	241	194	2,38
FLORACIÓN	246	223	173	2,19
POSTFLORACIÓN	276	229	165	2,26

Fuente: Grijalva, J. et al., (1995).

Finalmente es importante mencionar que Jahn, B. et al. (2000), considera factible lograr altos niveles de producción de leche en un sistema de producción basado en alfalfa utilizada en pastoreo y corte, donde la eficiencia de utilización de la materia seca es altamente variable cuando se pastorea, adicionalmente a esto, señala que es muy importante que mediante este sistema se logra mantener el nivel de potasio en el suelo.

2. Requerimientos de su cultivo

a. Hídricos

Del Pozo, M. (1999), indica que resistente a la sequía aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para 1 kg de materia seca). En el invierno, tolera los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días, no así en el período de crecimiento vegetativo. Si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular. Dependiendo la magnitud del daño producido, del estado de desarrollo de la planta, temperatura y duración del período de anegamiento. Cangiano, C. (2009), lo confirma, reportando que en estado de plántula un anegamiento de 36 horas es letal. Además dice que se ha calculado que en una planta adulta, soportando 8 días de suelos saturados de agua, disminuye la fotosíntesis en un 30%.

Los requerimientos hídricos, como en todos los vegetales, dependen de la pérdida evaporativa, que está regulada por factores ambientales y morfológicos. Está morfológica y fisiológicamente adaptada para resistir deficiencias hídricas prolongadas y además está dotada de una raíz que le permite penetrar en profundidad en el perfil del suelo y continuar produciendo hasta un 35% del agua útil del mismo y por ello que tolera las sequías. (Cangiano, C. 2009).

Escalante, M. (2005), indica que en un sistema de manejo ideal se debe aplicar el riego de germinación y de uno a dos riegos de auxilio después de cada corte, poniendo énfasis en evitar los excesos de humedad o encharcamientos, ya que estos provocan ahogamiento de las raíces y muerte de la planta. Otro sistema de riego evaluado en esta especie por Ávila, C. et al. (2003), fue el riego por goteo superficial (RGS), donde consume un volumen hídrico 32 a 51% menor, con respecto al del riego por inundación. A pesar de esta disminución, las plantas alcanzan la mejor condición hídrica, lo que se refleja en un incremento de 26% en la tasa de acumulación de materia seca entre los cortes y 16 a 23% de incremento de materia seca producida entre cortes, con respecto al riego por inundación. Como consecuencia de lo anterior, la materia seca producida por cada milímetro de agua aplicada en RGS es 50% mayor que en el riego por inundación; con lo que podemos corroborar su resistencia a la sequía.

b. Edáficos

El cultivo de esta especie de acuerdo a Cangiano, C. (2009), requiere de suelos bien aireados y profundos, pero paralelamente es muy sensible a la falta de oxigenación que ocurre con el anegamiento del suelo. A pesar que requiere suelos profundos y bien drenados, se cultiva en una amplia variabilidad de suelos, no obstante suelos con menos de 60 cm. de profundidad no son aconsejables para esta planta (Del Pozo, M. 1999).

Escalante, M. (2005), señala que la alfalfa, para desarrollarse de una manera adecuada exige que la siembra se realice al voleo o con una sembradora de granos pequeños, a una profundidad de 1.5 a 2.0 cm., con una densidad de siembra de 35 – 40 kg/ha.

c. Nutricionales

Lo que Cangiano, C. (2009), sostiene es que en esta especie y en la mayoría de la forrajeras, bajo cualquier sistema de aprovechamiento hay una demanda continua de nutrientes durante todo el ciclo de producción, pero la intensidad de esa demanda cambia en función de las condiciones ambientales y el estado de desarrollo de la planta. La alfalfa no es la excepción, ya que es una leguminosa de altas exigencias en nutrientes y a mayores producciones, mayores son las necesidades de fertilización (Sardiña, C. y M. Barraco, 2012).

(1) Nitrógeno (N)

La alfalfa requiere altas cantidades de Nitrógeno, que es aportado mayoritariamente por la acción de los Rizobium, que lo fijan a partir del existente en el medio ambiente. Cangiano, C. (2009), lo considera un elemento esencial para las gramíneas que suelen acompañar a la alfalfa.

Bollo, E. (2006), reporta que es conveniente antes de la implantación del cultivo una aplicación moderada de este elemento, a razón de 25-30 kg por ha. Corroborando esto Días, M. y S. Gambaudo, (2007), indican que en general, la aplicación de altas dosis de N en pasturas de alfalfa en implantación suelen resultar negativas para la producción, debido al efecto fitotóxico producido.

Los mismos autores muestran que en el transcurso del cultivo según el rendimiento, el requerimiento de nitrógeno es de 28 kg por Ton de MS producida, las cuales son provistas casi en su totalidad por la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, pero la fertilización nitrogenada de pasturas en producción puede resultar beneficiosa debido a la disminución de la actividad de los Rizobium.

(2) Fósforo (P)

El elemento más importante para el cultivo es el Fósforo, determinante para un establecimiento exitoso y buen desarrollo radicular. En zonas con marcado déficit de nutrientes, presente en cantidades inferiores a 18 ppm., torna necesario la práctica de la fertilización (Cangiano, C. 2009). Bollo, E. (2006), recomienda que antes de la implantación del cultivo se realice una aplicación de 100 kg de P₂O₅ por Ha.

(3) Potasio (K)

Cangiano, C. (2009), considera que el Potasio para la alfalfa es esencial, ya que ayuda a mantener altos rendimientos, interviene aumentando la tolerancia al frío y logrando brindarle a la planta una mayor resistencia a ciertas enfermedades e incrementa su persistencia en la pradera.

(4) Azufre (S)

Es necesario para ésta y otras leguminosas forrajeras cuando no existen restricciones hídricas ni de otros nutrientes, ésta requiere aproximadamente 3,8 kg de S por Ton de MS producida, y al igual que el N, el S es requerido para formar parte de la composición de las proteínas (Días, M. y S. Gambaudo, 2007).

(5) Micronutrientes

Según Ronen, E. (2007), los micronutrientes son aquellos que la alfalfa sólo en cantidades traza, como el hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno, cloro, sodio, níquel, silicio, cobalto y selenio.

Por ejemplo, el mismo autor considera que el hierro promueve la formación de clorofila, contribuye en reacciones que involucran la división y crecimiento celular. El manganeso activa la reducción del nitrato y la hidroxilamina a amonio, cumple

un rol importante en la conversión de la luz solar en el cloroplasto. El zinc interviene en la formación de hormonas de crecimiento (auxinas), formación de la semilla y el grano, además promueve la maduración. El boro interviene en la síntesis de proteínas, formación de hormonas vegetales, promueve la maduración e incrementa la floración.

H. TRÉBOL ROJO (*Trifolium pratense*)

Fernández, G. et al. (2011), indica que históricamente desde el punto de vista agronómico es muy importante como fuente de pasto y heno, siendo una piedra angular en las cosechas de rotación, estima que es la segunda leguminosa en importancia de entre las cultivadas para forraje.

El trébol rojo (*Trifolium pratense*) es una leguminosa forrajera perenne de corta vida que se originó, probablemente, en el Asia Menor o en el Sur Este Europeo. Se sabe que ya en el siglo III D.C. se cultivaba en Europa. En España se utilizaba intensamente en el siglo XVI D.C. y desde allí se expandió a Holanda y Alemania. Con posterioridad, a fines del siglo XVII, fue llevado a Inglaterra y Estados Unidos (Ortega, F. et al. 1991). Con esta misma tendencia de rápida propagación, esta magnífica especie se distribuyó en nuestro continente después de la conquista.

1. Características e importancia

Para Izaguirre, P. (1995), es una planta polimorfa, bianual, trianual o perenne, con numerosas variedades, muy variable en indumento, tamaño, forma de foliolos y color de las flores, generalmente erecta, cespitosa y pubescente, robusta de hasta 25-80 cm de alto con raíz pivotante vertical a veces ramificada, tiene hojas digitado-trifolioladas, triangulares, de foliolos largamente ovalados, flores rosas o rosado-lilas raramente blancas; que apareció en una primera etapa como maleza de alfalfares euro-asiáticos, se ha naturalizado en América en regiones templado-frías y posee elevado índice de humedad. Se identifica por su porte erecto y tallos sólidos no rizomatosos o estoloníferos. Es común su alta producción en praderas de suelos húmedos, aunque prospera igualmente en suelos de baja fertilidad, pesados o de horizonte superficial. Se cultiva extensamente siendo una de las especies de leguminosas preferidas para las praderas mixtas artificiales.

Esto lo confirma Carámbula, M. (2002), diciendo que se trata de una especie de excelente comportamiento productivo, ofreciéndose como muy importante en sistemas intensivos de producción, donde resulta ser preferida para constituir mezclas forrajeras tanto de gramíneas anuales como con gramíneas perennes, allí éste aporta siempre forraje temprano debido a su muy buena precocidad.

Se adapta más a pastoreos rotativos o cortes que a pastoreos continuos. En cuanto a su ventaja para hacer reservas, se trata probablemente de la leguminosa más adecuada para ser ensilada, aún temprano en su ciclo, ya que presenta en comparación con *Medicago sativa* una muy buena digestibilidad asociada a un contenido de proteínas ligeramente inferior y a un contenido de glúcidos más alto que aquella, finalmente es muy importante mencionar que Methol, R. y J. Solari, (1994), consideran que su utilización puede resultar muy útil cuando se pretende obtener volúmenes importantes de forraje de calidad, en períodos cortos.

Un inconveniente del trébol rosado (*Trifolium pratense*) de acuerdo a Ortega, F. et al. (1998), es que a pesar de ser una de las leguminosas forrajeras más importantes en las zonas templadas del mundo posee una baja persistencia, determinada por la alta mortalidad de plantas. En contraste, un punto a favor es que según García Criado, B. y L. García Criado, (1981), los cultivares de éste cubren holgadamente las necesidades nutritivas en cobre de los animales en pastoreo, independientemente del estado de madurez.

Otro de sus inconvenientes es causar elevados índices de meteorismo en ganado en pastoreo directo, aún más que *Trifolium repens*, quizás porque el volumen y succulencia del forraje son relativamente mayores (Izaguirre, P. 1995).

Ante esto Carámbula, M. (2002), indica que para pastoreo se recomienda siempre sembrarlo asociado a una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera sea su ciclo anual o bianual y de esta manera se controlará mejor el alto poder meteorizante de esta especie. Herbel, C. (1983), lo ratifica diciendo que una alternativa para incrementar el abastecimiento de leche a las poblaciones rurales de la zona alto andina es la introducción de pastos cultivados de raygrass-trébol bajo riego, la cual permite elevar la producción de leche en por lo menos 6 l/vaca/día promedio y reducir la presión de pastoreo sobre la pradera nativa.

Conociendo todo esto, a continuación en el cuadro 4, se reporta el valor nutritivo del trébol rojo (*Trifolium pratense*) en la región interandina.

Cuadro 4. VALOR NUTRITIVO DEL TREBOL ROJO (*Trifolium pratense*) EN LA REGIÓN INTERANDINA.

ESTADO FISIOLÓGICO	MATERIA SECA (Kg)	PROTEÍNA (g/Kg M.S.)		ENERGÍA METABOLIZABLE (Mcal/Kg M.S.)
		CRUDA	DIGESTIBLE	
PREFLORACIÓN	212	229	174	2,28
FLORACIÓN	214	182	134	2,15

Fuente: Grijalva, J. et al., (1995).

2. Requerimientos de su cultivo

a. Edáficos

En general son parecidos a los de *Medicago sativa*, por su naturaleza pratense. Pero particularmente en cuanto a sus exigencias en suelos, tolera bien la humedad en invierno y responde de manera excepcional al riego en verano (Carámbula, M. 2002). Según Morey, M. (1974), es considerada una especie neutrófila, que prefiere los suelos de pH neutro sobre los ácidos y se desarrolla muy bien en suelos con pH 6.5. No obstante esto, posee una gran capacidad de adaptación y ante estas certezas Carámbula, M. (2002), indica que en los suelos ácidos *Trifolium pratense*, por sus bondades puede ocupar el lugar de la alfalfa.

b. Nutricionales

Por ser una leguminosa bianual, trianual o perenne, por lo general va a tener similares requerimientos nutricionales a los mencionados para *Medicago sativa*, pese a las marcadas diferencias de sus características radiculares; a continuación se mencionan peculiaridades sobre las exigencias de esta planta en lo concerniente a los dos principales macronutrientes.

(1) Nitrógeno (N)

Whitehead, D. (2000), indica que el nitrógeno es requerido en cantidades mayores que cualquiera de los otros nutrientes. Con la excepción del N adquirido por simbiosis, ya que absorben casi todo el N a través de las raíces como nitrato y iones de amonio; son activas fijadoras de N₂, tienen una alta concentración de N en los nódulos de sus raíces que en general es mayor que en las gramíneas y más detalladamente la concentración de N en las raíces de *Trifolium repens* es generalmente entre 2 y 4 %, mientras que la concentración en *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* son más bien bajas.

(2) Fósforo (P)

La concentración de fósforo en la pastura disminuye por deficiencias hídricas y aumenta por un incremento de la humedad. Entre las especies de leguminosas, *Trifolium repens* por lo general tiene una mayor concentración de P que *Trifolium pratense* y *Medicago sativa*, esto probablemente reflejado por la mayor proporción de hojas (Whitehead, D. 2000).

c. Hídricos

Debido a su sistema radicular medianamente profundo es menos resistente a la sequía que la *Medicago sativa*, y responde de forma notable al riego. Bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, producen altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión en mezclas para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principios del segundo (Carámbula, M. 2002).

I. RAY GRASS (*Lolium multiflorum*)

Especie originaria del Mediterráneo, sur de Europa, norte de África y Asia menor, pese a que fue cultivada por primera vez en Italia y el sur de Europa, actualmente se encuentra ya naturalizada y distribuida en el Ecuador (León, C. 1999). Es un pasto denso con mucho follaje, excelente sabor y buena aceptación por los animales, los cuales lo consumen aún en estado de floración (Dugarte, M. y L. Ovalles, 1991).

Es nutricionalmente, uno de los mejores pastos de clima templado para la engorda de ganado bovino (Minson, D. 1990). Posee gran aptitud forrajera y aporta positivamente a la ganadería (Vigna, M. et al. 2013).

1. Características e importancia

Es muy importante la facilidad de instalación y rebrote, respuesta a la fertilización nitrogenada y valor nutritivo que este posee, lo que lo hace recomendable en muchos casos (Caballero, R. y E. Goicoechea, 2011). Es considerado la mejor opción forrajera en las zonas de clima templado por sus altos rendimientos, calidad nutritiva y habilidad para crecer en gran diversidad de suelos (Velasco, M. et al. 2002).

Menéndez, J. (2006), indica que el *Lolium multiflorum* tiene como características una altura entre 8 y 90 cm, sus tallos tienen 2 a 4 nudos con hojas de 5 a 14 mm de longitud x 2 a 4 mm de ancho, agudas, glabras, brillantes en el envés, con lígulas de 2.5 mm y las flores se reúnen en una inflorescencia simple. Muslera, E. y C. Ratera, (1991), indican que posee un sistema radicular altamente ramificado y denso, numerosas raíces fibrosas y adventicias. Sus tallos son cilíndricos, la base es de color verde pálido a amarillento, están compuestos de nudos y entrenudos, y de cada nudo nace una hoja.

Resiste el pastoreo continuo muy cerca del suelo sin reducirse la población de plantas y es muy resistente a las heladas, moderadas y severas, constituyendo un pasto excelente para alturas superiores a los 3000 m.s.n.m., donde es difícil la implantación de otras especies (Dugarte, M. y L. Ovalles, 1991).

Vigna, M. et al., (2008), describe que *Lolium multiflorum* posee una peculiar capacidad de sobrevivir a la aplicación de dosis de glifosato varias veces mayor a la normalmente utilizada para su control, por lo que se podría decir que es por demás resistente y estaría disponible en la pradera por largo tiempo.

La ganancia de peso y la conversión alimenticia de novillos que pastan en praderas de *Lolium multiflorum* disminuye a medida que avanza el desarrollo fenológico de la planta, debido a la particularidad con que la composición nutricional del forraje se ve afectada negativamente cuando su cosecha es más

tardía, pues se reduce el contenido de proteína cruda total y energía, así como la degradabilidad ruminal, el flujo a duodeno y la digestibilidad post ruminal y total de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro y disponibilidad de nutrientes (Ramírez, M. et al. 2000).

Su digestibilidad, sumado a su alto contenido nutricional, aproximadamente 15% de proteína y 60% de materia seca, le confieren la calidad necesaria para suplir los requerimientos de los animales de pastoreo (Bernal, J. 2008). Otro dato importante lo aporta León, C. (2003), el cual indica que la cantidad de proteína para el Raygrass anual se ha reportado 147 g de proteína cruda/kg de materia seca, antes de la floración y 113 g de proteína cruda/kg de materia seca, al inicio de la floración. Para nuestro medio, el valor nutritivo de esta excelente forrajera se presenta a continuación (cuadro 5).

Cuadro 5. VALOR NUTRITIVO DEL RAY GRASS (*Lulium multiflorum*) EN LA REGIÓN INTERANDINA.

ESTADO FISIOLÓGICO	MATERIA SECA (Kg)	PROTEÍNA (g/Kg M.S.)		ENERGÍA METABOLIZABLE (MCal/Kg M.S.)
		CRUDA	DIGESTIBLE	
PREFLORACIÓN	213	147	110	2,48
FLORACIÓN	250	113	104	2,35

Fuente: Grijalva, J. et al., (1995)

Esta gramínea es poco afectada por plagas y enfermedades; de éstas últimas la más común es la pudrición de la corona causada por *Puccinia coronata*, sin embargo pueden ser controlados con pesticidas (Vélez, M. et al. 2002).

Otros motivos del gran desarrollo de este cultivo son su elevada productividad, su precocidad y su calidad nutritiva. A diferencia de las demás gramíneas pratenses, permite un primer aprovechamiento de 1,5-2 Ton/MS/Ha. Desde su siembra hasta final del año siguiente pueden alcanzarse producciones superiores a las 15 Ton/MS/Ha. En el segundo año la producción decae, pero puede estar por encima de las 12 Ton/MS/Ha. El forraje presenta una elevada riqueza en azúcares solubles y una buena apetecibilidad (Canals, R. et al. 2009).

2. Requerimientos

El Raygrass es cultivado en altitudes comprendidas entre 2200 y 3000 m.s.n.m., aun cuando en investigaciones ha demostrado gran desarrollo y vigor en alturas entre 3100 y 3500 metros (Dugarte, M. y L. Ovalles, 1991).

a. Edáficos

Velasco, M. et al. (2007), menciona que posee altos rendimientos, calidad nutritiva y habilidad para crecer en gran diversidad de suelos. Esto lo corrobora Alarcón, Z. (2007), indicando que tiene un alto rango de adaptación a los suelos, pero señala que prefiriere los fértiles con buen drenaje. Tolera suelos ácidos y alcalinos, con un rango de pH de entre 5.5 a 7.8; además menciona que cuando éste es menor que 5.0, la toxicidad por aluminio puede ser un problema. Finalmente cabe destacar que de acuerdo a Muslera, E. y C. Ratera, (1991), se caracteriza por ser una especie de amplia reproducción en suelos fértiles y húmedos en los que se tiene una adecuada preparación del suelo y elección de semilla.

b. Hídricos

Sin duda el agua, su carencia y su exceso, es el factor de mayor trascendencia en el país para la producción de pastos. Estacionalmente cada año hay periodos de falta de lluvia para el crecimiento de las plantas. Los periodos de escasez pueden presentarse una vez al año o dos veces al año; además en la Sierra, principalmente se producen periodos cortos de intensa falta de lluvia en la época lluviosa, que se conocen como “veranillos”. Tanto los periodos largos de sequía como los veranillos tienen una marcada influencia en la capacidad de crecimiento y en la persistencia de esta y otras especies (Paladines, O. 2004).

Alarcón, Z. (2007), sostiene que tolera períodos largos de humedad (15 a 20 días). Y se sabe que una pastura que acaba de ser defoliada es mucho más sensible a la sequía que una que ha rebrotado (Pilco, Z. 2005). Por esto detiene completamente su crecimiento en veranos calurosos y secos (Canals, R. et al. 2009).

Gancino, P. y E. Efraín, (2014), al finalizar su investigación establecieron que una

lámina de riego de 2mm/día, presenta mejores características para este tipo de pastizales, lo que permite mejorar la producción primaria, eficiencia de utilización del nitrógeno del fertilizante y composición botánica.

c. Nutricionales

La limitación más común en el crecimiento de los pastos y cultivos es la deficiencia de uno de los nutrientes minerales esenciales. (Hodgson, J. 2004).

El suministro de nitrógeno es el factor dominante que controla la producción de pasturas. El vigor de las pasturas dependerá del nivel de nitrógeno disponible, su pérdida llevará a una disminución progresiva de su productividad y calidad. Así mismo, altas dosis de fertilizante nitrogenado, puede ocasionar problemas de quemado de plantas y ocasionar su muerte (García, F. y L. Picone, 2004). Ante esto se puede traer a colación lo que según Bavera, G. et al, (2010), la hace una especie importante, ya que indica que posee una alta respuesta a la fertilización nitrogenada y es muy agresiva, por lo que hay que aconseja asociarla con especies de rotación corta como el trébol rojo. En términos de producción de materia seca, el fósforo es un nutrimento que se vuelve limitante para un adecuado rebrote debido a que su deficiencia deprime la extracción de nitratos (NO₃), así como su translocación de las raíces a la parte superior para la producción de aminoácidos (Kim, T. et al. 2003).

J. LAS MEZCLAS FORRAJERAS

Según De Felipe, M. (2004), su uso para pasto data de la época de los romanos, que recomendaban en los tratados de agricultura el cultivo alternativo de gramíneas y leguminosas, con el fin de aumentar la producción del trigo y cebada. Tilman, D. et al. (1997), indica que el incremento de la riqueza en cantidad de especies aumenta la productividad primaria de los ecosistemas y la resistencia a las perturbaciones. Referente a esto Moliterno, E. (2002), sostiene que la siembra de pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas perennes de clima templado ha sido un factor de alto impacto en la intensificación de los establecimientos lecheros. Inclusive Figueredo, B. y T. Iser, (2005), indican que tal mezcla podría resolver los problemas de alimentación a gran escala.

La fijación de nitrógeno atmosférico de la leguminosa, acompañando la ración con gramínea, proporciona un alimento suficiente, con el contenido de proteína y energía necesaria para lograr una producción animal adecuada. (Torres, I. 1987).

En su ensayo Arece, J. et al., (2006), obtuvieron mayores rendimientos de leche y carne por área con su mezcla forrajera, a partir de una alta disponibilidad sostenible y cíclica de masa verde (leguminosas + gramíneas) que permitió soportar una alta carga animal por área y una adecuada producción de leche, sin consumo de concentrados. También Jahn, E. (1983), obtuvo buenos resultados en producción de leche, por animal y total promedio, al emplear bajo pastoreo una mezcla de Trébol rosado (*Trifolium pratense*) y ballica H-1 (*Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*).

Morales, T. (2000), indica que la diversidad de especies presentes en la pradera permite al ganado modificar su conducta de pastoreo al alcanzar la misma cantidad de consumo en menor tiempo, en comparación al monocultivo, sin afectar la producción de leche. Finalmente cabe destacar que León, R. (2008), señala que para tener una mejor producción en los establecimientos tanto lecheros como de producción de carne, en calidad y cantidad, dentro de sus potreros, éstos casi obligatoriamente deberán contar con mezclas de especies gramíneas y leguminosas.

1. Constitución de la mezcla forrajera

La forma de incrementar la producción de forraje de alta calidad por hectárea y por año requiere una planificación acertada de los esquemas forrajeros tendientes a dejar cubierto el suelo el mayor tiempo posible, manteniendo áreas foliares bien distribuidas con las que se impidan pérdidas de agua y se haga un uso eficiente de la energía solar y de los nutrientes. Tanto en los sistemas extensivos como en los intensivos resulta fundamental combinar en forma eficiente los distintos materiales forrajeros ofrecidos, a los efectos de realizar una mejor utilización del medio ambiente disponible y la participación de diferentes especies y/o variedades actuando como componentes complementarios, asociados en forma inteligente en el espacio y en el tiempo, permiten lograr los objetivos buscados (Carámbula, M. 1993).

La composición de la mezcla forrajera a emplearse depende de muchos factores entre los que Paladines, O. (2001), reporta la selección de las variedades, la fertilización y las técnicas de explotación. En relación a esto Celador, V. (1976), sostiene que tanto las características exigibles de cada especie en relación con las demás que interviene en la mezcla como las exigibles de ella en cuanto a individualidad del conjunto, deben estar en estrecha correspondencia en lo que se refiere a:

- Poder competitivo entre las especies por un espacio vital.
- Aptitudes ecológicas en relación con el medio elegido para la implantación.
- Velocidad de establecimiento.
- Permanencia en la pradera como elemento productivo en el tiempo.

Adicionalmente Privitello, L. et al. (2010), señalan que la decisión sobre que especies forrajeras elegir depende de dos aspectos principalmente:

- Tipo de suelo: es el factor de mayor peso, ya que la estructura del suelo y la presencia o ausencia de sales en el perfil, son los que definen la composición de la mezcla.
- Especie animal: es sabido que el bovino pastorea más arriba que el ovino, además de tener distinto hábito para “levantar” el pasto. Cuando la producción está orientada al bovino y no haya limitantes fisicoquímicas de suelos, se tiene que implantar pasturas de porte alto. Cuando se trata de explotaciones para ser usados con ovinos, se optará por especies forrajeras de porte bajo.

Soto, P. (1996), indica que adicionalmente a lo antes mencionado hay premisas que se deben cumplir con las mezclas para decidir su implantación en reemplazo de una especie pura:

- La cantidad de forraje producido debe ser mayor o equivalente al de los cultivos puros, y ésta debe obtenerse con una fertilización nitrogenada menor que en el caso de las gramíneas puras.
- Si las condiciones climáticas favorecen la vegetación de las dos especies o se dispone de riego, la distribución de la producción anual es mejor que las especies puras.

Una vez elegidas las especies de mejor comportamiento, conviene recordar que la productividad que alcance cada una de ellas como especie pura, dependerá en gran medida del método de defoliación o aprovechamiento y aunque puedan elegirse especies parecidas desde el punto de vista de la defoliación, el empleo de gran cantidad de ellas conduce a discrepancias entre los momentos óptimos para el pastoreo de cada una, ocasionando pérdidas (De la Vega, M. 2005).

Finalmente cabe mencionar que León, R. (2008), recomienda como mezcla apta para clima frío y pastoreo en la sierra ecuatoriana, específicamente praderas interandinas desde 2800 a 3200 m.s.n.m con suelos bien drenados, Raygrass italiano 10 kg/ha, Raygrass inglés 15 kg/ha, Pasto azul 10 kg/ha, Alfalfa 8 kg/ha y Trébol blanco 3 kg/ha. En relación a esto Soto, P. (1996), indica que en una asociación de raygrass - alfalfa lo que se persigue es una especie y variedad de crecimiento tardío como acompañante de la alfalfa, a fin de lograr un estado adecuado de ambos componentes al momento de la utilización, en contraste Jahn, E. (1983), menciona que dentro de una asociación de trébol rosado-gramíneas, el trébol rosado es una especie especialmente indicada para formar mezclas de rotación corta, de las cuales se espera una vida productiva de hasta tres años, se establecen fácilmente y crecen vigorosas; además sostiene que los rendimientos de la asociación de trébol rosado con raygrass italiano o híbrido son superiores a los del trébol rosado puro, pudiendo durar dos años con la primera y hasta tres con la segunda.

Por esto, aunado a experiencias anteriores dentro de esta investigación se recurre a establecer una asociación de *Lolium multiflorum* (raygrass tetraploide), *Medicago sativa* (alfalfa) Y *Trifolium pratense* (trébol rojo).

2. Control de malezas

Castillo, J. et al. (2013), señalan que las prácticas de control de especies indeseables en praderas mixtas son variadas, entre las más comunes mencionan:

a. Control cultural

El control cultural considera prácticas como la preparación de la cama de siembra, tipo de labranza, fecha de siembra, aplicación de fertilizantes y densidad de

siembra entre otras acciones que favorezcan el crecimiento de las praderas, buscando que la maleza quede en desventaja competitiva.

b. Control mecánico

El control mecánico consiste en la eliminación de la maleza con desbrozadoras motorizadas o accionadas con la toma de fuerza de tractor. La efectividad de estos métodos depende del tipo de práctica y de la frecuencia de su realización.

c. Control manual

El control manual de maleza se realiza mediante chapeos selectivos de arbustos y malezas, realizado principalmente con machete o azadas.

d. Control químico.

El control químico es una herramienta importante para el establecimiento y mantenimiento de las praderas, es bastante efectivo y en ciertas condiciones, más económico que algunas prácticas de control mecánico. El control químico se puede efectuar aplicando al suelo de forma pre emergente atrazina (500 g i.a./litro) en dosis de 3.5 litros/ha de producto comercial. Si el terreno se encuentra invadido de maleza antes de la siembra, las plantas emergidas deberán ser eliminadas con glifosato (360 g i.a./litro) en dosis de 4 litros/ha de producto comercial o aplicar paraquat (200 g i.a./ litro) en dosis de 4 litros/ha de producto comercial. La aplicación de los herbicidas antes señalados se deberá realizar cuando la maleza tenga menos de 15 cm de altura; posteriormente, cuando el suelo quede expuesto, se podrá aplicar atrazina en la dosis previamente señalada. Si el crecimiento de la maleza de hoja ancha es muy activo, se podría realizar un tratamiento post emergente para lo cual se deberá asperjar sobre las praderas, algún herbicida selectivo a este tipo de maleza que contenga por ejemplo 2,4-D + picloram (240 + 64 g i.a./litro) o también puede aplicarse 2,4-D + dicamba (240 + 120 g i.a./litro) en dosis de 4 litros/ha de producto comercial.

3. Beneficios del uso de mezclas forrajeras

El uso de gramíneas asociadas a leguminosas aumentaría la producción de biomasa y además, presentan sistemas de raíces complementarios al de las leguminosas, lo que tiene un efecto favorable sobre la estructura del suelo (Puchades, J. 2001).

El manejo de una sola especie presenta aspectos como baja estabilidad en la producción de forraje, disminución de la calidad del mismo, susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades y limitaciones en la exploración de los recursos del suelo, entre otros factores. A diferencia de esto, la siembra de diversas especies de pastos para formar una pradera en policultivo ofrece aumentos en la calidad total del forraje, mejor aprovechamiento de los recursos del suelo, persistencia de la pradera ante un eventual ataque de plagas y enfermedades a especies susceptibles, mayor consumo de forraje y por consiguiente, un incremento en los rendimientos de carne y leche en los animales aprovechando las diferencias en velocidad de crecimiento, calidad y productividad existentes entre las distintas especies de pastos que conforman la pradera. (Castillo, J. et al. 2013).

Flores, E. et al. (2007), en su investigación demostraron el beneficio de usar mezclas (*Trifolium pratense-Dactylis glomerata*), obteniendo una producción durante el periodo de lluvias lo suficientemente alta como para sostener una carga equivalente 2.8 UA/ha/año.

Chaverra, H. (2012), en su ensayo reportó que la producción promedio de forraje de las mezclas alfalfa-raygrass anual, sembrando la gramínea en alfalfa establecida es de 2345 Kg/ha, de forraje seco por corte en comparación con 2340 de la alfalfa sola, siendo el 55% de la producción total de forraje proporcionada por la gramínea.

Según Carámbula, M. (1993), para lograr el éxito en cualquier establecimiento la materia seca debe ser producida de tal forma que permita obtener del producto final, carne, leche o lana, un alto margen de ganancias. Por lo tanto, es fundamental disponer de forraje en la forma más económica y con técnicas sencillas que promuevan una rentabilidad segura. Entre las ventajas más

relevantes de estos cultivos debe destacarse que la inclusión de especies, con distintos ciclos y diferentes respuestas a los principales parámetros climáticos, permite explotar en forma más eficiente el medio ambiente; conduciendo a lograr una elevada producción, una mejor distribución estacional en cantidad y calidad y una mayor persistencia al controlar en forma muy positiva la invasión de malezas; entre otras Carámbula hace referencia a que cuentan con:

- Más amplia adaptabilidad ambiental.
- Mayor reducción de costos por ahorro de insumos especialmente laboreos y fertilizaciones.
- Reducción de los costos de implantación y la disminución del tiempo en que el suelo se mantiene improductivo o con baja capacidad producción.
- Mayores rendimientos totales de forraje.
- Mejor distribución del suministro de materia seca en el período productivo.
- Menor porcentaje de lapsos y espacios improductivos.
- Mayor ahorro de tiempo para producir forraje.
- Menor susceptibilidad a enfermedades.
- Menores posibilidades de empeoramiento de las condiciones del suelo.
- Mayor estabilidad de producción.

Adicionalmente Soto, P. (1996), menciona que las principales ventajas que se señalan para el uso de mezclas forrajeras son:

- El forraje de la asociación proporciona una ración alimenticia más equilibrada. Las leguminosas son más ricas en N, Ca y Mg, mientras que las gramíneas lo son en glúcidos y en K.
- La conservación del forraje como heno se facilita por la presencia de la gramínea y se obtiene un forraje de mejor calidad, puesto que las hojas de las gramíneas se retienen con más facilidad que las de las leguminosas.
- El ensilaje de la asociación es más fácil de lograr que el de una leguminosa pura. La fermentación láctica es más factible gracias a la presencia de sacarosa aportada por la gramínea.

- El pastoreo de una leguminosa pura es más delicado que el de una asociación, especialmente en especies de crecimiento erecto, en que los centros de crecimiento están sobre la superficie del terreno.
- La utilización de una asociación bien equilibrada generalmente no presenta problemas de meteorización en los animales, hecho más frecuente en el caso de leguminosas solas.
- Hay una economía de fertilizantes nitrogenados dado que la leguminosa, gracias a la fijación simbiótica, aporta parte de este elemento para el desarrollo de la gramínea.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo durante 180 días, en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, Parroquia Augusto N. Martínez, Caserío Samanga, localizado en el kilómetro 1 1/2 de la Panamericana Norte (Ambato – Quito). Los análisis se realizaron en el laboratorio del departamento de suelos de la Facultad de Recursos Naturales, y en la Estación experimental Santa Catalina (INIAP), en el departamento de nutrición y calidad, dentro del laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos.

Las condiciones meteorológicas de localidad donde se efectuó la investigación se reportan a continuación (cuadro 6).

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN AMBATO, PARROQUIA AUGUSTO N. MARTÍNEZ.

Parámetros	Valores promedio
Temperatura °C	13,48
Precipitación, mm/año	741
Humedad relativa, %	79,63

Fuente: INAMHI. Estación Meteorológica Cunchibamba-ITALAM. (2015).

A continuación, en el cuadro 7, se reportan los resultados del análisis químico del suelo del área experimental, previo el establecimiento de la mezcla forrajera y aplicación de abonos orgánicos. En él se reporta la existencia de una baja cantidad de materia orgánica, un bajo contenido de Amonio, alto contenido de Fósforo, bajos contenidos de Potasio y Calcio, y una mediana presencia de Magnesio, todo esto en torno a un pH neutro.

Cuadro 7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LA MEZCLA FORRAGERA Y APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS.

Parámetro	Medida	Condición
pH	7,3	Neutro
Materia orgánica, %	1,5	Bajo
Amonio (NH ₄), mg/L	13,1	Bajo
Fósforo, mg/L	80,2	Alto
Potasio, meq/100g	0,34	Bajo
Calcio, meq/100 g	4,3	Bajo
Magnesio, meq/100 g	3,6	Medio

Fuente: Departamento de suelos, FRN, ESPOCH. (2015).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Dentro del diseño del experimento se emplearon 20 unidades experimentales (parcelas), que tuvieron una dimensión de 25 m² (5x5 metros en parcela real útil), distribuidos en los cuatro tratamientos y cada uno con cinco repeticiones, teniendo una superficie neta de experimentación total de 500m.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

1. Materiales

- Aspersores.
- Azadones.
- Bomba de agua.
- Cuadrante de 1m².
- Cinta adhesiva.
- Desbrozadora.
- Estacas de madera.
- Flexómetro.
- Fundas plásticas.
- Hoz.

- Letreros de identificación.
- Mangueras.
- Martillo.
- Pingos.
- Piola.
- Rastrillo.

2. **Equipos**

- Balanza de 100 kg.
- Cámara fotográfica.
- Computadora personal.
- Dispositivo USB.

3. **Insumos**

- Agua.
- Bokashy.
- Compost.
- Humus.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estudió la tasa de productividad primaria de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, por efecto de la aplicación de tres diferentes tipos de abonos orgánicos (Bokashy, Compost y Humus), comparándola con la de un testigo (sin adición de abono orgánico), para esto se contó con cuatro tratamientos experimentales, cada uno de los cuales tuvo cinco repeticiones. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), ajustado al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media general.

α_i = Efecto de los tratamientos (Tipo de abono orgánico).

β_j = Efecto de los bloques.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento empleado se detalla en el (cuadro 8).

Cuadro 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	TUE (m ²)	Repeticiones	Área total/tratamiento (m ²)
Testigo	T0	25	5	125
Humus (4 Ton/Ha)	T1	25	5	125
Compost (4 Ton/Ha)	T2	25	5	125
Bokashy (4 Ton/Ha)	T3	25	5	125
TOTAL				500

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que se realizaron al iniciar y finalizar el experimento, y en las dos evaluaciones consecutivas, fueron:

1. Área experimental

- Análisis de suelo al iniciar y finalizar el experimento.

2. Medicago sativa

- Relación Hoja: Tallo (g/g), para lo cual se estableció el peso total de las hojas de cinco plantas (a), realizándose el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/ (b).

3. Trifolium pratense

- Relación Hoja: Tallo (g/g), para lo cual se estableció el peso total de las hojas de cinco plantas (a), realizándose el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/ (b).

4. Lolium multiflorum

- Relación Hoja: Tallo (g/g), para lo cual se estableció el peso total de las hojas de cinco plantas (a), realizándose el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/ (b).
- Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), incluyendo solamente la lámina desde la base hasta el ápice.
- Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm).

5. Mezcla forrajera

- Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte.
- Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte.
- Composición bromatológica.

6. Análisis económico

- Beneficio/costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

La comparación del efecto promedio se valoró por el procedimiento ADEVA (procesando los datos obtenidos en el Software estadístico SAS Versión 8), y se utilizó el método de Tukey ($p < 0,05$) para la separación de medias. En el cuadro 9, se indica el esquema de análisis de varianza que se utilizó en el presente experimento.

Cuadro 9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	19
Tratamientos (Abonos orgánicos)	3
Bloques	4
Error experimental	12

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las primeras labores que se realizaron fue la preparación del terreno dispuesto para el ensayo; abarcando de las 20 unidades experimentales de 5 X 5 metros c/u, arrojando un total de 500 m² de área experimental; a la cual, de acuerdo a las recomendaciones realizadas en el análisis químico del suelo se le aplicaron 20 Kg de Fertiforraje, 5 Kg de Nitrato de potasio, 2.5 Kg de Urea y 810 Kg de M.O.

Posterior mente se procedió a sembrar la semilla del pasto, a razón de 4,5 Kg de Raygrass (TETRASTAR de Agrosad Cía. Ltda.), 1 Kg de Alfalfa (Variedad Cuf 101, WESTAR de Agrosad Cía. Ltda.) y 1 Kg de Trébol rojo (Variedad Kenland, DYNAMITE de Agrosad Cía. Ltda.), de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial. Una vez que la pradera de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* se estableció, se realizó un corte de igualación y una limpieza total de malezas, el cuál fue ejecutado a una altura de 5 centímetros, con afán de que el rebrote fuese homogéneo.

Luego del corte de igualación se aplicó los tratamientos; humus 4 Ton/Ha, compost 4 Ton/Ha y Bocashi 4 Ton/Ha, en cuanto a lo concerniente a las parcelas del grupo testigo no se utilizó ningún tipo de fertilizante ni abono alguno.

En el consecuente desarrollo de la investigación, las labores culturales fueron repetitivas, el riego estuvo supeditado a las condiciones meteorológicas de la localidad y se realizó un énfasis en el control manual de malezas.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis de suelo.

Se procedió de acuerdo al sistema de Palacios C. y M. Sánchez, (2003), tomando muestras de forma aleatoria con un muestreo estratificado con selección sistemática, a una profundidad de 0 - 20 cm, recolectando una cantidad aproximada de 2 Kg, para su posterior análisis en el Departamento de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

2. Relación Hojas: Tallo

Se estableció el peso (g) total de las hojas de cinco plantas (a), realizándose el mismo procedimiento con los tallos (b) y posteriormente se trabajó la relación matemática (a)/ (b).

3. Longitud de la última hoja completamente elongada

Se determinó la longitud (cm) de la última hoja completamente elongada, para esta evaluación se incluyó solamente la lámina desde la base hasta el ápice.

4. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada

En este punto, se determinó el ancho (cm) de la parte media de la última hoja completamente elongada, procediendo a juntar la base y el ápice de la lámina y posteriormente se realizó la medición al extremo opuesto de donde se juntaron ápice y base.

5. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte

Se evaluó aplicando el método del cuadrante, donde se cortó una muestra representativa de cada parcela (1 m²) escogida al azar, el corte se realizó a una altura de 5 cm, con lo cual se pretendió asegurar un rebrote homogéneo, el resultado que se obtuvo (Kg), se extrapolaron mediante relación matemática al de la superficie de una hectárea y se expresó en Ton/Ha.

6. Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte

Al igual que en los demás puntos de la metodología de evaluación, pasados 35 días post aplicación de los tratamientos o corte de evaluación anterior, se procedió a realizar la toma de muestras (500 g) de cada uno de los tratamientos, para determinar y cuantificar la humedad inicial presente en la muestra de forraje; se trabajó bajo la metodología del análisis proximal, el cual se basa en la evaporación total del agua mediante calor (55-60° C durante 12 horas) y considera que la pérdida de peso es agua; para lo cual el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos, del departamento de nutrición y calidad, perteneciente al INIAP, en la Estación experimental Santa Catalina, trabajó de la siguiente manera:

- Lavó las bandejas y las colocó en la estufa de aire forzado a 60 °C por cuatro horas como mínimo y luego se pusieron a enfriar, posteriormente fueron pesadas (tarado de bandejas) y se registró su peso.(P1)
- Pesaron de 200 a 500 g de muestra homogénea en una de las bandejas taradas dependiendo del contenido de humedad de la muestra y registraron este peso. (P2)
- Colocaron la bandeja con la muestra en la estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C por un mínimo de 12 horas hasta lograr eliminar aproximadamente un 88 % de humedad.
- Sacaron la bandeja de la estufa y la colocaron en un lugar limpio para su enfriamiento por media hora o más.
- Pesaron la bandeja con la muestra seca y registraron este peso (P3).
- Posteriormente procedieron al cálculo y expresión de resultados, así:

$$\% \text{ H. I.} = \frac{(P3-P1)}{(P2-P1)} \times 100$$

- Finalmente el resultado fue extrapolado mediante relación matemática al de la producción de una hectárea y se expresó en Ton/Ha.

7. Composición bromatológica de la mezcla forrajera

Para determinar y cuantificar la ceniza (parte mineral o inorgánica), la humedad higroscópica y la concentración de nitrógeno total en forma de amoníaco presente en la muestra de forraje (500 g) tomada en el campo, el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos, del departamento de nutrición y calidad, perteneciente al INIAP, en la Estación experimental Santa Catalina, trabajó mediante la metodología del análisis proximal.

8. Análisis económico

Para la determinación del índice económico beneficio/costo, se consideraron los ingresos estimados por la comercialización de forraje y se los relacionó con los egresos totales que se efectuaron en la producción de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, para cada uno de los abonos orgánicos empleados, cabe destacar que no se contemplaron dentro de este punto las inversiones fijas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RESPUESTA DE UNA ASOCIACIÓN DE *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* ANTE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN.

La respuesta, en lo concerniente a la productividad de la asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el primer corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se presentan en el cuadro 11, tales respuestas se analizan posteriormente, tomando en consideración las características propias de cada especie para la zona y de la productividad como asociación forrajera.

1. Área experimental

El comportamiento edáfico del área experimental, a través del análisis químico del suelo antes y después de la adición de las diferentes fuentes de materia orgánica, se describe en el cuadro 10, en este se denota que existe inicialmente una baja cantidad de materia orgánica (1,5%), un bajo contenido de Amonio (13,1 mg/L), alto contenido de Fósforo (80,2 mg/L) y bajos contenidos de Potasio (0,34 meq/100g); todo esto en torno a un pH de 7,3, equivalente a una condición neutra.

Cuadro 10. RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LA MEZCLA FORRAGERA Y POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGANICOS.

Parámetro	ESTRATO INICIAL		ESTRATO FINAL	
	Medida	Condición	Medida	Condición
pH	7,3	Neutro	7.1	Neutro
Materia orgánica, %	1,5	Bajo	1,9	Bajo
Amonio (NH ₄), mg/L	13,1	Bajo	15,2	Bajo
Fósforo, mg/L	80,2	Alto	49,2	Alto
Potasio, meq/100g	0,34	Bajo	0,61	Medio

Fuente: Departamento de suelos, FRN, ESPOCH. (2015).

Una vez finalizado el experimento, se demostró que las condiciones del suelo fueron superiores con respecto al análisis inicial, de esta manera se estableció que el contenido final de Amonio fue de 15,2 mg/L, este elemento se muestra más elevado que en el contenido inicial, pudiendo deberse a que los abonos orgánicos empleados influyen favorablemente sobre la estructura del suelo y aportan nutrientes a la biología del mismo, favoreciendo la formación de dióxido de carbono y a la micro flora y micro fauna en general, ya que estos contienen nitrógeno en cantidades variables, pero son fuente de este elemento de liberación lenta pero estable.

En lo concerniente al contenido de fósforo en el análisis final, se denotó un alto contenido (49,2 mg/L), presentándose inferior al tenor inicial, lo cual puede atribuirse a que éste al hallarse en un medio adecuado, fue absorbido para facilitar el crecimiento, la formación de raíces, tallos, flores e intervenir en la división celular de las plantas, de la asociación en estudio.

El contenido final de Potasio (0,61 meq/100g), denota una mediana presencia del elemento en el análisis final, lo cual, al ser superior al tenor inicial del elemento se podría atribuir a un elevado aporte de las fuentes de materia orgánica empleadas en este experimento.

El pH finalmente fue de 7,1, equivalente a una condición neutra, mostrándose menor al inicial, su condición posiblemente disminuyó a medida que se producen ácidos orgánicos en el suelo, como respuesta a la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica; en torno a esto se podría decir que a lo largo de toda la investigación, al mantenerse esta condición posiblemente se facilitó o al menos se permitió la movilización y absorción de nutrientes en el cultivo.

En lo que respecta a la materia orgánica, que al final del experimento se halla presente en el suelo en un 1,9%, en comparación con un contenido inicial de 1,5%; esto nos indica que al adicionar abonos orgánicos en nuestro cultivo forrajero, a corto plazo, se logra incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo donde se desarrolla el mismo.

Los resultados obtenidos pueden ser aproximados a los de Ramírez, V. y N. Duque, (2010), quienes demostraron que la fuente de materia orgánica, elaborada a partir de recursos de bajo costo y con residuos propios de los sistemas productivos de su zona, tiene efectos positivos sobre la fertilidad del suelo en el mediano plazo (incrementándose entre 2% y 3% los contenidos de materia orgánica en el suelo).

Además, estos resultados pueden ser contrastados con los que Bayas, A. (2003) logró, al fertilizar un potrero con diferentes biofertilizantes sólidos y líquidos, en el cual indica que antes de la fertilización el suelo contaba con un nivel pobre de nitrógeno y fósforo, con un contenido de potasio alto. Posterior a que el mismo aplicase los biofertilizantes, el suelo presenta condiciones superiores en su composición química, en donde el contenido de nitrógeno se elevó desde 0,0005% hasta 0,001%; en el contenido de fósforo se incrementó su contenido, de 0,0002% a 0,003%; en cuanto al potasio, éste disminuyó su contenido desde 0,125% a un 0,06%; en lo que respecta a materia orgánica, su investigación inició con un tenor del 3% y finalizó con 1,8%.

Cuadro 11. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN ASOCIACIÓN FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TEBOL ROJO, COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN.

	Abonos orgánicos				Probabilidad
	Testigo	Humus	Compost	Bokashy	
Alfalfa:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	1,27a	1,07b	1,27a	0.98b	<0,0001
Trébol rojo:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	0,91ab	0,83b	0,96a	0,67c	<0,0001
Ray grass:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	7,58ab	5,79b	6,94ab	9,08a	0,0053
Longitud última hoja (cm)	27,96b	30,72b	29,18b	38,04a	<0,0001
Ancho última hoja (cm)	0,48a	0,50a	0,48a	0,54a	0,2708
Mezcla forrajera:					
PFMV, Ton/ha/corte	5,32b	5,72b	6,70b	11,17a	0,0003
PFMS, Ton/ha/corte	1,09b	1,18b	1,34ab	1,86a	0,0070

PFMV: Producción de forraje en materia verde.

PFMS: Producción de forraje en materia seca.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.

2. Medicago sativa

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

La relación hojas / tallo (g/g) que se estableció al evaluar las plantas de *Medicago sativa* presenta diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), en este sentido, al no aplicar materia orgánica y al aplicarse Compost las plantas mostraron una relación hojas / tallo de 1,28 y 1,27 en su orden, valores que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí; con la adición de Humus y Bokashy se obtuvo 1,07 y 0,98 como relación hojas/tallo respectivamente, sin presentarse diferencias entre las mismas (gráfico 1), notándose que el no aplicar materia orgánica en el cultivo de *Medicago sativa* favorece el desarrollo de las plantas en mayor proporción que al usar abonos orgánicos en el mismo, no obstante cabe recalcar que un mejor y más rápido desarrollo de las plantas de *Medicago sativa* y de la asociación en conjunto se lo observó al incluir Bokashy en su cultivo; esto no se reflejó al momento de recolectar los datos en el campo, ya que al desarrollar más rápidamente su masa vegetal, las hojas de la misma se desprendieron como es lógico al acortarse el ciclo vegetativo.

Dado esto, se podría decir que dicho efecto responde a la aplicación de Bokashy como fuente de materia orgánica, porque éste mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para el cultivo forrajero, aumentando la porosidad del mismo y así en conjunto mejorando la capacidad del suelo para la absorber y retener la humedad, de tal manera que se facilita el crecimiento radicular.

En este mismo sentido, De Luna, B. y A. Vázquez (2009), indican que el Bokashy suministra a la planta los micro elementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6.5 a 7), inclusive indican que los microorganismos benéficos presentes en ésta fuente de materia orgánica compiten por micro espacios y energía con sus similares patógenos en la zona radicular de la planta, dando como resultado plantas más vigorosas y de mejor crecimiento.

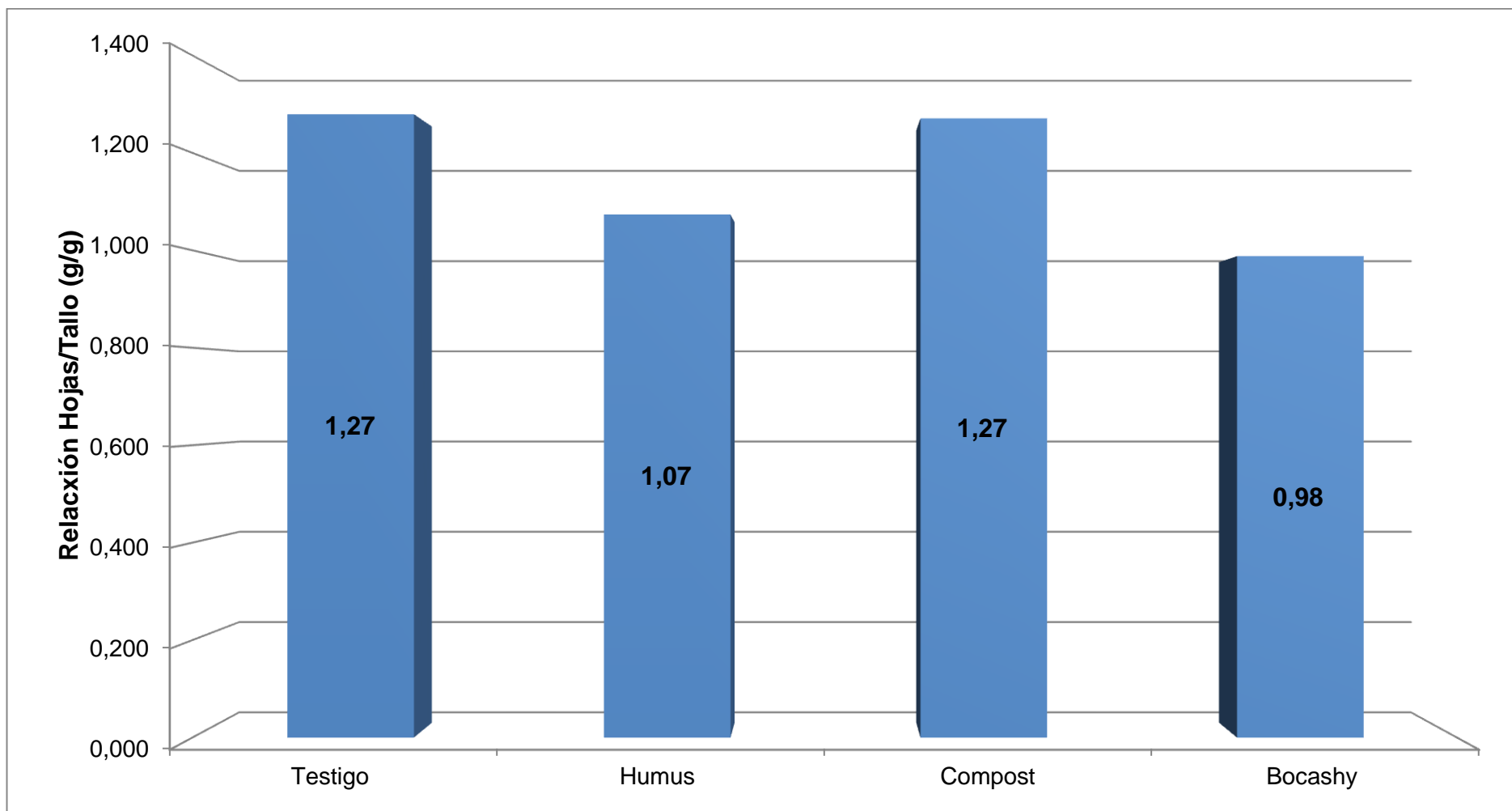


Gráfico 1. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Medicago sativa* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

3. *Trifolium pratense*

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

La relación hojas / tallo (g/g) que se registró al evaluar el *Trifolium pratense*, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de las diferentes fuentes de materia orgánica empleadas, de esta manera, las plantas en las que se aplicó Compost alcanzaron una relación hojas / tallo de 0,96, al no adicionar ningún tipo de materia orgánica se logró una relación hojas / tallo de 0,91, en tanto que al utilizarse Humus, el *Trifolium pratense* mostró 0,83 como relación hojas / tallo, finalmente las plantas del grupo que recibieron Bokashy como fuente de materia orgánica presentaron una relación hojas / tallo de 0,67.

Lo descrito, se muestra a continuación en el gráfico 2, notándose que entre las fuentes de materia orgánica evaluadas, para esta especie en particular, el Compost es el que mejores resultados muestra; lo que puede atribuirse a que esta fuente de materia orgánica presenta múltiples beneficios tanto en lo físico, químico y microbiológico del suelo, además de que contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciéndolo más poroso y mejorando su manejabilidad. De esta manera entonces es preciso indicar que se cree, el compost actúa de mejor manera con el *Trifolium pratense*, debido a la forma de aplicación del mismo, conjugado con las características radiculares de esta especie.

Este hecho, puede ser contrastado con el logrado por Carvajal, C. (2010), quien al adicionar compost en una mezcla forrajera de gramíneas y leguminosas, halló que se puede elevar significativamente el desarrollo foliar de la leguminosa al incluir este tipo de fuente de materia orgánica en el cultivo de la misma, logrando mejorar a través de esto varios de los indicadores afines a la relación hojas/tallos, tomados en cuenta dentro de su investigación.

Además es importante reconocer también que Jiménez, J. (2007), acierta al definir qué estas características foliares, también está supeditadas fuertemente por el tipo de siembra, a la calidad de la semilla, tanto como a la variedad de leguminosa que interviene en la asociación.

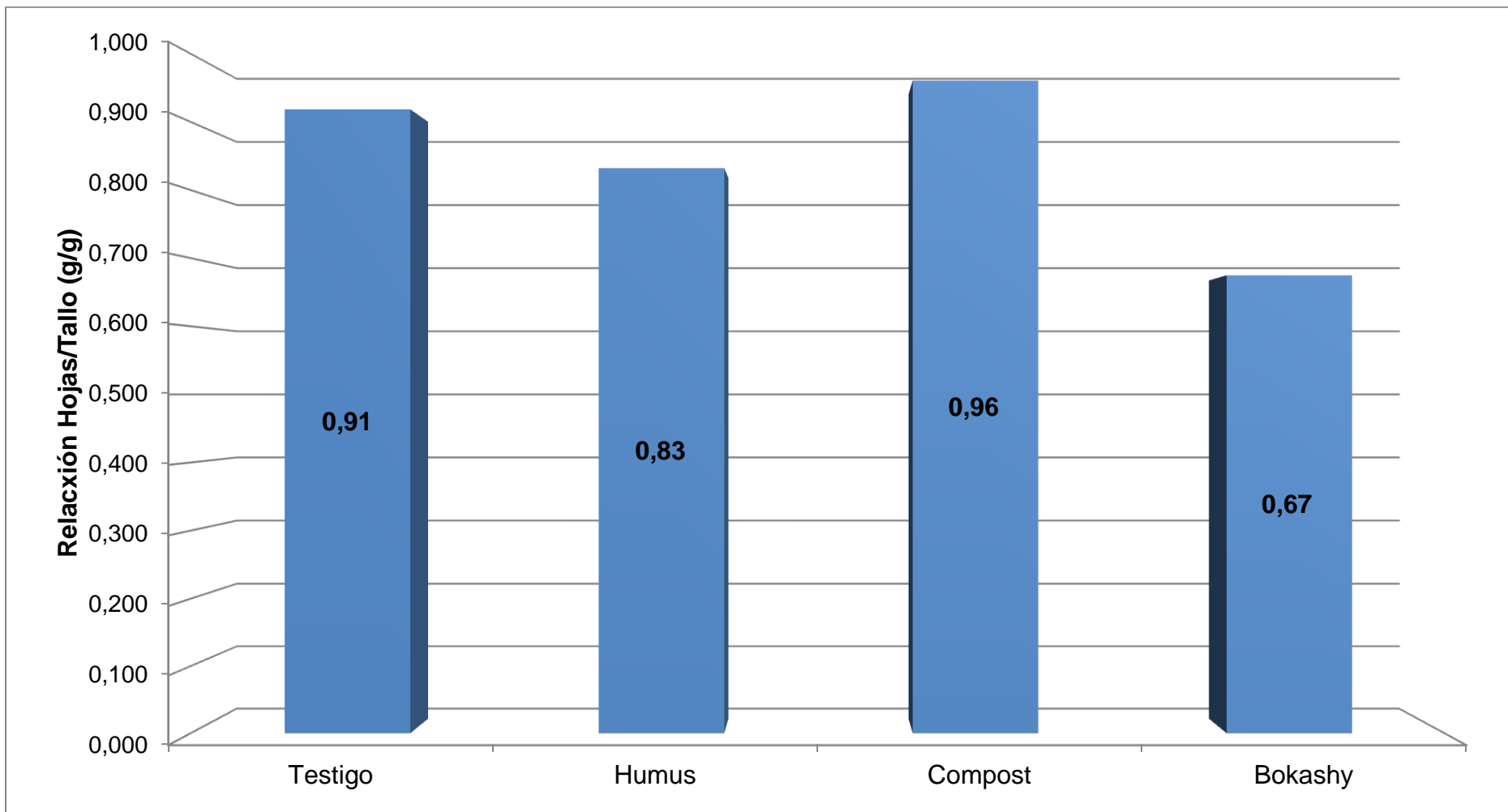


Gráfico 2. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Trifolium pratense* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

4. Lolium multiflorum

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

La relación hojas / tallo hallada en el *Lolium multiflorum* en asociación con *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre las medias presentadas; los valores hallados fueron 9,08 para las plantas del grupo al que se les aplicó Bokashy, las cuales fueron las que más se destacaron, en relación a las plantas del grupo testigo y Compost, las cuales presentaron una relación hojas / tallo de 7,58 y 6,94, respectivamente, mismos que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Finalmente las plantas pertenecientes al grupo al que se les aplicó Humus como fuente de materia orgánica, alcanzaron una media de 5,79 como relación hojas / tallo. Lo cual se presenta a continuación (gráfico 3).

Todo lo anterior podría ser explicado, debido a que el Bokashy estimula el crecimiento de las plantas mediante una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan al ser aplicado al suelo, por ser un abono orgánico fermentado; a más de que aporta una gran cantidad de microorganismos que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad.

Ante esto, es pertinente ratificar que según las experiencias de Díaz, R. y A. Suárez, (2001), y Fúnez, M. (2001), se entiende que el uso de Bokashy afecta positivamente los rendimientos y calidad de un cultivo.

Esta respuesta, se aproxima a la determinada por Espinoza, B. y H. Porras, (2011), ya que al igual que en la presente investigación, éstas al incluir un nivel similar de Bokashy en el cultivo de gramíneas forrajeras, hallaron un incremento en la productividad superior al 150%, en relación al tratamiento menos destacado. Así también Vásquez, D. (2008), demostró que la aplicación de bioabonos influencia positivamente en el desarrollo foliar del *Lolium multiflorum* en asociación con leguminosas, ya que éste, dentro de su investigación halló una de las mejores respuestas en un indicador afín al tomado en cuenta en este experimento al incluir Bokashy en su cultivo, a razón de 3 Ton/Ha.

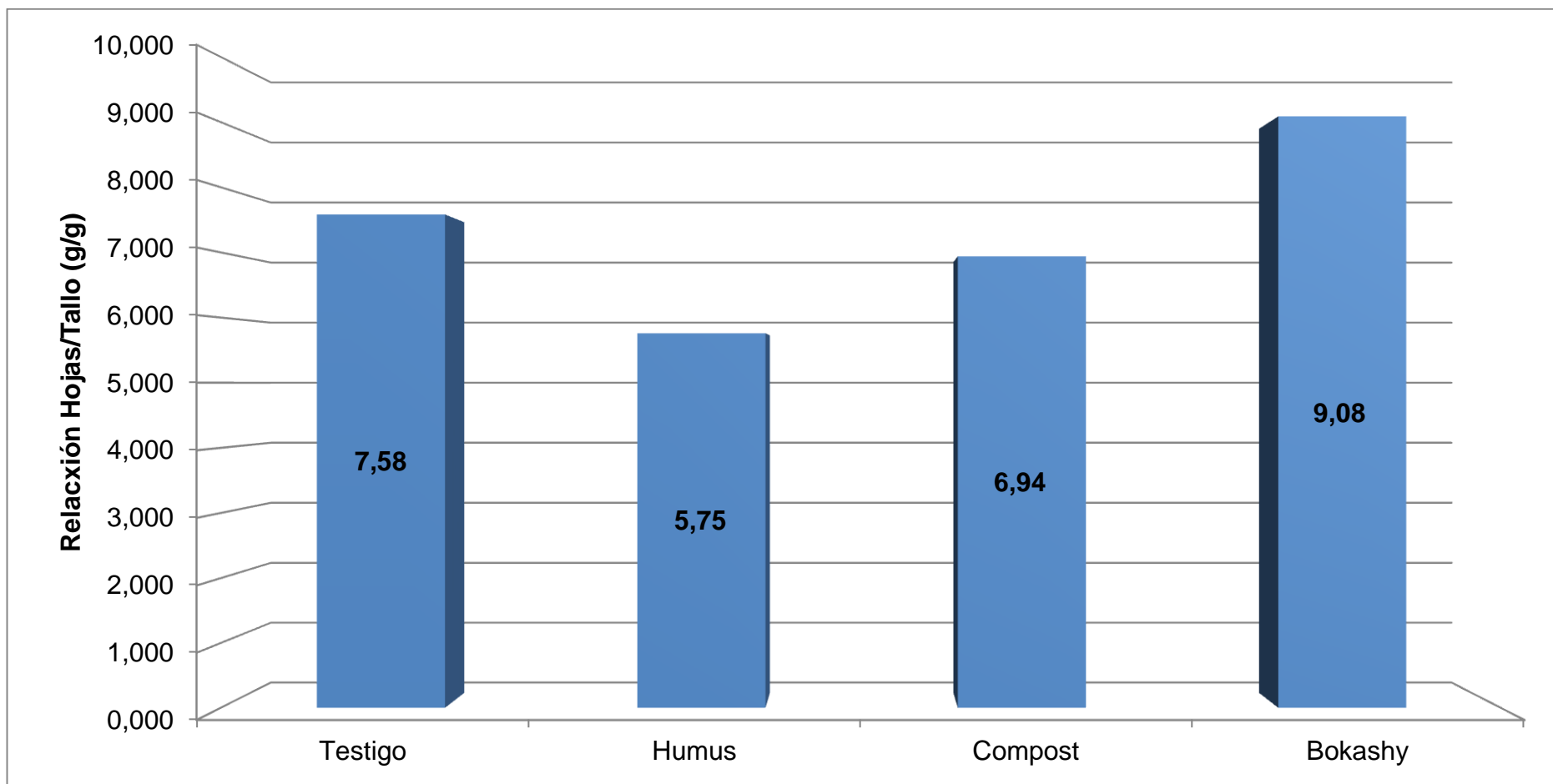


Gráfico 3. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

b. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)

Las plantas que recibieron Bokashy como fuente de materia orgánica, tuvieron una media de 38,04 cm, que estadísticamente presenta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), en contraste con las medias de las longitudes determinadas en los grupos Humus y Compost que presentaron longitudes de 30,72 y 29,18 cm, respectivamente; las cuales a su vez son mayores a las longitudes halladas en las plantas del grupo testigo (27,96 cm), sin embargo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí (gráfico 4).

Tal respuesta, podría ser explicada debido a que el Bokashy a más de liberar fitohormonas y fitorreguladores naturales al ser aplicado, también proporciona fósforo, mismo que facilita el crecimiento y la formación de raíces, tallos y flores; interviniendo de esta forma en la división celular y crecimiento de la planta.

Estas respuestas se pueden considerar similares a las obtenidas por Molina, C. (2010), quien al utilizar diferentes abonos orgánicos en la producción forrajera de una mezcla de gramíneas y leguminosas; al igual que Vásquez, D. (2008), demostraron que la aplicación de Bokashy influencia positivamente en el desarrollo foliar de la gramínea que forma parte de dichas asociaciones.

c. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada

El ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada del *Lolium multiflorum*, hallada por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$), no obstante esto, se siguen observando los mejores resultados en el grupo al que se le aplicó Bokashy, donde se halló un ancho medio de 0,54 cm. En los tratamientos restantes, se determinó un ancho de 0,50, 0,48 y 0,48 cm, para los grupos Humus, Compost y testigo en su orden (gráfico 5). Tal hecho nos orilla a entender que la aplicación de fuentes de materia orgánica afecta de manera positiva en el desarrollo de la lámina foliar del *Lolium multiflorum* cuando éste se halla asociado con *Medicago sativa* y *Trifolium pretense*; así también, la respuesta superior hallada al aplicar Bokashy, puede atribuirse a que éste activa y provee de microorganismos benéficos al suelo, según Avalos, R. et al. (2012).

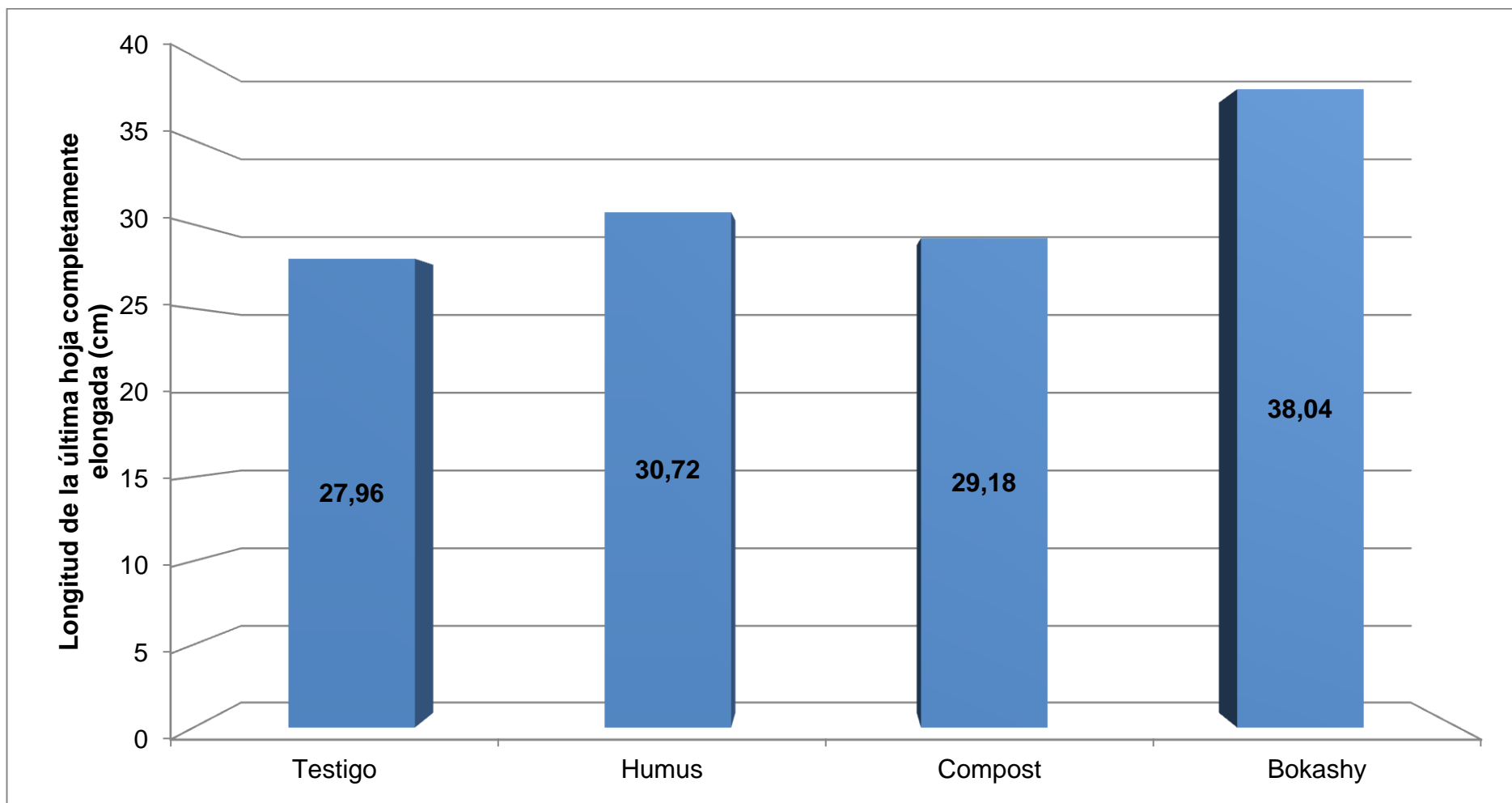


Gráfico 4. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

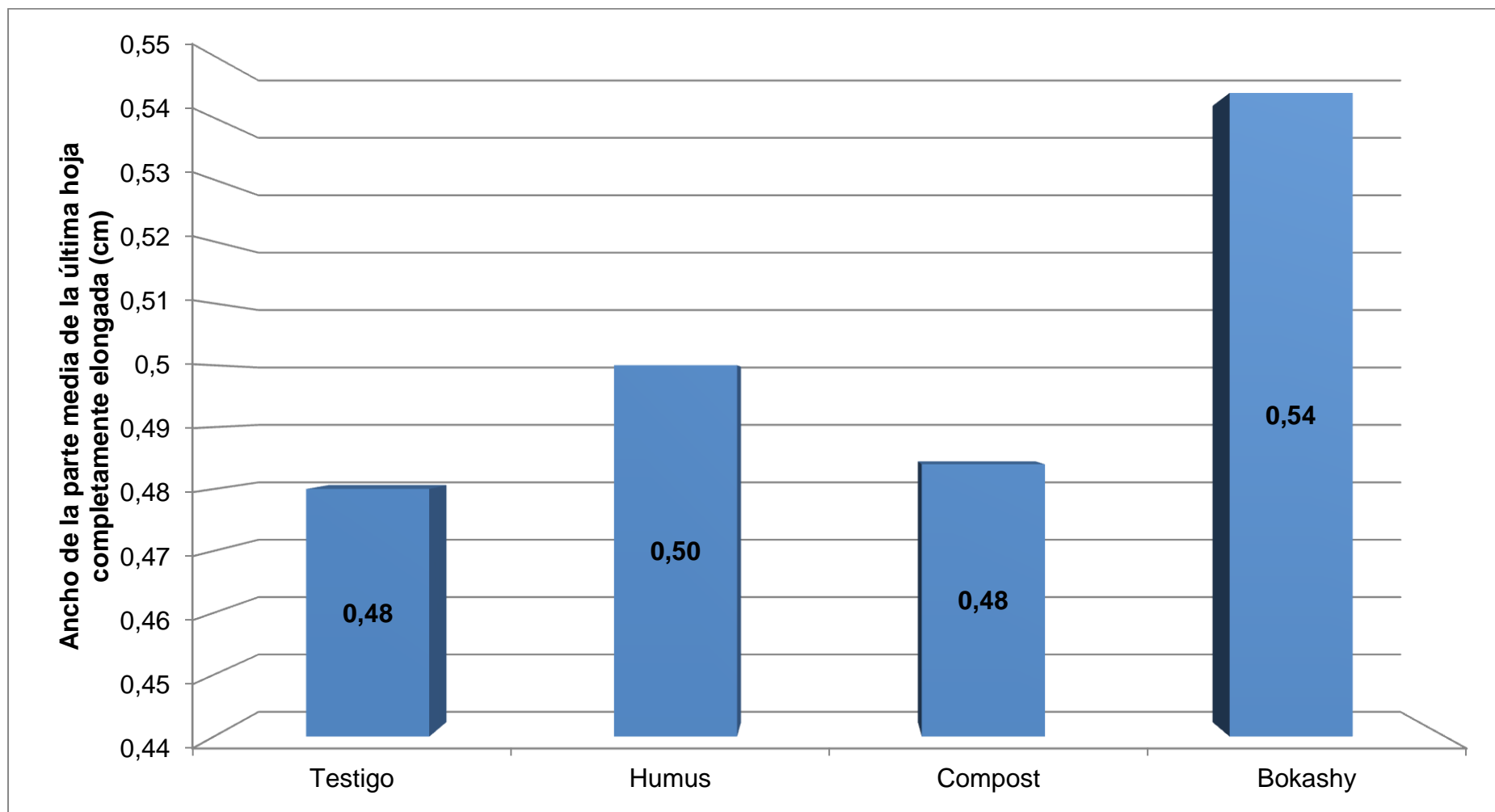


Gráfico 5. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el primer corte de evaluación.

5. Mezcla Forrajera

a. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte

Las medias de la producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), halladas como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), lográndose las mejores respuestas al aplicar Bokashy (11,17 Ton/Ha/Corte); comparadas con las parcelas del grupo Compost, Humus y testigo, en las cuales se determinaron producciones de 6,70, 5,72 y 5,32 Ton/Ha/Corte respectivamente, sin presentarse diferencias estadísticas entre las mismas. Lo antes descrito se representa en el (gráfico 6).

La superioridad mostrada por las plantas tratadas con Bokashy, probablemente responda a que con esta fuente de materia orgánica, entre muchos otros beneficios se logra un balance positivo en la disponibilidad de N, P y K en el suelo, lo que juega un papel significativo en la sostenibilidad de la fertilidad del mismo y productividad de la asociación forrajera. De esta manera se demuestra que la producción de forraje verde es mayor con la utilización de Bokashy en una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*; tales resultados, se cree según las experiencias de Díaz, R. y A. Suárez, (2001), y Fúnez, M. (2001), pueden deberse a que el uso de Bokashy influye positivamente los rendimientos y calidad del cultivo, en lo concerniente al desarrollo vegetativo.

Las respuestas halladas son más altas que las determinadas por Vásquez, D. (2008), quien al estudiar el efecto de diferentes tipos de bioabonos en una mezcla forrajera similar a la usada en este estudio, estableció que al adicionar Bokashy en tal cultivo se obtienen 6,20 Ton/ Ha/Corte, siendo uno de los mejores resultados de entre los hallados por el investigador.

Continuando con la misma tendencia Chugñay, E. (2014), investigando una mezcla de leguminosas con gramíneas, registró un mejor comportamiento al adicionar abonos orgánicos en su cultivo, llegando a producir 16,40 Ton/ Ha/Corte en el resultado más discreto de entre los abonos orgánicos que utilizó, estas diferencias pueden ser explicadas por la variedad de plantas usadas, el tipo de suelo y las condiciones medioambientales en las cuales se desarrolló el estudio.

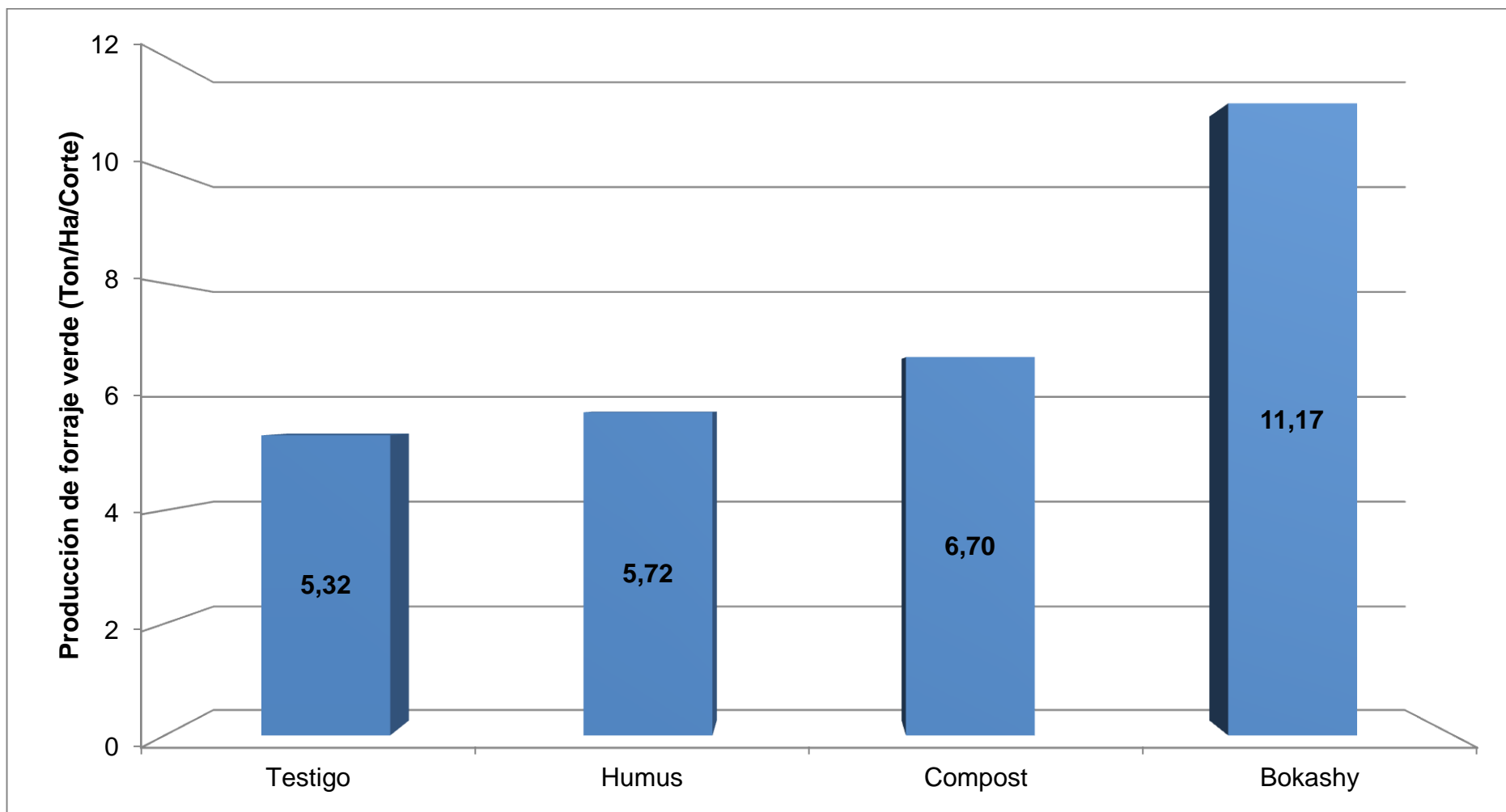


Gráfico 6. Producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el primer corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

b. Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte

Las producciones de materia seca más altas de la mezcla forrajera, se registraron en las plantas que pertenecieron al grupo que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, las cuales llegaron a producir 1,86 Ton/Ha/corte, valor que presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), con las respuestas registradas al utilizarse Compost, tal tratamiento logró 1,34 Ton/ha/corte; así también tal diferencia se mostró con la producción obtenida al incluir Humus y al no usar ninguna fuente de materia orgánica, ya que se reportó 1,18 y 1,09 Ton de materia seca por Ha/Corte respectivamente, Lo antes descrito se resume a continuación (gráfico 7).

De esta forma, se denota nuevamente que al emplear Bokashy como fuente de materia orgánica se consiguen mejores respuestas productivas, lo cual probablemente se deba a que paralelo al buen desarrollo foliar, se produzca la síntesis de sustancias orgánicas complejas que se ligan a las estructuras de la planta y arrojan un mayor tenor de materia seca al ser analizadas.

En este sentido las respuestas halladas, se pueden contrastar con las de Carvajal, C. (2010), quien en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*, obtuvo 7,88 Ton/Ha/corte de forraje en materia seca sin aplicación de materia orgánica y 11,69 Ton/ha/corte, cuando sí la aplicó.

Finalmente al contrastar los resultados obtenidos, con los que alcanzó Guevara, G. (2011), se puede decir que siguen siendo inferiores, ya que en una mezcla forrajera de gramíneas y leguminosas, logró una producción de materia seca de 6,43 Ton/Ha/corte, con el empleo de Biol y 4,09 Ton/Ha/corte con el empleo de humus líquido; no obstante esto, las halladas en el presente estudio son superiores con respecto al trabajo de Molina, C. (2010), quien alcanzó producciones de entre 1,28 y 1,57 Ton/Ha/corte, con el empleo de Humus, Vermicompost y Casting, en una asociación forrajera de iguales características, siguiendo de esta manera la tendencia de incrementar la productividad de las mezclas forrajeras al adicionar materia orgánica en su cultivo, sin olvidar el dominio que ejercen las condiciones medioambientales en las que se desarrolla cada una de las investigaciones.

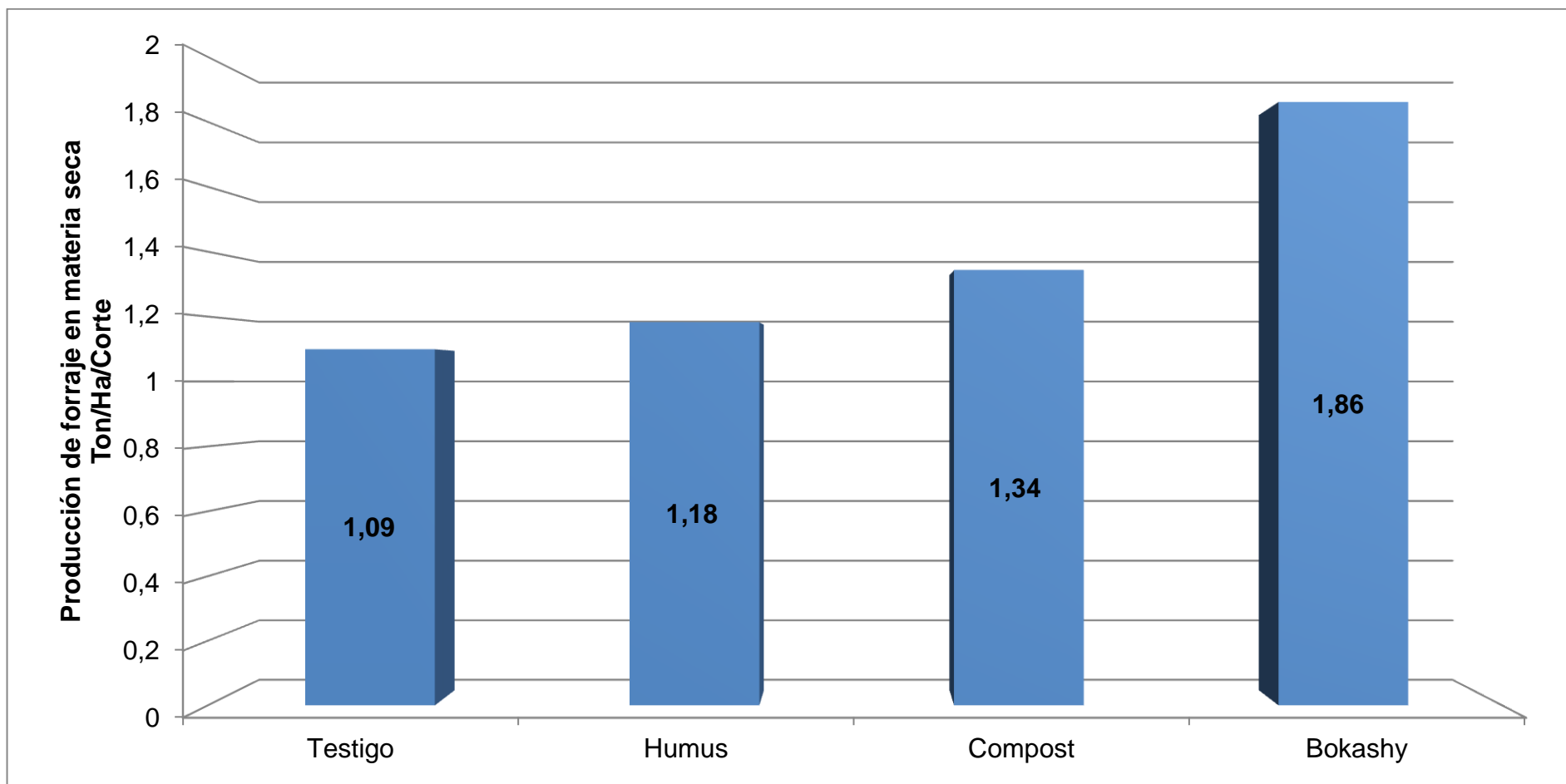


Gráfico 7. Producción de forraje en materia seca (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el primer corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

B. RESPUESTA DE UNA ASOCIACIÓN DE *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* ANTE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL SEGUNDO CORTE DE EVALUACIÓN.

Los resultados del segundo corte de evaluación del comportamiento productivo de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se presentan en el cuadro 12, tales respuestas demostradas, se analizan posteriormente, tomando en consideración las características propias de cada especie para la zona, las condiciones medioambientales adversas en las que se desarrolló el experimento y la productividad como asociación forrajera.

Cuadro 12. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE UN ASOCIACIÓN FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TREBOL ROJO, COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL SEGUNDO CORTE DE EVALUACIÓN.

	Abonos orgánicos				Probabilidad
	Testigo	Humus	Compost	Bokashy	
Alfalfa:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	1,33b	1,18c	1,36b	1,58a	<0,0001
Trébol rojo:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	0,94b	0,97b	0,99b	1,30a	<0,0001
Ray grass:					
Relación Hojas/tallo (g/g)	6,31a	6,32a	7,89a	8,44a	0,1105
Longitud última hoja (cm)	26,68b	29,52b	28,08b	37,04a	<0,0001
Ancho última hoja (cm)	0,43b	0,45ab	0,43b	0,54a	0,0106
Mezcla forrajera:					
PFMV, Ton/ha/corte	5,75b	5,89b	5,89b	9,50a	0,001
PFMS, Ton/ha/corte	1,19a	1,21a	1,18a	1,58a	0,090

PFMV: Producción de forraje en materia verde.

PFMS: Producción de forraje en materia seca.

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (*).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (**).

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey.

1. Medicago sativa

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

Las plantas de *Medicago sativa* presentaron una relación hojas / tallo (g/g) de 1,58 al aplicar Bokashy, dicho valor, al ser comparado con las medias de los otros tratamientos presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), al aplicarse Compost las plantas arrojaron una relación hojas / tallo (g/g) de 1,36; al no incluir ninguna fuente de materia orgánica y con la adición de Humus se obtuvo 1,33 y 1,18 respectivamente como relación hojas / tallo, sin hallarse diferencias estadísticamente significativas entre las mismas (gráfico 8).

Las relación hojas / tallo (g/g) de las plantas en mención, en el segundo corte de evaluación son ligeramente superiores a las del primer corte, ya que al incluir Bokashy en su cultivo, se alcanza mejores resultados en comparación con plantas que no recibieron éste. Entonces al lograr este grupo un mejor y más rápido desarrollo de las plantas y de la asociación en conjunto, se decidió realizar el segundo corte de evaluación 15 días antes de lo previsto. Tales respuestas, probablemente respondan a que esta fuente de materia orgánica posee la ventaja de liberar los elementos químicos, de una manera lenta, cuya acción se prolonga en el tiempo; a más de restablecer el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo e incrementar la cantidad y diversidad de la flora microbiana benéfica; lo que probablemente, en conjunto ejerció influencia para esta especie.

Este resultado, puede ser comparado con los obtenidos por Cordovéz, M. (2009), quien al adicionar Bokashy (5 Ton/Ha, 5 días post corte) en el cultivo de *Medicago sativa*, logró incrementar el número de tallos por planta, tal resultado podría ser extrapolado al nuestro, ya que igual que en esta experiencia, se obtienen las mejores relaciones Hojas / tallos (1,58 g/g) cuando se incluye Bokashy como fuente de materia orgánica en su cultivo.

De acuerdo a De Luna, B. y A. Vázquez, (2009), esto puede deberse a que los micro elementos se presenten en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6.5 a 7), al usar esta fuente de materia orgánica en este tipo de cultivos.

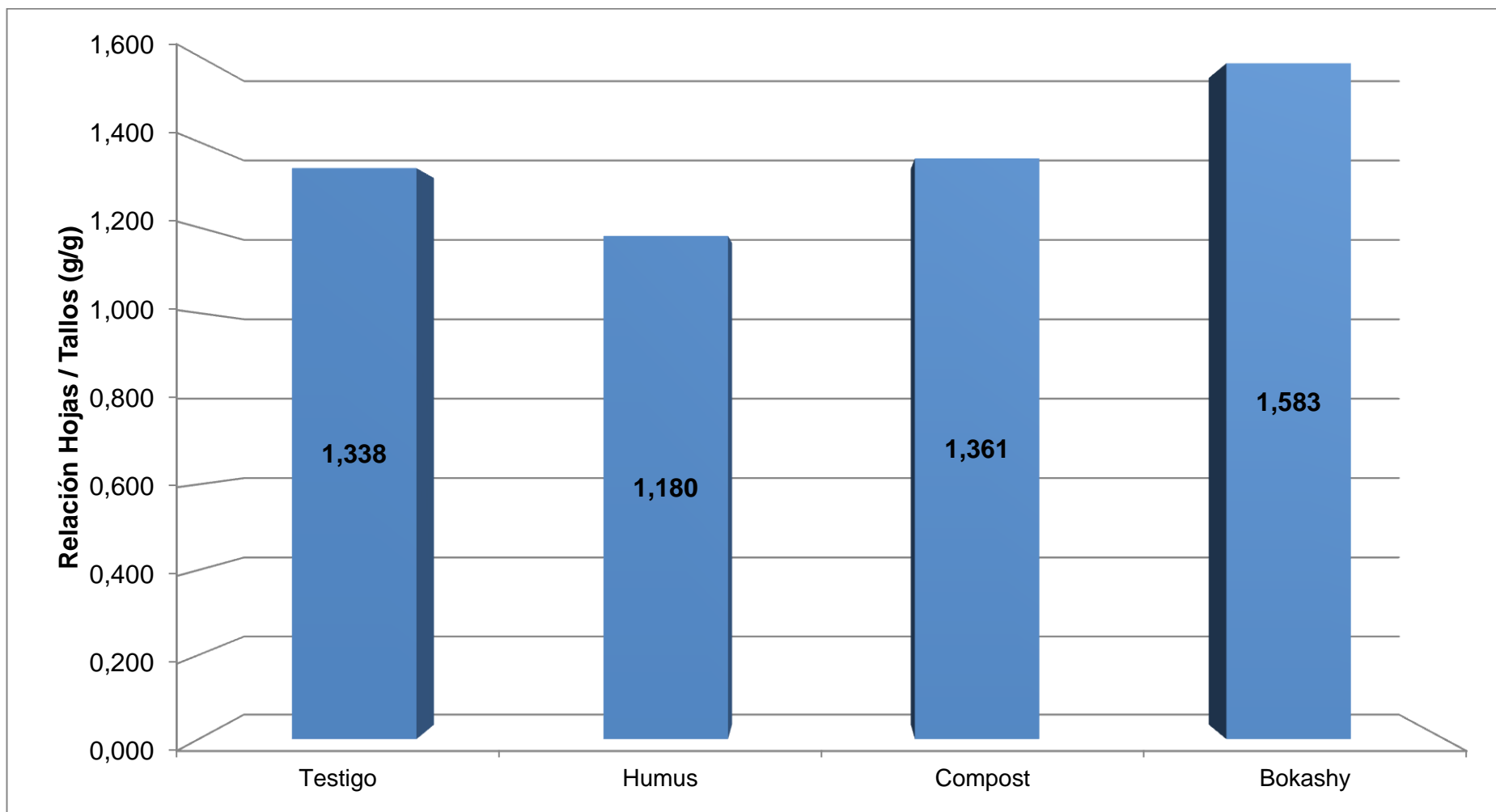


Gráfico 8. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Medicago sativa* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

2. Trifolium pratense

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

La respuesta en cuanto a la relación hojas / tallo (g/g) que se halló al evaluar el *Trifolium pratense* en el segundo corte, no mostró diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$), por efecto de la aplicación de las diferentes fuentes de materia orgánica, no obstante, numéricamente se dilucida que a las plantas en las que se les aplicó Bokashy alcanzaron la mejor relación hojas / tallo, ésta fue de 1,30; seguidas de las plantas tratadas con Compost, Humus y sin adición de materia orgánica, las cuales presentaron una relación hojas / tallo de 0,99, 0,97 y 0,94 en su orden (gráfico 9).

De esta manera se nota que de entre las fuentes de materia orgánica evaluadas, el Bokashy es el que mejores resultados numéricos muestra en el segundo corte de evaluación, sin olvidar recalcar que al aplicar materia orgánica en cualquiera de los casos, las características foliares de las plantas presentes en la asociación mejoran, lo cual puede atribuirse a que al adicionar materia orgánica en el cultivo se logran beneficios tanto en lo físico, químico y microbiológico del suelo, además de que se contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciéndolo más poroso y mejorando su manejabilidad.

Al igual que la relación hojas / tallos de la alfalfa, la relación hojas / tallos en las plantas de trébol en el segundo corte son mejores que las del primer corte, pero con la diferencia de que en el primer corte se destacó el Compost y en el segundo el Bokashy (0,96 y 1,30 g/g, en el primero y segundo corte respectivamente). Entonces, los resultados logrados en este segundo corte de evaluación podrían ser comparados con los que Aragadvay, R. (2010), que al estudiar una leguminosa forrajera, alcanzó un incremento del 18% en el indicador que usó para medir el desarrollo foliar, al aplicar materia orgánica, en comparación con el tratamiento control; de igual forma en este caso se incrementó un 38% en la relación hojas / tallos al adicionar Bokashy, en contraste con el tratamiento testigo.

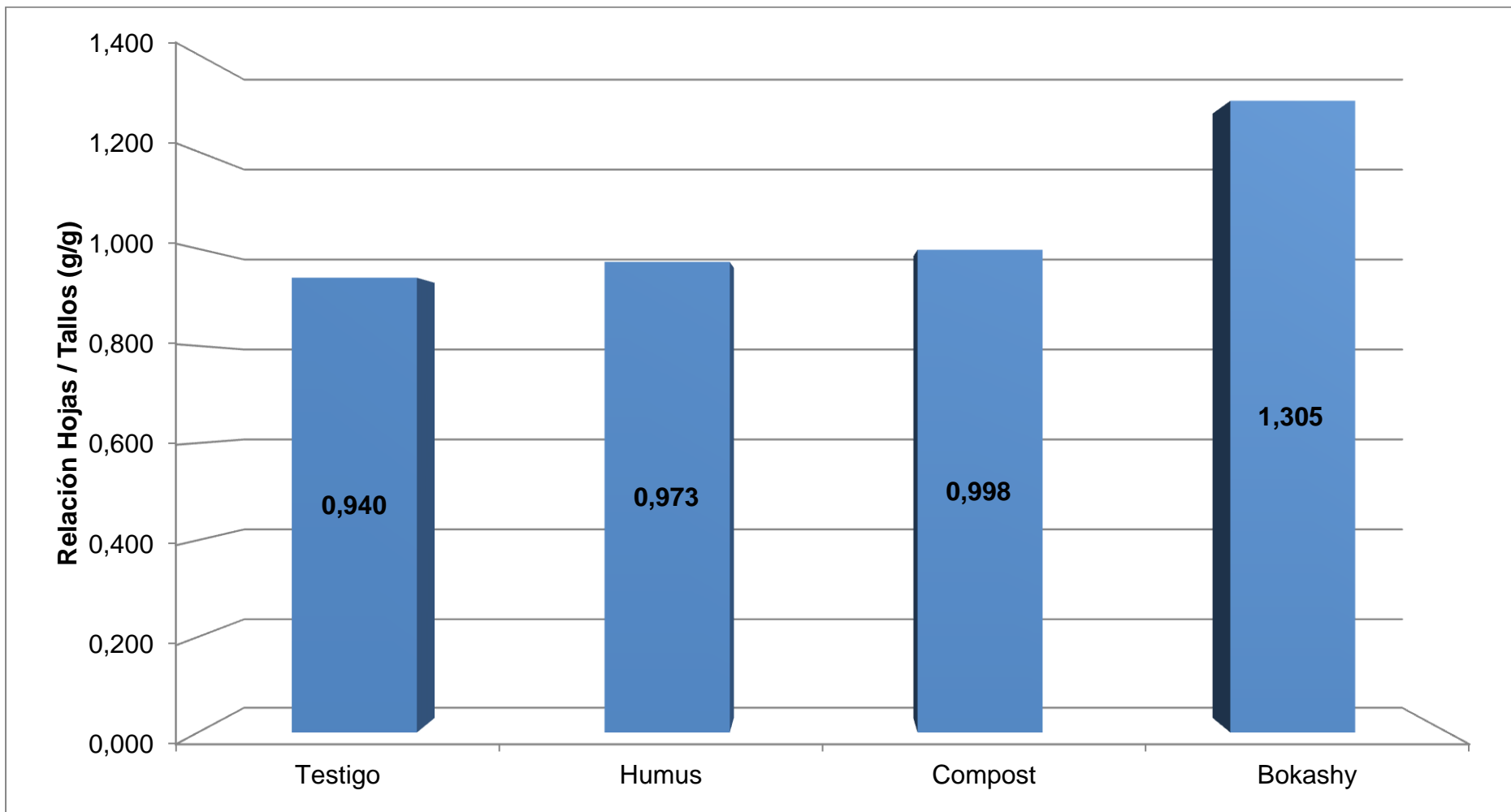


Gráfico 9. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Trifolium pratense* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

3. *Lolium multiflorum*

a. Relación Hojas/Tallo (g/g)

Los resultados para la relación hojas / tallo hallada en el *Lolium multiflorum*, como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), entre las medias presentadas, los valores hallados fueron 8,44 para las plantas del grupo al que se les aplicó Bokashy, éstas fueron las que más se destacaron, en relación a las plantas del grupo a las que se les trató con Compost, Humus y las del tratamiento testigo, mismas que presentaron una relación hojas / tallo de 7,89, 6,32 y 6,31, respectivamente (gráfico 10).

Es pertinente indicar que en el *Lolium multiflorum*, al igual que en las anteriores especies evaluadas, la relación hojas / tallo en las plantas del segundo corte, son superiores que las del primer corte. Cabe entonces recalcar lo ya mencionado, en cuanto a que al incluir Bokashy como fuente de materia orgánica, se alcanzan mejores resultados en contraste con las plantas que no recibieron éste, ya que en los dos cortes consecutivos se alcanzaron mejores respuestas con dicho tratamiento. Esto podría deberse a que se mejoró la dinámica de los procesos de descomposición de los materiales orgánicos, su acción residual, aporte en la nutrición de las plantas y propiedades del suelo, mediante la adición de esta fuente de materia orgánica, en este cultivo forrajero.

Pese a no existir diferencias estadísticamente entre las medias de los tratamientos en cuanto a la relación hojas / tallos en el raygrass, en una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, es importante que se indique que debido al crecimiento de las plantas influenciadas por la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se puede pensar que en cualquiera de los casos su desarrollo foliar es superior al contrastarlo con el del tratamiento que no recibió ninguna fuente de materia orgánica; recalcando una vez más que aquellas plantas afectadas por el Bokashy presentaron un número mayor en la relación hojas / tallos en relación al resto.

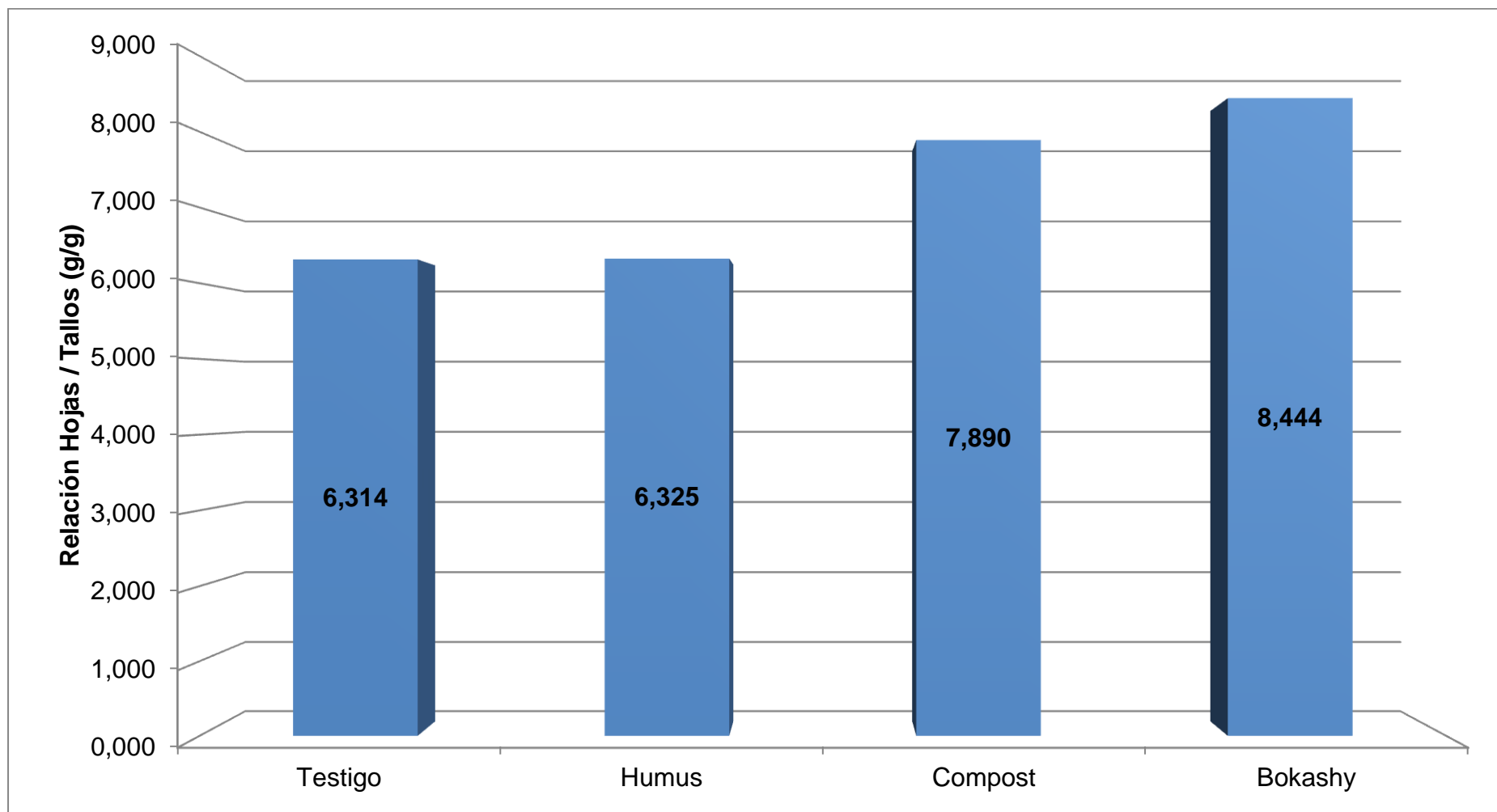


Gráfico 10. Relación Hojas / Tallos (g/g), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

b. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm)

Para el segundo corte de evaluación, la longitud de la última hoja completamente elongada del *Lolium multiflorum*, fue mayor cuando se utilizó Bokashy como fuente de materia orgánica, ya que tuvo una media de 37,04 cm, que estadísticamente presenta diferencias significativas ($P < 0,05$), en comparación con las medias de las longitudes determinadas en los grupos Humus y Compost que presentaron longitudes de 29,52 y 28,08 cm respectivamente, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre los mismos, esto se muestra a continuación (gráfico 11).

Comparando las mejores longitudes de la última hoja completamente elongada, de *Lolium multiflorum* en el primer corte (38,04 cm), con las del segundo corte (37,04 cm), se entiende que en el segundo corte de evaluación el desarrollo de las plantas fue menor, lo que pudo deberse principalmente a que se realizó tal corte 15 días antes de lo previsto, para obtener resultados más confiables en cuanto a la relación hojas / tallos de las leguminosas, inclusive se puede decir que posiblemente se debe también a las condiciones climáticas adversas imperantes en la época en que se desarrolló el experimento, ya que por efecto de las diferentes fuentes de materias orgánicas empleadas, el comportamiento mostrado por las plantas es similar en ambas evaluaciones, presentando siempre las mejores respuestas en el grupo tratado con Bokashy.

La reacción mostrada al aplicar Bokashy, se cree es explicada debido a que éste a más de liberar fitohormonas y fitorreguladores naturales, también proporciona fósforo para facilitar el desarrollo foliar, tallos y flores.

Esta respuesta podría ser similar a las determinadas por Chugñay, E. (2014), puesto que éste en el segundo corte de evaluación, en una mezcla de iguales características a la estudiada, dentro de un indicador que mide el desarrollo foliar al igual que el presente, logró demostrar que adicionando distintos tipos de materia orgánica se logra incrementar el desarrollo foliar de las gramíneas dentro de la asociación forrajera, al compararlas con las de su grupo control; en cualquiera de los casos se puede pensar que al adicionar materia orgánica a una asociación de gramíneas y leguminosas se hallarán mejores resultados.

c. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada

El ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada del *Lolium multiflorum*, hallada por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$), no obstante esto, numéricamente se observa que los mejores resultados pertenecen al grupo al que se le aplicó Bokashy, en el cual se obtuvo como respuesta un ancho medio de 0,54 cm. En los tratamientos restantes, se determinó un ancho de 0,45, 0,43 y 0,43 cm, para los grupos Humus, Compost y testigo en su orden (gráfico 12). De esta manera, una vez más se corrobora que el efecto de las diferentes fuentes de materias orgánicas empleadas, es similar para los dos cortes de evaluación en el comportamiento mostrado por las plantas, presentándose siempre las mejores respuestas en el grupo tratado con Bokashy, y por el contrario las plantas más pequeñas fueron las del grupo testigo (sin ninguna fuente de materia orgánica).

Esta diferencia puede deberse a que los Bokashy mejoran las características físicas (textura y estructura), químicas (adsorción, precipitación, transporte y mineralización) y biológicas (micro flora y micro fauna) del suelo, por lo que las plantas de *Lolium multiflorum* tuvieron mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos. No se puede dejar de mencionar que los resultados obtenidos en esta variable para el segundo corte de evaluación son un tanto menores que las del primer corte, esto podría ser explicable al haber realizado este corte 15 días antes, por motivos que ya han sido bastante descritos.

Esta respuesta es similar a la hallada por Vásquez, D. (2008), quien demostró que la aplicación de Bokashy influye positivamente en el desarrollo de la gramínea que forma parte de su asociación forrajera, logrando incrementar un 14% de desarrollo foliar en comparación al no aplicar ningún bioabono en su cultivo; en nuestro caso se logró incrementar 25% en el desarrollo foliar de la gramínea al aplicar Bokashy, comparando el resultado obtenido con el del grupo testigo.

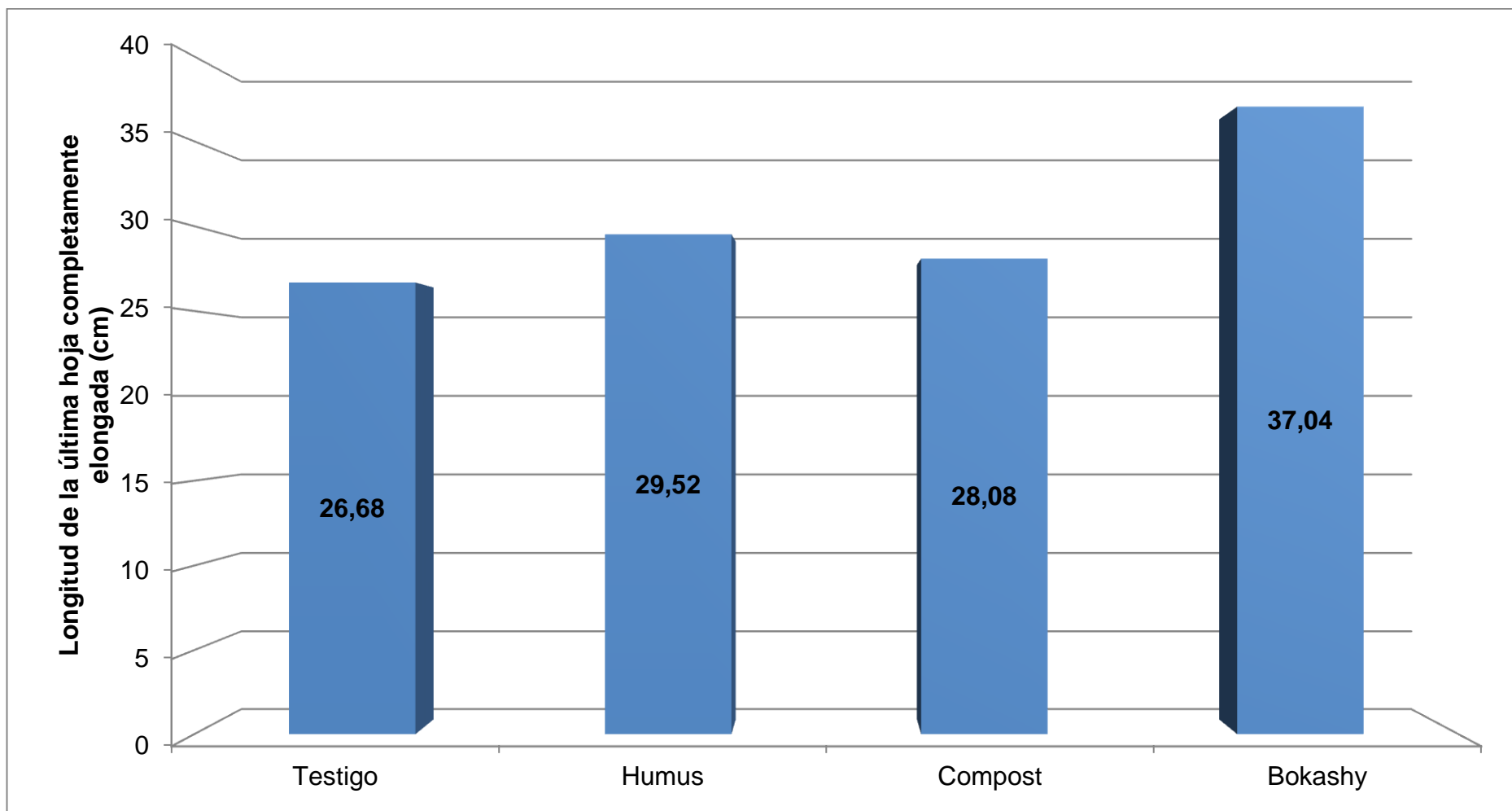


Gráfico 11. Longitud de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

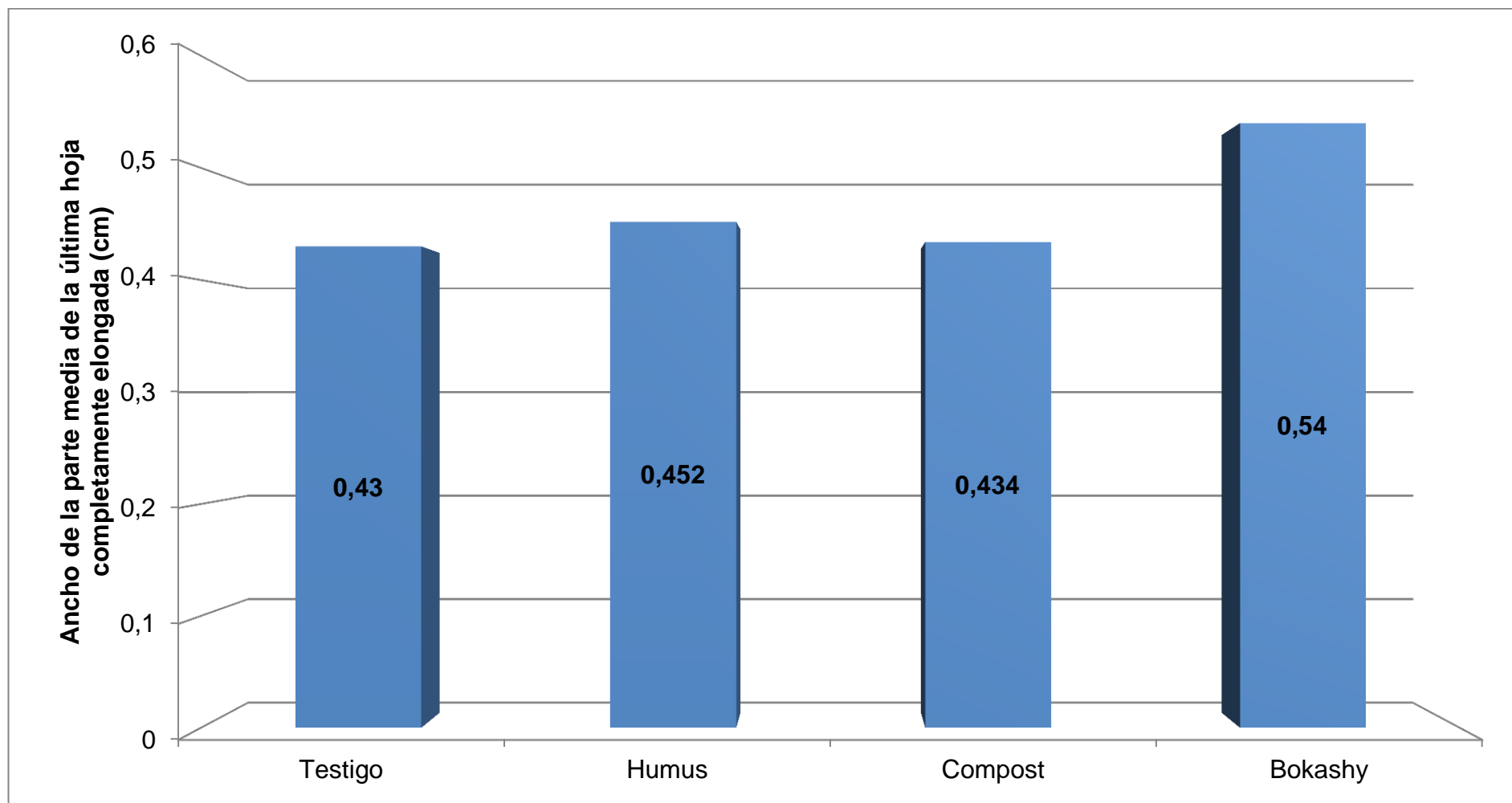


Gráfico 12. Ancho de la parte media de la última hoja completamente elongada (cm), en *Lolium multiflorum* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en el segundo corte de evaluación.

4. Mezcla Forrajera

a. Producción de forraje verde Ton/Ha/Corte

Las medias de la producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), halladas como respuesta ante la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, en una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), lográndose las mejores respuestas al aplicar Bokashy, en donde se obtuvo una producción de forraje verde de 9,50 Ton/Ha/Corte; comparadas con las parcelas del grupo Compost, Humus y testigo, en las cuales se determinaron producciones de 5,89, 5,89 y 5,75 Ton/Ha/Corte en su orden, sin denotarse diferencias estadísticas entre las mismas. Todo lo antes mencionado se representa a continuación (gráfico 13).

De esta manera se demuestra que la producción de forraje verde es mayor con la utilización de Bokashy en los dos cortes consecutivos, esto posiblemente responda a que con su uso no sólo se beneficia al aspecto nutricional sobre las plantas, sino todos los componentes relacionados con la fertilidad y productividad del suelo, entre ellos podemos contar los efectos regenerativos como la estimulación inmediata de la actividad biológica, mejoras en propiedades físicas, tales como estructura, retención de humedad y reducción de la densidad aparente, cambios en propiedades bioquímicas, tales como la actividad de fosfatasa ácida, de la deshidrogenada y mejoras en las propiedades químicas como aumentos en la disponibilidad de nutrientes; finalmente se debe mencionar que la producción fue mayor en el primer corte de evaluación, en relación al segundo, esto responde a la anticipación del corte.

Comparando este resultado con los alcanzados por Vásquez, D. (2008), se demuestra que la aplicación de Bokashy influencia positivamente en la producción de forraje en una asociación de gramíneas y leguminosas, donde este investigador halló 6,20 Ton/Ha/Corte al adicionar Bokashy en su cultivo. Tal respuesta puede ser menor a la hallada en el presente experimento, siendo explicable debido a los factores medioambientales.

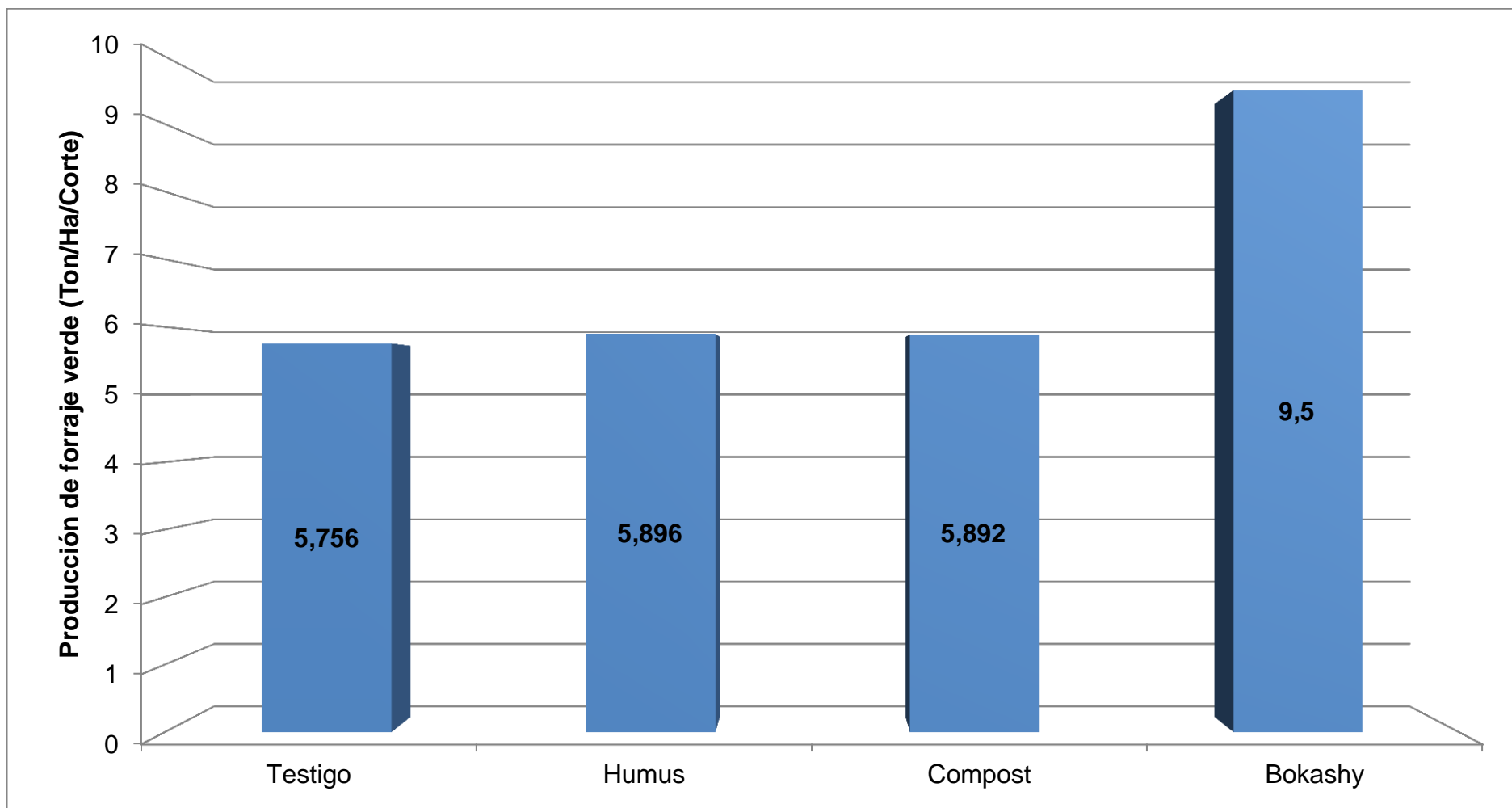


Gráfico 13. Producción de forraje verde (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

b. Producción de forraje en materia seca Ton/Ha/Corte

En el segundo corte de evaluación, las producciones de materia seca más altas de la mezcla forrajera de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, se registraron en las plantas que pertenecieron al grupo que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, las cuales llegaron a producir 1,58 Ton/Ha/corte, valor que al compararlo con las medias de los otros tratamientos, no presenta diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$); las respuestas registradas al utilizarse Humus, al no incluirse ninguna fuente de materia orgánica y al adicionar Compost, fueron 1,21, 1,19 y 1,18 Toneladas de materia seca por Ha/Corte respectivamente, lo antes descrito se resume en el (gráfico 14).

La mejor producción de forraje en materia seca en el primer corte fue superior (1,86 Ton/Ha/corte), en contraste con la obtenida en el segundo corte (1,58 Ton/Ha/corte), tales cifras responden probablemente a lo anticipado del segundo corte de evaluación y a las condiciones meteorológicas a las cuales estuvo sometido el experimento durante la segunda etapa del mismo, no obstante durante ambos cortes de evaluación el tratamiento que claramente destacó fue el que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica; esto posiblemente responda a su influencia sobre el ciclo del N, que probablemente determinaron que estas fueran generalmente más altas, además de que por ser material parcialmente estable de lenta descomposición, fue capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo.

Entonces es pertinente comparar el resultado obtenido con el que halló Carvajal, C. (2010), quien en una mezcla forrajera *Lolium perenne* y *Medicago sativa*, obtuvo producciones de forraje en materia seca de entre 7,88 y 11,69 Ton/Ha/corte, de igual forma que con las respuestas logradas por Guevara, G. (2011), quien obtuvo en la mezcla forrajera de *Medicago sativa* y *Arrhenatherum elatius* una producción de materia seca de entre 4,09 Ton/Ha/corte y 6,43 Ton/Ha; ambas son superiores a las halladas en este experimento, pero éstas son notablemente superiores con respecto a las encontradas por Molina, C. (2010), quien alcanzó en la mezcla forrajera de pasto azul más alfalfa, producciones de entre 1,28 y 1,57 Ton/Ha/corte, empleando humus, vermicompost y casting.

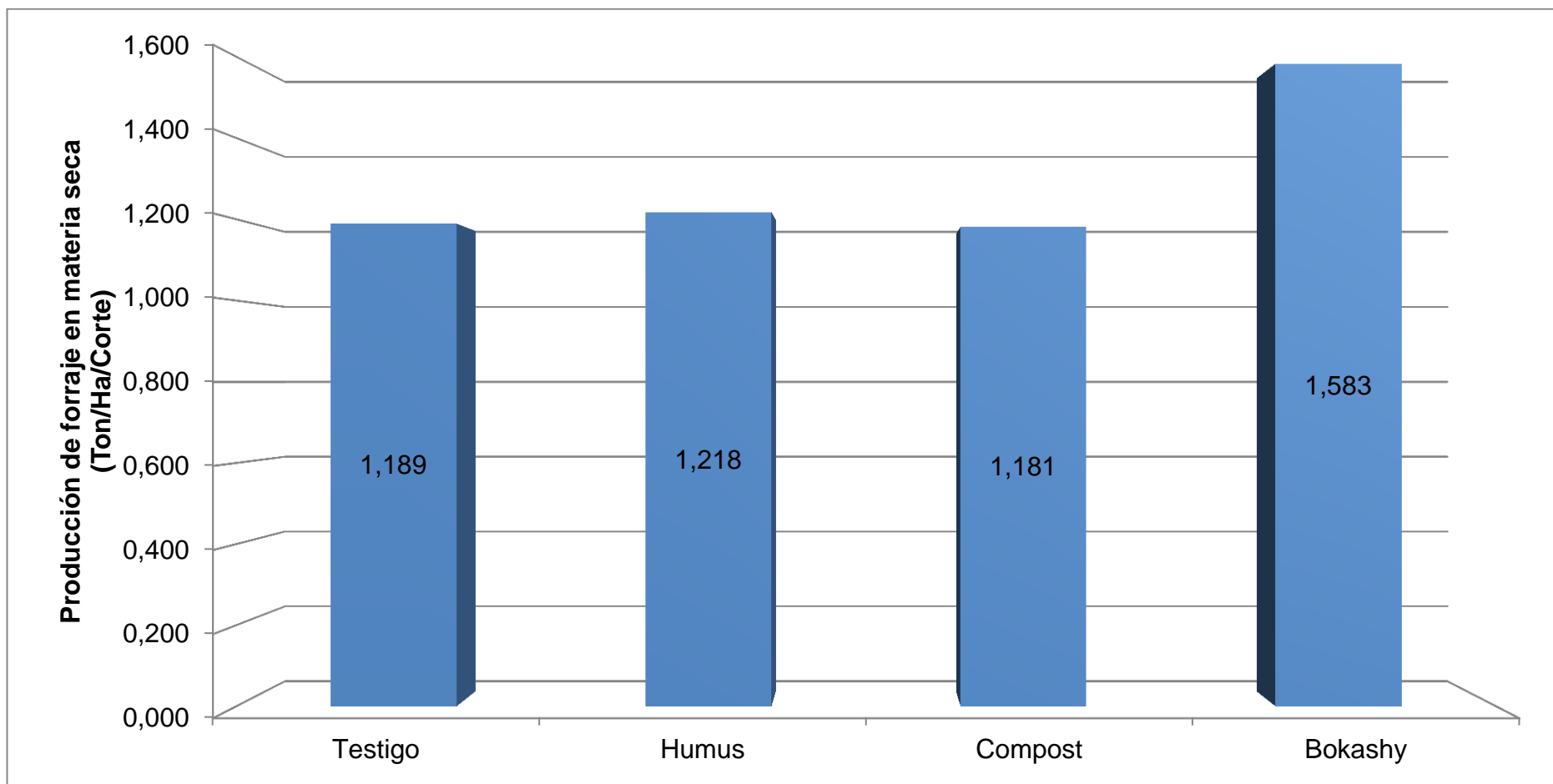


Gráfico 14. Producción de forraje en materia seca (Ton/Ha/Corte), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en el segundo corte de evaluación por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

5. Composición bromatológica de la mezcla forrajera

A continuación, en el cuadro 13, se presenta de manera resumida la cuantificación de ceniza (parte mineral o inorgánica), la humedad higroscópica y la concentración de nitrógeno total en forma de amoníaco presente en la muestra de forraje tomada de cada uno de los tratamientos empleados en el presente estudio.

Cuadro 13. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA (%) DE UN ASOCIACIÓN FORRAJERA DE ALFALFA, RAY GRASS Y TREBOL ROJO, COMO RESPUESTA ANTE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA, EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN.

TRATAMIENTO	%				MATERIA SECA
	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEINA	FIBRA	
Testigo	79,34	10,96	21,35	20,05	20,66
Humus	79,35	11,89	18,72	21,82	20,65
Compost	79,95	12,1	20,02	22,66	20,05
Bokashy	83,34	12,41	23,87	20,09	16,66

Fuente: INIAP. Estación experimental Santa Catalina, departamento de nutrición y calidad, laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos. (2015).

Realizando una relación comparativa, entre las respuestas obtenidas de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, en cuanto al contenido nutricional, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, podemos partir del contenido de humedad que presentaron cada uno de los tratamientos, entre estos se destaca el grupo tratado con Bokashy como fuente de materia orgánica, el cual reportó un contenido de humedad del 83,34 %, seguido del grupo que recibió Humus con 79,95 %, posteriormente se ubicó el tratamiento Compost y testigo, los cuales mostraron 79,35 y 79,34 % de humedad respectivamente. En cuanto al tenor de cenizas, el más destacado fue el tratamiento que respondió a la aplicación de Bokashy, el cual arrojó un contenido de 12,41 % de cenizas en su composición, seguido del

tratamiento al que se adicionó Compost, Humus y testigo, donde se halló 12,10, 11,89 y 10,96 % de contenido de cenizas en su orden. En lo que respecta al contenido proteínico sobresale una vez más el tratamiento que recibió Bokashy como fuente de materia orgánica, el cual arroja un tenor del 23,87 % de proteína, seguidamente se observa al tratamiento testigo, el cual reporta un contenido proteínico del 21,35 %, seguidamente se muestran los grupos tratados con Compost y Humus, los cuales muestran un contenido del 20,02 y 18,72 % de proteína respectivamente. Finalmente, en cuanto al contenido de fibra se ratifica la superioridad del grupo que fue tratado con Bokashy, ya que este denota un tenor de 20,09 % de fibra, levemente superior al arrojado por el tratamiento testigo (20,05); los tratamientos que se ubicaron posteriormente fueron los que recibieron Humus y Compost, los cuales reportaron contener 21,82 y 22,66 % de fibra en su orden (gráfico 15). Por lo antes detallado, se ratifica que con la aplicación de fuentes de materia orgánica, en especial de Bokashy, el contenido nutricional de las plantas que están formando la asociación mejora notablemente en cada uno de los puntos analizados, además cabe recalcar una vez más que se denotó que con la aplicación de tal materia orgánica, el tiempo de recuperación y desarrollo vegetativo se acortó.

Es importante destacar que éstas repuestas reflejadas al aplicar diferentes fuentes de materia orgánica, son superiores a las obtenidas por Molina, C. (2010), quien en una asociación de gramíneas y leguminosas halló en el mejor de los casos una humedad del 71,90 % en su tratamiento control y un contenido de proteína del 21,78% al aplicar casting; sin dejar de mencionar que el mismo autor logró un contenido del 18,70% de ceniza al aplicar casting en su asociación forrajera, tal respuesta es notablemente superior a la hallada en la presente investigación para este punto dentro de la composición bromatológica.

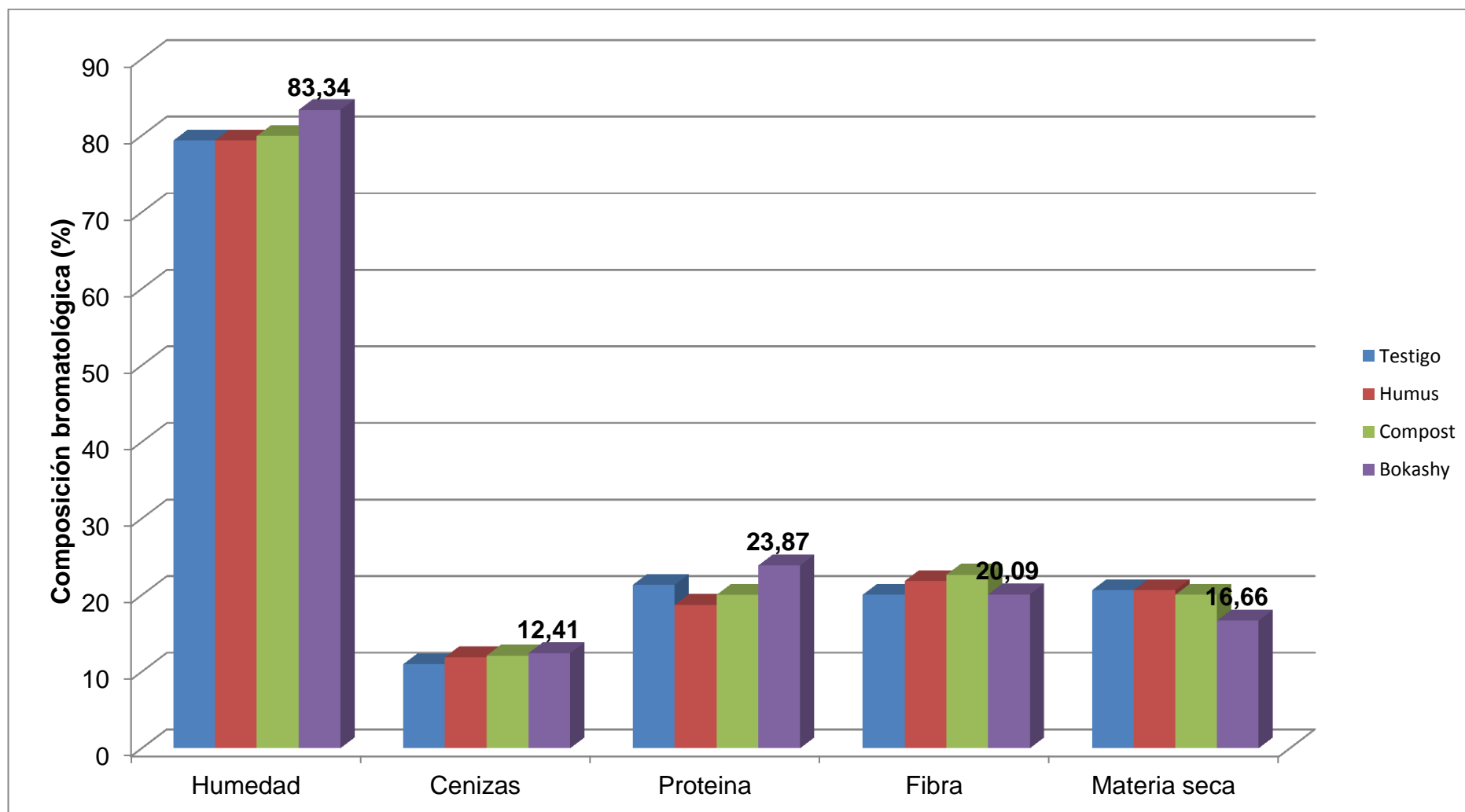


Gráfico 15. Composición bromatológica (%), de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica.

6. Análisis económico

Para obtener el índice económico beneficio/costo de un año de producción (cuadro 14), se consideraron los ingresos estimados por la comercialización de forraje y se los relacionó con los egresos totales que se efectuaron en la producción de una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* en una hectárea, considerando una aplicación trimestral de materia orgánica para cada uno de los abonos orgánicos empleados, sin olvidar que no se contempló dentro de esto, las inversiones fijas. De tal manera, se halló una mayor rentabilidad cuando se aplicó Bokashy como fuente de materia orgánica, con dicha fuente de materia orgánica se obtuvo un beneficio/costo de 1,86, esta cifra nos indica que por cada dólar invertido en producir una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, se espera obtener una rentabilidad de 86 centavos (86 %), esta rentabilidad se reduce hasta un 35 % (Beneficio/Costo de 1,35), al no adicionar ninguna fuente de materia orgánica en tal asociación, con el uso de Humus en la producción de la asociación ya mencionada, se alcanza una rentabilidad del al 33 % (Beneficio/Costo de 1,33), finalmente la rentabilidad económica fue de apenas el 26 % o un Beneficio/Costo de 1,26 en las plantas tratadas con Compost. Ante estos indicadores, se considera que los mejores indicadores productivos y económicos se alcanzan al utilizar Bokashy como fuente de materia orgánica en una asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*; inclusive cabe recalcar que esta es una buena opción de negocio, ya que la rentabilidad que se podría obtener es mayor que el interés de oportunidad, aquel que ofrece la banca.

Cuadro 14. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN ANUAL DE FORRAJE VERDE DE UNA ASOCICACIÓN DE Lolium multiflorum, Medicago sativa y Trifolium pratense, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA.

Egresos		Abonos orgánicos			
		Testigo	Humus	Compost	Bokashy
Mano de obra, \$	1	1200,00	1200,00	1200,00	1200,00
Fertilizante de mantenimiento	2	2000,00			
Humus	3		2133,32		
Compost	4			2311,08	
Bokashy	5				2666,64
Uso del terreno, \$	6	200,00	200,00	200,00	200,00
Total Egresos		3400,00	3533,32	3711,08	4066,64
Producción de forraje verde, Ton/Ha/corte		5,75	5,90	5,89	9,50
Nº cortes/año		8	8	8	8
Producción forraje verde, Ton/Ha/año		46,00	47,20	47,12	76,00
Ingreso por venta de forraje, \$	7	4600,00	4720,00	4712,00	7600,00
Beneficio/Costo		1,35	1,33	1,26	1,86

1: Jornal \$100,00 mensual.

2: Fertilizante de mantenimiento: \$500 la dosis/aplicación.

3: Humus: \$533,33 las 4 Ton, cada saco de 45 kg a \$6,00.

4: Compost: \$577,77 las 4 Ton, cada saco de 45 kg a \$6,50.

5: Bokashy: \$666,66 las 4 Ton, cada saco de 45 kg a \$7,50.

6: \$200,00 anuales / Ha.

7; \$0,10 / kg de forraje verde.

V. CONCLUSIONES

1. En el primer corte de evaluación de la asociación forrajera de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense*, las diferentes fuentes de materia orgánica incluidas produjeron efectos altamente significativos en la producción de forraje y en el *Lolium multiflorum*, mejorando su relación Hoja / Tallo (g/g) y la longitud de la última hoja completamente elongada (cm), pero no influyeron estadísticamente en las relaciones Hoja / Tallo (g/g) de las leguminosas.
2. La mejor producción de forraje verde (11,17 Ton/Ha/corte), en el primer corte se consiguió con la inclusión de Bokashy, al igual que en materia seca (1,86 Ton/Ha/corte), de esta manera que se consiguió incrementar en 5,85 Ton de forraje verde/Ha/corte y 0,77 Ton de forraje en materia seca/Ha/corte con respecto a las parcelas que no tuvieron adición de fuente de materia orgánica alguna.
3. En el segundo corte de evaluación, la utilización del Bokashy presentó mejores respuestas estadísticas que las otras fuentes de materia orgánica empleadas, ya que la *Medicago sativa* mostró una relación Hoja / Tallo (g/g) de 1,58, al igual que el *Trifolium pratense*, el cual mostró una relación Hoja / Tallo (g/g) de 1,30.
4. En las producciones de forraje verde en el segundo corte igualmente con el Bokashy se alcanzaron las mejores respuestas altamente significativas estadísticamente, obteniéndose 9,50 Ton de forraje verde/Ha/corte, no así en la producción de forraje en materia seca por Ha y corte, donde numéricamente se obtuvo 1,58 Ton, con la adición del mismo.
5. El análisis económico determinó que con el empleo del Bokashy se espera obtener una rentabilidad anual del 86 % (B/C de 1,86), no así en las parcelas tratadas con Compost cuya rentabilidad sería de apenas el 26 % (B/C de 1,26).

VI. RECOMENDACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos al evaluar la asociación de *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* por efecto de la aplicación de diferentes fuentes de materia orgánica, se puede realizar la siguiente recomendación:

1. Establecer praderas de alfalfa más ray grass y trébol rojo en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, Parroquia Augusto N. Martínez, Caserío Samanga, para la producción de forraje con la aplicación de Bokashy al menos trimestralmente después del corte, por cuanto se consiguió mayores producciones de forraje en materia verde y materia seca, lográndose rentabilidades económicamente atractivas.

VII. LITERATURA CITADA

1. AGOSTINI, F., SPARVOLI, E., y DE SIENA, C. 2003. Improving the physical properties of soil from the Biancana Badlands, Tuscany, Italy, by the use of amendment materials. *Soil Use Manage.* pp 270-272.
2. ALARCÓN, Z. 2007. Producción de forraje verde para ganado bovino en invierno. Reporte de resultados primer año. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. Universidad Autónoma de Chapingo México. p 58.
3. ALEXANDER, M. 1999. *Biodegrading and Bioremediation*. 2 da edición. New-York. Editorial Academia Pres. pp 100-109.
4. ÁLVAREZ, J. 2009. La calidad microbiológica del suelo y del compost del parque Itchimbía en su proceso de recuperación. Tesis de grado. Carrera de ingeniería en biotecnología. Departamento de ciencias de la vida. Escuela politécnica del ejército. Sangolquí, Pichincha, Ecuador. pp 38 – 91.
5. ÁLVAREZ, J. 2014. Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Servicio de Asesoramiento a los Agricultores y Ganaderos. Dirección General de la Producción Ecológica. España.
6. ARAGADVAY, R. 2010. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias rhizobium meliloti con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del Medicago sativa (alfalfa).
7. ARAGÓN, D., et al. 2010. Modificaciones en las propiedades físicas de un suelo pardo mullido medianamente lavado fertilizado con humus y combinaciones organo-minerales y su efecto sobre el rendimiento del clon FHIA-18 en altas densidades. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santo Domingo, República Dominicana. pp 77 – 86.

8. ARECE, J., ET AL. 2006. Sistemas de alimentación para pequeños rumiantes. Recursos forrajeros. Herbáceos y arbóreos. 1ra ed. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Edit. Universitaria. pp 406-432.
9. ATLAS, R. y BERTHA, R. 2001. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. 4ta edición Barcelona, España. Editorial. Addison Wesley. pp 459-473.
10. ÁVALOS CASTRO, R. et al. 2012. Recomendaciones en la elaboración del abono orgánico tipo Bocashi. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Sitio Experimental Valle de Santo Domingo. Cd. Constitución, Baja California. No. 23, pp 2.
11. BADARUDDIN, M., REYNOLDS, M. y AGEEB. O. 1999. Wheat management in warm environments: effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency, and mulching. Agron. J. 91. pp 975-983.
12. BAÑOS, R., et al. 2008. Efecto del uso del humus de lombriz y los hongos micorrízicos arbusculares en rendimientos de gramíneas. Ciencia y Tecnología Ganadera, vol. 2 p 87.
13. BAVERA, G. et al. 2010. Curso parcial de Producción Bovina de Carne. 9na ed. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Edit. ÓG. A. Bavera. pp 3 – 15. Disponible en: SITIO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. Repositorio Digital de Acceso Abierto.
14. BAYAS, A. 2003. El Bokashi, Té de estiércol, biol, biosol como biofertilizantes en la producción de alfalfa (Medicago sativa). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador, pp 55 - 82.
15. BELTRÁN, F. et al. 2009. Nutritional potential of red dolichos, brown dolichos and cowpea for green manure produced under three tillage Systems. Tropical and Subtropical Agroecosystems. pp 381-387.

16. BENÍTEZ, A. 1980, Pastos y Forrajes. 1ra edición. Quito, Ecuador. Editorial Universitaria. pp 173 - 210.
17. BERNAL EUSSE, J. 1998. Fertilización de pastos mejorados. En: fertilización de cultivos en clima frío. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Editor: Ricardo Guerrero Riascos. pp 278-328.
18. BERNAL, J. 2008. Manual de pastos y forrajes para Ecuador. 4ta Edición. Quito, Ecuador. pp 1-170.
19. BIOAGROTECSA Cia. Ltda. 2011. Humus de Lombriz, Lombricultura en Ecuador. Copyright © 2011 Bioagrotecsa Cía. Ltda. Ambato, Ecuador. Disponible en <http://www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html>.
20. BOLLO, E. 2006. Principales forrajes para la alimentación Ganadera en Colombia. 1ra edición. Nariño, Colombia. Edit. Méndez. pp. 322 - 351.
21. BONGCAM, E. 2003. Guía para compostaje y manejo de suelos. Bogotá, Colombia. Edit. Intergráficas. pp 120 – 140.
22. BOULTER, J. I.; BOLAND, G. J. y TREVORS, J. T. 2000. Compost: a study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. World Journal of Microbiology and Biotechnology. vol. 16, pp. 115-134.
23. BRECHELT, A. 2004. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina.
24. BROCKMAN, J.S.; SHAW, P.G. AND VOLTON, K.M. (1970) Journal of Agriculture Science. pp 331-336.
25. BUČIENĖ, A., et al. 2003. Changes in soil properties under high- and lowinput cropping systems in Lithuania. Soil Use Manage. Vol 19, pp 291-297.
26. CABALCETA, G. 1999. Fertilización y nutrición de forrajes de altura. Universidad de Costa Rica. XI Congreso Nacional Agronómico / III

Congreso Nacional de Suelos. Conferencia 80. San José, Costa Rica. 16 pp.

27. CABALLERO, R., y GOICOECHEA, E. L. 2011. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos, composición y valor nutritivo del raygrass italiano (*Lolium multiflorum*, variedad *Westerwoldicum*). pp 114-124.
28. CALVENTE, A. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana. Centro de altos estudios globales. Rosario, Santa Fe, Argentina. pp 1 – 7.
29. CANALS, R. PERALTA, J. y ZUBIRI E. 2009. Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica. Departamento de Producción Agraria. Herbario UPNA - Dpto. de Ciencias del Medio Natural. Universidad Pública de Navarra. E-31006 Pamplona (Navarra) – España. Disponible en http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Loli_mult_p.htm.
30. CANGIANO, C. 2009. Alfalfa la "reina" de las forrajeras. Monografía, INTA – EEA. Balcarce, Argentina. pp 1 – 2. Disponible en SITIO ARGENTINO DE PRODUCCIÓN ANIMAL. Repositorio Digital de Acceso Abierto.
31. CARÁMBULA, M. 1993. Cultivos forrajeros de alta eficiencia. Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Boletín de Divulgación N° 38. 1ra ed. Montevideo, Uruguay. Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. pp 9 – 19.
32. CARÁMBULA, M. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur, vol 1. 357 p.
33. CARVAJAL, C. 2010. Evaluación de diferentes niveles de compost generados a partir de la utilización de residuos orgánicos de la producción avícola y su aplicación en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 53 - 61.

34. CASTILLO, J., RIVAS, F. A., y ORTEGA, L. 2013. Establecimiento y manejo de praderas mixtas para bovinos en pastoreo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Centro de Investigación Regional Sureste. Mérida, Yucatán, México. 20 p.
35. CEGARRA, J. et al. 1993. Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos. 1ra ed. Córdoba, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 46-55.
36. CELADOR, V. 1976. Mezclas forrajeras y pratenses con semillas selectas. En: Agricultura, Revista agropecuaria. XXVIII suplemento al índice general de materias. Edit. Agrícola Española S. A. Caballero de García, Madrid, España. pp 750-755.
37. CERRATO, M.; LEBLANC, H. y KAMEKO, C. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. Tierra Tropical, vol. 3. pp 183-197.
38. CHAN, K. Y. 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity -implications for functioning in soils. Soil Tillage Res. 57. pp 179-191.
39. CHAVERRA, H. 2012. Mezclas de alfalfa y gramíneas en la Serie Sabana de Bogotá Tipo Franco Arcilloso. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Nacional De Agronomía. Medellín, Colombia. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/30464>.
40. CHUGÑAY, E. 2014. Evaluación productiva de una mezcla forrajera de medicago sativa (alfalfa) y lolium perenne (ray-grass) con diferentes abonos orgánicos (humus, compost, vermicompost y té de estiércol) en la comunidad de Llucud del Cantón Chambo. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 48-80.
41. CORBIT, R. 2003. Manual de referencia de Ingeniería Medioambiental. Madrid: Brage McGRAW-Hill Interamericana.

42. CORDOVEZ, M. 2009. Evaluación de diferentes niveles y tiempos de aplicación del abono orgánico Bocashi en la producción de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 48 - 51.
43. CRESPO, G., et al. 2005. El reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal: una contribución al conocimiento en Cuba. pp 9-13.
44. CUBERO, D. y VIEIRA, M. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿Compatibles con la agricultura? En III Congreso Nacional de Suelos. San José, Costa Rica. 67p.
45. DE FELIPE, M. 2004. Interacciones microorganismos-suelo-planta en la preservación del Medio Ambiente y la Salud. In Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia. Vol. 70, No. 3.
46. DE LA VEGA, M. 2005. Criterios para la formulación de mezclas forrajeras. Expodinámica Forrajera. Sociedad Rural de Olavarría, Buenos Aires, Argentina. pp 1 – 3.
47. DE LUNA VEGA, A., et al. 2011. Evaluación de diferentes compostas tipo Bocashi elaboradas con estiércol de bovino, cerdo, ovino y conejo. Universidad de Guadalajara. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. División de ciencias agropecuarias. Guadalajara, México. pp 1 – 4.
48. DE LUNA, V, A. y VÁZQUEZ, A, E. 2009. Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. pp 4-12.
49. DEL POZO, M. 1999. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. 3ra ed. Madrid, España. Editorial Mundi – Prensa. pp 45-50.

50. DELGADO, R. y SALAS, A. 2006. Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*. vol. 56. pp 289-323.
51. DÍAS, M. y GAMBAUDO, S. 2007. Fertilización y encalado en alfalfa. El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Buenos Aires: INTA. Cap. 11. pp 227-246.
52. DÍAZ, R. y SUÁREZ, A. 2001. Evaluación de tres dosis de Bocashi en el cultivo de lechuga tipo romana en La Esperanza, Honduras. PROYECTO DEMOSTRATIVO DE AGRICULTURA LA ESPERANZA. p 33.
53. DONOSO, A. et al. 2002. Proyecto micro empresarial de producción de humus de lombriz en la provincia del guayas. ESPOL. Guayaquil, Ecuador. pp18.
54. DOS SANTOS, L. et al. 2010. Sustainable vegetable crop supply problem. *European Journal of Operational Research*. pp 639-647.
55. DUGARTE, M. y OVALLES, L. 1991. La producción de pastos de altura. kikuyo y ryegrassperenne en el estado Mérida. FONAIAP-Estación Experimental Mérida. Programa Pastizal. Mérida. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd36/texto/produccionpastos.htm.
56. Echeverría, J. et al. 2009. Contribución al estudio del uso de los abonos orgánicos en la fertilización de cultivos forrajeros tropicales. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. pp 133-137.
57. ECUADOR, BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Bases de datos de comercio exterior. 2015.
58. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2015. Resultados del análisis del suelo del área experimental. Departamento de suelos, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.

59. EGHBALL, B. GINTING, D. y GILLEY J. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. University of Nebraska. Lincoln, USA. pp 442-447.
60. ESCALANTE, M. 2005. Acumulación de biomasa aérea en rebrotes de alfalfa en Balcarce. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Balcarce. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional El Rosario. Buenos Aires - Argentina. pp 42 - 50.
61. ESPAÑA, M. y LÓPEZ, M. 2003. Dehydrogenase activity the soil with different type of residue in acid savannahs of Venezuela. En: V Congreso Venezolano de Ecología. Isla Margarita-Venezuela.
62. ESPINOZA, B. Y PORRAS, H. 2011. Elaboración de Bocashi a partir de bagazo de caña de azúcar y comparación de su efecto en parcelas de pasto. Tesis de grado, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay. Cuenca-Ecuador. pp 28-63.
63. Estrada de Luis, I. y Gomez, J. 2006. La valorización del compost. Proyecto Biometanización, Valorización de los residuos a través de la producción de Biogás. Biomasa Peninsular. Madrid- España.
64. F.A.O. Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986.
65. FARIA, S. et al. 1989. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. New Phytologist. pp 607-619.
66. FERNÁNDEZ, G. et al. 2011. Investigaciones preliminares sobre tipos de *Trifolium pratense* L. en poblaciones naturales de Asturias. pp 195-206.
67. FIGUEREDO, B. y ISER, T. 2005. Los ovinos. Una producción de bajos insumos. RedVet, Revista Electrónica de Veterinaria. pp 1-19.
68. FLORES, E., ÑAUPARI, J., y CRUZ, J. 2007. Composición química de la dieta, ingesta de forraje y estatus nutricional de vacunos en praderas cultivadas altoandinas de la región Pasco. Universidad Nacional Agraria la Molina. ANALES CIENTIFICOS U.N.A. vol. L. p 164.

69. FORMOSO, F. 2012. MANEJO DE ALFALFA PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE. INIA La Estanzuela. Montevideo, Uruguay. Disponible en TECNOLOGÍA EN ALFALFA (Boletín de Divulgación Número 69). pp 53 – 60.
70. FÚNEZ, M. 2001. Efecto de la aplicación de tres dosis de Bocashi y una dosis de compost en los rendimientos del maíz dulce c.v. Don Julio cultivado bajo sistema orgánico. FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA. Comayagua, Honduras.
71. GANCINO, P. y EFRAÍN, E. 2014. Efecto de cuatro láminas de riego y tres niveles de fertilización nitrogenada en la productividad de la mezcla forrajera del CADET (2do año) Tumbaco, Pichincha, Ecuador.
72. GARCÍA, F. y PICONE L. 2004. Fosforo: Dinámica y manejo en sistemas de siembra directa. Informaciones Agronómicas. N.-55 OCTUBRE - INPOFOS (Ecuador).
73. GARCÍA, J.R., CUESTA, M. y PEDROSO, R. 2005. Administración de sulfato de cobre sobre la hemoquímica, hematología y bioactividad del líquido ruminal en vacas. Rev. MVZ-Córdoba. pp 639.
74. García-Álvarez, A. et al. 2004. Effect of agricultural management on soil nematode trophic structure in a Mediterranean cereal system. Applied Soil Ecology. pp 197 – 210.
75. GÉLINAS, P. et al. 2009. Wheat cultivars grown under organic agriculture and the bread making performance of stone-ground whole wheat flour. International Journal of Food Science and Technology. pp 525-530.
76. GILL, M. y BRAR L. 2005. Cropping systems diversification opportunities and conservation agriculture. In: Abrol, I. P., R. K. Gupta and R. K. Malik (eds.). Conservation agriculture status and prospects. Centre for Advancement of Sustainable Agriculture. New Delhi, India. pp 64-71.
77. GODOY, C. G., et al. 2003. Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. Campo

Experimental La Laguna. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. pp 110 – 115.

78. GOMERO, O. y VELÁSQUEZ, A. 2010. Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, experiencias y técnicas. 1ra ed. Lima, Perú. Edit. Gráfica Sttefany S.R.Ltda. pp 170-177.
79. GÓMEZ, D. y VÁSQUEZ, M. 2011. Abonos orgánicos. Programa Pyme Rural. Fundación Suiza de cooperación para el desarrollo técnico. Tegucigalpa, Honduras. pp 2 - 20.
80. GONZÁLEZ, M. et al. 2007. Propiedades hidrofísicas del humus de lombriz para su uso como sustrato. Revista Agrotecnia de Cuba. pp 1-4.
81. GRIJALVA, J., ESPINOSA, F. y HIDALGO, M. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias (INIAP). Asociación de ganaderos de la sierra y oriente. Sociedad alemana de cooperación técnica. Santa Catalina, Pichincha, Ecuador. Archivo Histórico. pp 1 – 53.
82. GROS, A. y DOMÍNGUEZ, A. 1992. Abonos, guía práctica de la fertilización. 8va. ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 450 p.
83. GUEVARA, G. 2011. Evaluación de tres abonos líquidos foliares enriquecido con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de *Medicago sativa* y *Arrhenatherum elatius*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 28 – 58.
84. GUZMÁN J. 1988. Pastos y forrajes de Venezuela – Producción y aprovechamiento. 2da Ed. Caracas - Venezuela. Eedit. Espasande. 132 p.
85. HANS, J. 2000 *Microbiology of Composting*. Ober Ramstad. Germany
86. HAUG, R. 1993. *Practical Handbook of Compost Engineers*. 1ra ed. California

– USA. Edit. Lewis Publishers. pp 5-16.

87. HERBEL, C. 1983. Principles of intensive improvements. *Journal of Range Management*. pp 140-144.
88. HERNÁNDEZ, D. 2013. La alfalfa en la alimentación del ganado. Disponible en <http://alimentacionderumiantes.blogspot.com/2013/03/la-alfalfa-en-la-alimentacion-del-ganado.html>
89. HIGUERAS, P. y OYARZUN, R. 2010. Mineralogía y procesos de contaminación de suelos, Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, Escuela Universitaria Politécnica de Almadén, Universidad de Castilla-La Mancha. Almadén, España.
90. HODGSON, J. 2004. Producción y manejo de praderas de clima templado. New Zeland. NZ. The British Grassland Society. pp 17-41.
91. HOLMES, W. 1980. *Herbage Abstracts*. Edit. CAB International. pp 265-277.
92. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 2003. Resolución ICA No. 150 del 21 enero 2003. pp 1 – 18.
93. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 2013. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Ambato: INEC-ESPAC.
94. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI). 2015. Anuario meteorológico. Estación Meteorológica Cunchibamba-ITALAM.
95. IZAGUIRRE, P. 1995. Especies indígenas y subespontáneas del género *Trifolium* (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. Serie Técnica no. 58. pp 22.
96. JAHN, B., VIDAL, V. y SOTO, O. 2000. A milk production system based on lucerne (*Medicago sativa*) and corn (*Zea mays*) silage in the central south zone. En: *Agricultura Técnica*, Vol. 60, No. 1, 2002. pp 43-51.

97. JAHN, E. 1983. Evaluación de mezclas de trébol blanco ladino y trébol rosado para ganado lechero. Agricultura Técnica, Chile. pp 263-266.
98. JIMÉNEZ, J. 2012. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO. FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. UTILIZACION CONTROLADA DE FERTILIZANTES Y ABONOS ORGANICOS EN CULTIVOS FORRAJEROS.
99. JOHNSTON, A., POULTON, P. y COLEMAN, K. 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbón dioxide fluxes. Adv. Agron. pp 1-57.
100. JORGE, R. y OLIVIA, R. 2007. El compostaje y su utilización en agricultura. Dirigido a pequeños(as) productores(as) pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina. 1da ed. Santiago, Chile. Edit. Salviat Impresores. p 35.
101. KIM T. et al. 2003. P effects on N uptake and remobilization during regrowth of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). Environmental and Experimental Botany. pp 233-242.
102. LABRADOR, J. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. 2da ed. Madrid, España. Edit. Mundi-prensa. pp 12-36.
103. LEÓN, C. 1999. Producción y utilización de los pastizales de la zona altoandina. 1ra ed. Pichincha, Ecuador. Edit. Red de Pastizales Andinos. p 32.
104. LEÓN, R. 2008. Pastos y Forrajes – Producción y manejo. 2da ed. San Golquí, Pichincha, Ecuador. Edit. Ediciones Científicas Agustín Alvareza. Cía. Ltda. pp 1-145.
105. LLIVE, F., et al. 2015. Vulnerabilidad y dependencia internacional de fertilizantes en el Ecuador. Instituto de Altos Estudios Nacionales, Centro de Prospectiva Estratégica. Documento de Trabajo 2015_04. pp 1 – 28.

- 106.LOAIZA, J. 2005. Compostaje y humus de lombriz. 2da ed. Bogotá, Colombia. Edit. Lexus. pp 68-69.
- 107.LÓPEZ, M. 2003. Fertilidad de suelos. V curso sobre producción de sorgo. ASOPORTUGUESA-INIA. Araure, Portuguesa del 24 al 28 de marzo de 2003.de febrero. pp 61-69.
- 108.LÓPEZ. A. 2011. Evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del Medicago sativa (alfalfa). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 45–50.
- 109.LUGO, S. y GITSCHER, H. 2005. Evaluación de los proyectos de compostaje en el Ecuador. Fundación Natura –Repamar- Cepis GTZ. Quito, Ecuador. En: Revista Enfoque UTE. Volumen 3 - Número 1. pp 25-36.
- 110.LYNCH, D. 2009. Environmental impacts of organic agriculture: A canadian perspective. Can. J. Plant Sci. pp 621-628.
- 111.MACDIARMID, B. y WATKIN, B. 1972. The cattle dung patch. Grass and forage science. pp 43-47.
- 112.MADRIÑAN, R., RODRIGUEZ, J. y RUEDA, G. 2012. Efecto de la aplicación de compost en algunas propiedades químicas de un suelo typic haplustoll en el valle del cauca. Acta Agronómica. Edición Especial. Valle del cauca, Colombia. Vol. 61. núm. 5. pp 120-128.
- 113.MARSH, R. y CAMPLING, R. 1970. Fouling of pastures by dung. Herbage Abstracts. pp 123-130.
- 114.MEDINA, L., MONSALVE, Ó. y FORERO, A. 2010. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. En: Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá Colombia. Vol. 4, No. 1. - pp 109 – 125.
- 115.MÉNDEZ, O. et al. 2012. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Gayana Bot. pp 49-54.

- 116.MENÉNDEZ, J. 2006. *Lolium perenne* L. Astura. com. No. 83 (en línea) Revisado el 10-04-2015. Disponible en: <http://www.asturnatura.com/especie/lolium-perenne.html>.
- 117.METHOL, R. y SOLARI, J. 1994. Dinámica de la implantación de leguminosas sembradas en cobertura bajo diferentes manejos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
- 118.MINSON, D. J. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Acad. Press. San Diego, California. 463 p.
- 119.MOLINA, C. 2010. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en la producción de forraje de una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) y *Dactylis glomerata* (pasto azul), en el cantón Mocha, parroquia la Matriz. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 50 – 52.
- 120.MOLITERNO, E. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. Facultad de Agronomía, Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Paysandú, Uruguay. En: *Agrociencia*. Montevideo, Uruguay. Vol. 6, No. 1. pp 40 – 52.
- 121.MOMBIELA, F. 1986. Importancia del abonado en la producción de los pastos de la zona húmeda española. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, Xunta de Galicia, La Coruña, España. En: *Pastos*, Vol. 16, No. 2. pp 27-55.
- 122.MORALES, T. 2000. Comportamiento animal, conducta ingestiva y calidad forrajera en un sistema silvopastoril de sucesión natural para la producción de leche. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical opción Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. En: *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Vol. 1, No. 1. p 37.

- 123.MOREY, M. 1974. Ecología del género *Trifolium* en relación con el pH del suelo en la Provincia de Guadalajara. En: Revista Pastos. Vol. 4, No 2. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. pp 209-219.
- 124.MUÑOZ, J. (2005). Tecnología apropiada para el manejo de residuos orgánicos y su contribución a la solución los problemas medio ambientales. Trabajo de grado. Carrera de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. pp 39 – 64.
- 125.MURGUEITIO, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. En: Livestock Research for Rural Development. Vol. 15, No. 10. pp 1-16.
- 126.MURILLO, J. 2000. Evaluación de la adaptación y potencial forrajero de 21 cultivares comerciales de leguminosas forrajeras en la hacienda “El Prado”. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Pichincha, Ecuador. pp 51 – 73.
- 127.MUSLERA E. y RATERA. C.1991. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. 2da ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa S.A. pp 15-55.
- 128.NATIONAL ORGANIC PROGRAM (NOP). 2002. Reglamento final del programa nacional orgánico. 7CFR Parte 205-Programa Nacional Orgánico. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Washington, DC, USA.
- 129.NAVARRO, S. y NAVARRO, G. 2003. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2da ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa Libros. pp 251 – 432.
- 130.OCHOA, J. 2009. Beneficios que ofrece el humus de lombriz a los cultivos. 2da. ed. Cali, Colombia. Edit. Gamusa. pp 34-35.

131. OPAZO, M. 1991. Manual para el tratamiento integral de la basura reciclaje y producción de compost. 1ra ed. Bogotá, Colombia. Edit. Fondo Rotario. pp 26-30.
132. ORGANIC CROP IMPROVEMENT ASSOCIATION INTERNATIONAL (OCIA). 2005. Estándares Internacionales de Certificación. OCIA Internacional. Lincoln, NE, USA.
133. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2012. Ecología y Enseñanza Rural. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Estudio FAO Montes 131. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm>.
134. ORTEGA, F., et al. 1998. Advances in red clover breeding in Chile. In: Fifteenth Trifolium Conference. Madison, Wisconsin, USA. p 16.
135. OUÉDRAOGO, E., MANDO, A. y ZOMBRÉ, N. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment. vol. 84, no. 3, pp 259-266.
136. PALADINES, O. 2001. Factores que determinan la producción primaria de los pastizales en el ecosistema húmedo Altoandino de la sierra ecuatoriana en especial de la provincia del Carchi. Quito, Ecuador. Edit. CIP. p 7.
137. PALADINES, O., 2004. Manejo de la fluctuación estacional en la producción de los pastizales. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. pp 1-2.
138. PARRA PENAGOS, C. y HERRERA RODRÍGUEZ, J. 2011. Situación actual de la comercialización del abono orgánico Bocashi en el Sugamuxi. Cuadernos de Administración. pp 141-154.
139. PICADO, J. y AÑASCO, A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie agricultura No. 8. San José, Costa Rica. Edit. Corporación educativa para el desarrollo costarricense. pp 12 - 66.

140. PILCO, Z. 2005. Comportamiento dinámico de las principales especies forrajeras de la sierra bajo pastoreo. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. Machachi, Pichincha, Ecuador. pp 45 -57.
141. PRIVITELLO, L., ORIVE, J. y ROSA, S. 2010. Implantación de pasturas perennes megatérmicas en un pastizal natural del área medanosa de San Luis, Argentina. Universidad Nacional de San Luis. Villa Mercedes, San Luis, Argentina. En: Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 44, No. 2. pp 179 – 184.
142. PUCHADES, J. 2001. Empleo de cubiertas vegetales en cítricos. La Huerta y el Campo. Valencia, España. Disponible en: <http://www.docum.com/huerta/index.htm>.
143. RAMÍREZ, J. et al. 2012. Efecto de la fertilización orgánica en la producción de semillas de *Andropogon gayanus* cv. CIAT-621 y *Pueraria phaseoloides* cv. CIAT-9900. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Cascajal. La Habana, Cuba. En: Pastos y Forrajes, Vol. 25, No. 2. pp 81 – 85.
144. RAMÍREZ, M. C. et al. 2000. Época de corte y composición nutricional, sitio y grado de digestión de Ballico anual (*Lolium multiflorum*) en novillos. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. En: Agrociencia. Vol. 34, No. 4. Colegio de Postgraduados Texcoco, México. pp. 413-422.
145. RAMÍREZ-BUILES, V. y DUQUE, N. 2010. Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Santa Rosa de Cabal. Risaralda, Colombia. En: Acta Agronómica, vol. 59, No. 2. pp 155-161.
146. RAMOS, D. y ALFONSO, E. 2014. Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like nutritional alternative for soil and plants. En: Cultivos Tropicales. Vol. 35, No. 4. pp 52-59.

- 147.RESTREPO, J. 1996. Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil. pp 21-24.
- 148.RESTREPO, J. 2010. A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit. Feriva S.A. 86 pp.
- 149.RIVEROS, A. 2006. Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América Latina y el Caribe. XVII Reunião Internacional da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical. Joinville, Santa Catarina, Brasil. pp 234-240.
- 150.RODRÍGUEZ, J. 1993. Fertilizantes y Enmiendas Orgánicas, pp. 99-125. En: Manual de Fertilización. Colección en Agricultura. Ed. José Rodríguez y Julio Donoso. 362 pp.
- 151.RONEN, E. 2007. Microelementos en la agricultura. Red Hidroponía. Lima-Perú. Boletín No 38. pp 2 – 11.
- 152.SALAMANCA, R. 1990. Pastos y Forrajes, Producción y Manejo. Universidad Santo Tomás. 2da. Ed. Bogotá, Colombia. pp 149 - 161.
- 153.SALAS, R. y CABALCETA, G. 2010. Manejo del Sistema Suelo–Pasto: partida para la producción de forrajes. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp 7.
- 154.SANDHU, H., WRATTEN, S. y CULLEN. R. 2010. Organic agriculture and ecosystems services. Environ. Sci. vol. 13. pp 1-7.
- 155.SARDIÑA, C. y BARRACO, M. 2012. Fertilización de pasturas de alfalfa en producción. INTA EEA General Villegas. Memoria Técnica 2011-2012. pp 2 – 16.
- 156.SHONING, E. y WICHMANN, W. 1990. Abonos orgánicos no son alternativas para los abonos minerales en las regiones en desarrollo. BASF Reportes Agrícolas. Soil Association, Vol. 2. pp 8-12.
- 157.SIAU, G. y VENEGAS, R. 1994. Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Centro latino

- americano de desarrollo sustentable (CLADES). En: Agroecología y desarrollo, vol. 7. pp 2 – 12.
158. Simón, L. et al. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. Estación Experimental “Indio Hatuey”. Central España Republicana, Matanzas, Cuba. En: Pastos y Forrajes, vol. 28. pp 1-17.
159. SMIL, V. 2000. Feeding the World. A Challenge for the Twenty-First Century. MIT Press, Cambridge, MA, USA. pp 1- 5.
160. SOMARRIBA, R. y GUZMÁN, G. 2004. Análisis de la influencia de la cachaza de azúcar y estiércol de bovino como sustrato de lombriz roja californiana para producción de humus. Trabajo de diploma. Facultad de desarrollo rural. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp 23 - 36.
161. SOTO, G. y MELÉNDEZ, G. 2004. Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. En: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. San José, Costa Rica. No. 72. pp. 91-97.
162. SOTO, P. 1996. Consideraciones para elegir una especie o mezcla forrajera. En: Praderas para Chile, capítulo VI. 2da ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. pp 144 – 147.
163. SUTTIE, J. 2003. Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Capítulo VI, Cultivos para heno-Leguminosas forrajeras y legumbres. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 29. Roma, Italia. pp 93 – 119.
164. TÉLLEZ. M.V. 1999, Los abonos agro ecológicos, un camino al desarrollo rural. Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. pp 12-16.
165. THE FERTILIZER INSTITUTE (TFI). 2012. What is the Role of Fertilizer in Today’s Society. Washington, D.C., USA. Disponible en: <<http://www.tfi.org/voice/what-role-fertilizer-today's-society>>, revisado el 27-02-2015.

166. THORUP, K. et al. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. In: Adv. Agrn. Vol. 79, pp 228-302.
167. TORRES D., FLORENTINO, A. y LÓPEZ, M. 2005. Pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía en un suelo ULTISOL degradado bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal en Chaguaramas-Guárico. INIA. Aragua, Venezuela. En: Agronomía Tropical. Vol. 55. No. 4. pp 457 – 492.
168. TORRES, I. 1987. Role of woody perennials in animal agroforestry. In: Profesional education in agroforestry. Edit. E. Zulberti. Nairobi, Kenia. pp 266 - 316.
169. URIBE, L. 2003. Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. En: Ed. Meléndez, G. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 165 - 184.
170. VÁSQUEZ, D. 2008. Producción y evaluación de cuatro bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador pp 52 – 66.
171. VELASCO M., HERNÁNDEZ A. y GONZÁLEZ V. 2007. Cambios en Componentes del rendimiento de una pradera de Ballico perenne, en respuesta a la frecuencia de corte. En: Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 30 No. 1. Sociedad mexicana de Fitotecnia A.C., Chapingo, México. pp 79 - 87.
172. VELASCO M. et al. 2002. Curvas estacionales de crecimiento de Ballico perenne. En: Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 25 No. 1. Sociedad mexicana de Fitotecnia A.C., Chapingo, México. pp 97 - 106.
173. VÉLEZ M., et al. 2002. Producción de Ganado lechero en el trópico. 4ta ed. Tegucigalpa, Honduras. Edit. Zamorano Academic Press. pp 253 - 312.

174. VIERA, W. y BERNAL, G. (2004). Determinación de la calidad microbiológica del compost para la producción ecológica de cultivos en la región interandina. Departamento de Protección Vegetal, INIAP. Pichincha, Ecuador. pp 1 – 9.
175. VIGNA, M. et al. 2008. Estudios de curvas dosis-respuesta de poblaciones de *Lolium multiflorum* a glifosato en el SO de Buenos Aires. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: Seminario internacional “Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables”. Montevideo, Uruguay, 2008. pp 55 – 60.
176. VIGNA, M., LÓPEZ, R. y RAMÓN, G. 2013. Situación de la problemática y propuesta de manejo para *lolium* y *avena fatua* resistentes a herbicidas en el sur de buenos aires. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables. Montevideo, Uruguay. Edit. Amalia Ríos, 2013. pp 75 – 81.
177. WHITEHEAD, D. 2000. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships. Wallingford: CABI Publishing. New York, USA. 369 pp.
178. WILLIAMS, T. 1980. In *Grass: Its Production and Utilization*. Edit. Holmes W. Oxford, Blackwell, USA. pp. 6-69.
179. YAGUE, J. 1987. La crianza de la lombriz roja. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras, N 1/87 H. D. Madrid, España. pp 1 – 28.
180. ZHANG, F. et al. 2008. Modeling fresh organic produce consumption with scanner data: a generalized double hurdle model approach. In: *Agribusiness*. Vol. 24. Issue 4, pp 510-522.