



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

“EVALUACIÓN DE CUATRO DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS
(HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING), EN LA
PRODUCCIÓN PRIMARIA FORRAJERA DE LA *Brachiaria brizantha*”

TESIS DE GRADO
Previa la obtención del título de:
INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR:
SHIRLEY CATHERINE CAMPOS NAULA

Riobamba – Ecuador
2010

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.Cs. Hugo Estuardo Gavilánez Ramos.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega., Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Cs. José Vicente Trujillo Villacís
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 14 de Febrero del 2011

AGRADECIMIENTO

“No temas que yo estoy contigo; no desmayes, que yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudaré, siempre te sustentare con la diestra de mi justicia.” Is. 41:10

Los grandes sueños se logran con grandes sacrificios, con perseverancia y dedicación, no importa si en el camino se presentan dificultades, o tomamos decisiones equivocadas, pues es de humanos errar, pero de valientes sabes levantarse y seguir, dejando atrás las derrotas, aprendiendo de ellas y prosiguiendo a la victoria.

Quiero expresar mis profundos agradecimientos a Dios, que me dio la vida, la fortaleza para seguir aún en medio de la adversidad, y poder culminar una etapa más de mi vida.

A mi padre Luis Campos, por haber depositado toda su confianza y haber creído en mi a pesar de las tantas veces que e fallé, en él pude ver que el amor vence multitud de errores.

A mi madre María Naula, quien a sido mi amiga, mi consejera, ejemplo de vida y sacrificio, a mi amada Kamila, que es el regalo mas hermoso que Dios me dio, y que ha sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante.

A mi amado esposo Edison Torres, quien con su amor y apoyo, formo parte importante en la 5realizacion de mis sueños, ejemplo de paciencia y comprensión.

A mis hermanas Maritza e Hipatia Campos a quienes agradezco su apoyo tanto económico y moral.

A mis amigos de VVP, que demostraron ser verdaderos y en quienes pude ver y sentir el profundo e infinito amor de Dios.

A Amanda, mi fiel e incondicional amiga, en ella pude escribir acertadamente lo que dice la palabra, que existen amigos más unidos que un hermano.

DEDICATORIA

“Si puedes creer, al que cree todo le es posible “.Mr. 9:23

Este trabajo no se hubiera tornado realidad, si no fuera por la ayuda y esfuerzo incondicional y desinteresado de las personas que mas amo y considero por tal motivo se lo dedico a: Luis Campos y María Naula, mis padres, Edison Torres, mi esposo, Laura Salazar y Leonardo Torres, mis suegros, Martha Ortiz y Samuel Quila mis grandes amigos.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. <i>Brachiaria brizantha</i>	3
1. <u>Origen</u>	3
2. <u>Descripción y características</u>	3
3. <u>Manejo durante el primer año</u>	6
4. <u>Producción y calidad forrajera</u>	6
B. MANEJO DE PASTURAS	8
1. <u>Importancia</u>	8
2. <u>Fertilización de forrajeras</u>	8
3. <u>Requerimientos nutritivos de las plantas</u>	9
C. ABONOS, FERTILIZANTES Y CORRECTORES DEL SUELO	10
1. <u>Generalidades</u>	10
2. <u>Función de los abonos</u>	11
3. <u>Clasificación de abonos</u>	11
a. Abonos inorgánicos	11
b. Abonos orgánicos	12
4. <u>Presentación de los abonos</u>	13
a. Sólidos	13
b. Líquidos	14
c. Gaseosos	15
5. <u>Propiedades químicas</u>	15
D. ABONO ORGÁNICO	16
1. <u>Definición</u>	16
2. <u>Importancia</u>	16
3. <u>Propiedades</u>	17
a. Propiedades físicas	18

b.	Propiedades químicas	18
c.	Propiedades biológicas	19
4.	<u>Factores de paralización de la actividad biológica de los abonos orgánicos</u>	20
5.	<u>Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos</u>	20
E.	EL HUMUS	21
1.	<u>Características</u>	21
2.	<u>Tipos de humus</u>	22
a.	Humus viejo	22
b.	Humus joven	22
3.	<u>Composición</u>	23
4.	<u>Beneficios</u>	23
5.	<u>Dosificación</u>	26
6.	<u>Formas de aplicación</u>	26
F.	BOKASHI	27
1.	<u>Definición</u>	27
2.	<u>Características</u>	27
3.	<u>Diferencia entre bokashi y compost</u>	28
4.	<u>Ventajas</u>	28
5.	<u>Desventajas</u>	29
6.	<u>Preparación</u>	29
7.	<u>Usos</u>	30
8.	<u>Dosificación</u>	31
G.	VERMICOMPOST	31
1.	<u>Definición</u>	31
2.	<u>Cambios durante el proceso de vermicompostaje</u>	32
3.	<u>Importancia</u>	33
4.	<u>Características y propiedades</u>	34
5.	<u>Materiales para la preparación del vermicompostaje</u>	35
6.	<u>Composición química</u>	36
7.	<u>Criterios de calidad</u>	36
8.	<u>Manejo</u>	37
9.	<u>Usos</u>	37
10.	<u>Dosis recomendadas</u>	38

H. CASTING	38
1. <u>Definición</u>	38
2. <u>Propiedades</u>	39
a. Propiedades químicas	39
b. Propiedades físicas	40
3. <u>Beneficios que aporta el casting a los suelos</u>	40
4. <u>Proceso de transformación del material orgánico a casting</u>	42
5. <u>Composición química</u>	42
6. <u>Dosis recomendadas</u>	42
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	44
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	44
1. <u>Condiciones meteorológicas</u>	44
2. <u>Características del suelo</u>	44
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	45
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	45
1. <u>Materiales</u>	45
2. <u>Equipos</u>	46
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	46
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	47
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	47
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.	48
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	48
1. <u>Análisis del suelo</u>	48
2. <u>Altura de la planta</u>	48
3. <u>Porcentaje de cobertura basal y aérea</u>	49
4. <u>Producción de forraje verde y materia seca</u>	49
5. <u>Beneficio/costo</u>	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN	50
1. <u>Altura de la planta</u>	50
2. <u>Número de tallos por planta</u>	53
3. <u>Número de hojas por tallo</u>	53
4. <u>Cobertura basal</u>	54

5.	<u>Cobertura aérea</u>	55
6.	<u>Producción de forraje verde</u>	55
7.	<u>Producción de forraje en materia seca</u>	57
B.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> EN EL SEGUNDO CORTE DE EVALUACIÓN	60
1.	<u>Altura de la planta</u>	60
2.	<u>Número de tallos por planta</u>	62
3.	<u>Número de hojas por tallo</u>	62
4.	<u>Cobertura basal</u>	63
5.	<u>Cobertura aérea</u>	63
6.	<u>Producción de forraje verde</u>	64
7.	<u>Producción de forraje en materia seca</u>	65
C.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> PROMEDIO DE DOS CORTES CONSECUTIVOS DE EVALUACION	67
1.	<u>Altura de la planta</u>	67
2.	<u>Número de tallos por planta</u>	67
3.	<u>Número de hojas por tallo</u>	70
4.	<u>Cobertura basal</u>	70
5.	<u>Cobertura aérea</u>	72
6.	<u>Producción de forraje verde</u>	75
7.	<u>Producción de forraje en materia seca</u>	77
D.	CALIDAD DEL SUELO AL FINAL DE LA EVALUACIÓN	77
E.	ANÁLISIS ECONÓMICO	80
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	82
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	83
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	84
	ANEXOS	87

RESUMEN

En la Estación Experimental Pastaza, perteneciente a la ESPOCH, se evaluó el efecto de los abonos orgánicos humus, bokashi, vermicompost y casting, aplicados en dosis de 4 tn/ha, en el comportamiento de la *Brachiaria brizanta*, los cuales fueron comparados con un tratamiento control (sin abono orgánico), empleándose para la investigación 15 parcelas de 12 m², bajo un DBCA. Los resultados experimentales obtenidos se sometieron al análisis de la varianza para las diferencias y separaciones de medias de acuerdo a la prueba de Tukey. Determinándose en el primer corte diferencias estadísticas significativas en la cobertura aérea (94.11%) con el empleo de humus y la producción de forraje verde (85.00 tn/ha/año) con el vermicompost, en cambio los otros parámetros considerados no presentan diferencias estadísticas, alcanzando el pasto alturas de plantas de hasta 65,39 cm, 7.99 tallos /planta, 5.67 hojas/tallo, coberturas basales de 76.33% y una producción de forraje en materia seca de 18.38 tn/ha/año. En el segundo corte de evaluación, no se registraron diferencias encontrándose respuestas hasta de 68.51 cm de altura de la planta, 7.42 tallos/planta, 5.67 hojas/tallo, 84.61 % de cobertura basal, 98.75 % de cobertura aérea; con el vermicompost se alcanzó la mayor producción de forraje verde (85 Tn/ha/año) y en materia seca (18.38 tn/ha/año). Con relación al suelo, la adición de los abonos orgánicos reduce el pH, la humedad y la presencia de K₂O, en cambio se elevan los contenidos de NH₄, P₂O₅ y MgO, por lo que se recomienda utilizar el vermicompost 4 Tn/ha ya que se alcanzó una mayor producción de forraje verde.

ABSTRACT

Pastaza Experimental Station belonging to the ESPOCH, the effect of manure humus, bokashi, vermicompost and casting was evaluated applying in doses of 4 tn/ha in *Brizanta brachiaria* behavior, which were compared with control treatment (no compost), 15 research plots of 12 m² were used under a DBCA. The experimental results were subjected to analysis of variance for mean differences and separations according to the Tukey test.

At the first cut, significant statistical differences were determined in canopy cover (94.11%) with humus usage and forage production (85.00 th/ha year) in vermicompost, whereas the other parameters considered were not statistically different reaching plant grass heights to 65.39 cm, 7.99 plant/stems, leaves/stem 5.67, 76.33% basal cover and forage production in dry matter Tn/ha 18.38 per year. In the second evaluation cut, there were no statistical differences in answers up to 68.51 cm plant height, plant/stems, 7.42, 5.67 leaves/stem, basal cover 84.61%, 98.75% of air cover. Most forage production was got with the vermicompost (85 Tn/ha/year) and dry matter (18.38 tn/ha/year). About soil, addition of manure reduced pH, humidity and the presence of K₂O, however contents are elevated NH₄, P₂O₅ and MgO.

It is recommend to use the vermicompost 4 th/ha since it reached an increased green forage production.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DIFERENTES VARIEDADES DE BRACHIARIAS.	5
2.	CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE SEIS CULTIVARES DE BRACHIARIA SPP. (INSURGENTE, SEÑAL, HBA – 4062, HBA – 2094, MULATO).	7
3.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DIFERENTES ESPECIES DE BRACHIARIAS.	7
4.	CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ (CONTENIDOS EN MATERIA SECA).	24
5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL EL VERMICOMPOST.	36
6.	CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS VERMICOMPOSTS PARA SER USADOS COMO FERTILIZANTES.	37
7.	DOSIS RECOMENDADAS DE VERMICOMPOST PARA DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS.	38
8.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CASTING.	43
9.	DOSIS DE CASTING POR SUPEFICIE DE CULTIVO.	43
10.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.	44
11.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE LOS PASTIZALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.	45
12.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	46
13.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA.	47
14.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> EN EL PRIMER CORTE, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).	51
15.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> EN EL SEGUNDO CORTE, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).	61
16.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO <i>Brachiaria</i>	

	<i>brizantha</i> , POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).	68
17.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE LOS PASTIZALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.	78
18.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> , POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Altura de la planta (cm) del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	52
2.	Cobertura basal (%) del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	56
3.	Producción de forraje verde (Tn/ha/año) del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	58
4.	Producción de forraje en materia seca (Tn/ha/año) del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en el segundo corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	66
5.	Número de tallos por planta (Nº), promedio de dos cortes consecutivos del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	69
6.	Número de hojas por tallo (Nº), promedio de dos cortes consecutivos del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	71
7.	Cobertura basal (%), promedio de dos cortes consecutivos del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	73
8.	Cobertura aérea (%), promedio de dos cortes consecutivos del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).	74
9.	Producción de forraje verde (Tn/ha/año), promedio de dos cortes consecutivos del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> , bajo el efecto de la	

aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

76

- 10.** Producción de forraje en materia seca (Tn/ha/año), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

78

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Área experimental y distribución de los tratamientos experimentales
2. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
3. Análisis estadísticos de la altura de planta (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
4. Análisis estadísticos del número de tallos (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
5. Análisis estadísticos del número de hojas (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
6. Análisis estadísticos de la cobertura basal (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
7. Análisis estadísticos de la cobertura aérea (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
8. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (Tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
9. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
10. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
11. Análisis estadísticos de la altura de planta (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
12. Análisis estadísticos del número de tallos (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria*

- brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
13. Análisis estadísticos del número de hojas (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 14. Análisis estadísticos de la cobertura basal (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 15. Análisis estadísticos de la cobertura aérea (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 16. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 17. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 18. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha*, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting), promedio de dos cortes consecutivos.
 19. Análisis estadísticos de la altura de planta promedio (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 20. Análisis estadísticos del número de tallos promedio (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 21. Análisis estadísticos del número de hojas promedio (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 22. Análisis estadísticos de la cobertura basal promedio (%), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
 23. Análisis estadísticos de la cobertura aérea promedio (cm), del pasto

Brachiaria brizantha de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

24. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde promedio (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).
25. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca promedio (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, las praderas constituyen el principal alimento para los rumiantes, y en el trópico no es la excepción, sin embargo la baja calidad nutritiva de los pastos en ésta zona crea la necesidad de incursionar en la utilización de nuevas variedades, las mismas que cumplan con las exigencias de los animales en cuanto a valor nutritivo, y mejoren los parámetros productivos y reproductivos de los mismos. Para lograr esto, los agricultores han utilizado agroquímicos tradicionales generando múltiples problemas.

El uso exagerado de productos químicos, genera consecuencias desastrosas para el ambiente, pues algunos escurren al agua de ríos de donde se alimentan y/o viven una diversidad de seres; otros se pulverizan al aire y son tan fuertes que pueden permanecer mucho tiempo en los cultivos, lo cual trae como consecuencia inmediata el cambio del sabor final de algunos productos.

A lo anterior se debe sumar que muchos de estos insumos químicos son desarrollados en países con condiciones de suelo, agua y clima distintos al Ecuador, por lo que no se sabe que pueda pasar si se aplica en nuestras condiciones; es el riesgo de lo que se conoce como "mala transferencia de tecnología".

Actualmente, el éxito de los sistemas de producción, no se basan tan solo en los incrementos productivos y reproductivos de los animales, sino también en la conservación de los recursos naturales, que se han visto perjudicados, es por este motivo que en el área agropecuaria se tiene la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, con la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles, incursionando de esta forma en el uso de abonos orgánicos.

Los abonos de origen orgánico actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra pero también mejoran su condición física (estructura), aportan materia orgánica, bacterias beneficiosas y hormonas; por supuesto también fertilizan. Los abonos actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero.

ro y pueden aplicarse más frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales, por el contrario. Los abonos también calientan la tierra; en tierras donde no hay presencia orgánica suficiente, estas son frías y las plantas crecen poco y mal; por el contrario, en tierras porosas por la aplicación constante de abonos orgánicos, se tornan calientes y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas y pastos.

En estas circunstancias ha empezado a surgir cada vez con más fuerza una nueva corriente para la práctica de una Agricultura alternativa, cimentada en el concepto de la sostenibilidad y sustentabilidad de los ecosistemas productivos (agrícolas y forestales), que enfatiza en uso racional de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos y lógicamente excluyendo en lo posible el uso de agroquímicos de síntesis, dando así un impulso al uso de fertilizantes orgánicos, que en el presente caso, se evaluó los beneficios que brindan los abonos orgánicos al suelo y el comportamiento en la producción primaria forrajera de la *Brachiaria brizantha*, con la aplicación de cuatro diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar cuatro diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting), en la producción primaria forrajera de la *Brachiaria brizantha*.
- Estudiar el efecto de la aplicación de diferentes de abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting 4 Tn/Ha), en la producción primaria forrajera de la *Brachiaria brizantha*.
- Establecer su rentabilidad mediante el análisis beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. *Brachiaria brizantha*

1. Origen

<http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), reporta que la *Brachiaria brizantha* es una gramínea tropical permanente originaria de Rodesia, África. En la actualidad es la pastura mejorada más difundida y la que más se siembra en Brasil y en la Selva del Perú y de otros países con clima tropical. Fue introducido masivamente a la Selva Peruana con éxito en 1986, mediante siembra de semillas certificadas, y posteriormente por su elevada rusticidad en las zonas calurosas, en suelos de mediana a baja fertilidad, arenosa o pedregosa y con deficiencia de agua.

2. Descripción y características

Lascano, C. (2002), manifiesta que la *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne que crece formando macollas y puede alcanzar hasta 1.60 m de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica, lo cual favorece el cubrimiento y el desplazamiento lateral de la gramínea. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12 cm y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una o más inflorescencias provenientes de nudos diferentes, aunque la de mayor tamaño es la terminal.

<http://mundo-pecuario.com>. (2010), sostiene que la *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne provista de tallos más o menos erectos, puede llegar a medir 1.5 metros de altura. Forma macollas densas, vigorosas y pubescentes. Las hojas son lanceoladas y pilosas y su inflorescencia es un racimo. Crece rápidamente y produce forraje de buena calidad. Se deben manejar períodos de descanso de 60 días. En época de lluvias puede soportar 3 unidades animales por hectárea.

Roig, C. (2010), manifiesta que la *Brachiaria brizantha*, es una especie forrajera perenne, de hojas erectas, largas y altamente palatables, prospera en zonas con registros pluviométricos superiores a los 750 mm anuales. Se adapta a distintos tipos de suelo, tanto de texturas arenosas como pesadas y con alta capacidad de retención de humedad, como así también a suelos con pH ácido. Además presenta las siguientes características: este cultivar no tolera anegamientos; es altamente tolerante al salivazo y compite hábilmente con las malezas hasta erradicarlas; muestra capacidad de crecimiento en condiciones de sombra.

<http://www.fao.org>. (2010), indica que la *Brachiaria brizantha*, es una gramínea que crece formando macollas de 1.60 metros de altura. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia, alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2 cm de ancho. La inflorescencia en una panícula de 40 a 50 cm de longitud, con cuatro racimos de 8 a 12 cm con una sola hilera de espiguillas. Florece entre octubre y noviembre lo que permite utilizarla bajo pastoreo todo el invierno.

<http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), señala que la *Brachiaria brizantha*, es muy apreciada por los ganaderos por su adaptación a diferentes tipos de suelos (incluso pedregosos, arcillosos o arenosos) y climas, alto rendimiento en materia verde y elevado nivel de proteína. Su cobertura casi total del suelo y crecimiento agresivo controlan eficazmente las malezas reduciendo considerablemente el costo de mantenimiento y evitando la erosión. Sus mínimos requerimientos de agua hacen que permanezca siempre verde.

<http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), resume las características del pasto *Brachiaria brizantha*, en las siguientes:

- Nombre científico: *Brachiaria brizantha*.
- Nombre vulgar: *Brachiaria brizantha*.
- Tiempo de vida: pastura permanente (perenne).
- Hábito de crecimiento: forma mata o macollos ligeros.
- Relación tallo/hojas: elevado predominio de hojas.
- Producción de materia verde: hasta 180 toneladas/hectárea/año.
- Producción heno (tallos y hojas). hasta 54 toneladas/hectárea/año.

- Contenido de proteína cruda: de 10 a 16 % según edad al corte.
- Soportabilidad: hasta 5 cabezas adultas/hectárea/año.
- Condiciones ideales de suelo: mediana, alta fertilidad, bien drenados.
- Tolerancia/Resistencia: acidez, pisoteo, quema, hormigas, sombra, suelos pobres, sequía, salivazo.
- Palatabilidad: excelente para vacunos y rumiantes menores, baja para equinos.
- Digestibilidad (DIVMO): elevada (56 a 75 %).
- Densidad de siembra: 3 kg de semilla/ha.
- Tiempo de establecimiento: 120 días post emergencia.
- Temperatura: 20 a 35 °C.
- Precipitación: 900 a 1,200 mm/año.
- Altitud: de 0 a 1,800 metros sobre el nivel del mar.
- Corte o pastoreo: de 35 a 90 cm. de altura sobre el suelo.
- Utilización: pastoreo rotativo, al corte como pasto verde entero, heno, ensilaje.

Por su parte, Avellaneda, J. (2010), señala que las brachiarias presentan el comportamiento agronómico, que se reporta en el cuadro 1.

Cuadro 1. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DIFERENTES VARIEDADES DE BRACHIARIAS.

Variables	Variedades		
	Decumbens	Brizantha	Mulato
Altura (cm)	72.00	73.09	69.38
Longitud de raíz (cm)	22.39	23.62	26.92
Tallos por planta (Nº)	6.55	5.50	7.55
Hojas por planta (Nº)	26.60	20.50	28.70
Biomasa (kg MS/ha)	1154.40	1643.35	2001.60
Relación hoja tallo (Nº)	3.83	3.70	3.85

Fuente: Avellaneda, J. (2010).

3. Manejo durante el primer año

Roig, C. (2010), recomienda realizar el primer aprovechamiento a partir de los 120 días de realizada la siembra. Se debe realizar pastoreos superficiales, con moderada carga animal, teniendo en claro que el principal objetivo durante el primer año es asegurar la implantación de la pastura para obtener de ella el máximo beneficio en los años siguientes. Una vez implantado, a partir del segundo año, muestra una excelente adaptación al pastoreo intensivo, con una marcada capacidad de rebrote.

4. Producción y calidad forrajera

Lascano, C. (2002), indica que en diferentes sitios de Colombia, con fertilidad y clima contrastantes, los promedios de producción de MS variaron entre 25.2 y 33.2 t/ha por año de MS en cortes cada 8 semanas durante épocas seca y lluviosa, respectivamente. Estos rendimientos son superiores a los encontrados en *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (aproximadamente de 20 t/ha de MS) y con otras accesiones de *Brachiaria* evaluadas en los mismos sitios y en condiciones de manejo similares.

Roig, C. (2010), indica que la producción de la *Brachiaria brizantha*, puede oscilar entre los 8.000 y 10.000 kg de materia seca por hectárea y por año, dependiendo de la fertilidad del suelo y las precipitaciones. La digestibilidad promedio del forraje producido por esta especie es de 66%, con un rango que puede variar entre 56 y 75%, dependiendo de la edad del rebrote. El contenido de proteína bruta promedio es de 10%, oscilando entre 8 y 13%, según la edad del rebrote y la fertilidad del suelo (mayor contenido de Nitrógeno). A mayor contenido proteico del forraje, mayor respuesta animal.

<http://www.semillasmagna.com>. (2010), indica que con el pasto *Brachiaria brizantha*, produce entre 9 y 10% de proteína bruta y entre 8-10 toneladas de materia seca. Es recomendable para producción de leche y ceba intensiva.

Peralta, A. et al. (2007), con el propósito de caracterizar el desarrollo productivo,

en etapa de producción de gramíneas forrajeras tropicales, en el norte del Estado de Guerrero, México, evaluaron seis cultivares de *Brachiaria spp.* (Toledo, Insurgente, Señal, HBA-4062, HBA-2094, Mulato), encontrando los resultados que se reportan en el cuadro 2.

Cuadro 2. CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE SEIS CULTIVARES DE *Brachiaria spp.* (INSURGENTE, SEÑAL, HBA-4062, HBA-2094, MULATO).

Cultivar	Cobertura (%)	Altura (cm)	Rendimiento (kg MS/ha)
Señal	92.06	81.20	10,958.75
Insurgente	90.19	101.88	12,485.63
Mulato	86.25	88.63	12,871.57
HBA-4062	85.06	73.31	12,641.13
HBA-2094	84.06	72.63	10,785.16
Período de Rebrote			
Semana 3	63.44	61.09	4,476.56
Semana 6	88.47	98.84	10,907.89
Semana 9	99.56	118.38	14,856.64
Semana 12	100.00	132.22	21,387.13

Fuente: Peralta, A. et al. (2007).

En cambio, en <http://biblioteca.catie.ac.cr>. (2010), se indica que la producción de materia seca Tn/ha/año, varía de acuerdo a la especie de brachiaria, como se demuestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE DIFERENTES ESPECIES DE BRACHIARIAS.

Pasto	Cobertura (%)	Producción MS Tn/ha/año
<i>Brachiaria decumbes</i>	71.8	22,40
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	66.5	14,80
<i>Brachiaria humidicola</i>	77.6	15,20

Fuente: <http://biblioteca.catie.ac.cr>. (2010).

B. MANEJO DE PASTURAS

1. Importancia

Clarke, E. (2010), señala que hay varios objetivos que deben tenerse en cuenta a través del año en el manejo de una pradera:

- La producción de la máxima cantidad de forraje nutritivo y palatable, particularmente para períodos de escasez de forraje.
- La conservación de la pradera permanente como una cosecha productiva, año tras año, proporcionando las condiciones más favorables a las especies deseadas y las menos propicias a las invasoras indeseables.
- El establecimiento y preservación del equilibrio entre gramíneas y leguminosas, para que la necesidad de nitrógeno de las gramíneas sea satisfecho, por la fuente de nitrógeno proporcionada por las leguminosas.

El manejo de praderas para enfrentar estos objetivos no es simple ni fácil, particularmente en un ambiente que no es propicio debido a los elementos climáticos, ni las condiciones de fertilidad. También, a veces, podrá haber un conflicto entre lo que es deseable desde el punto de vista de pradera y lo que es necesario desde el punto de vista de los requerimientos de los animales y la economía del establecimiento.

Además indica, que debe recalcarse que una pradera es una "entidad dinámica", continuamente cambiante en el crecimiento y sus formas de componentes, que a veces difieren ampliamente en la alternación de sus fases vegetativas y reproductivas. La competencia de nutrientes y luz entre las especies forrajeras y malezas invasoras es intensa y variable. Se debe considerar como un cultivo, que es cosechado muchas veces.

2. Fertilización de forrajeras

<http://www.ipni.net>. (2009), destacan algunos puntos de interés para la toma de decisión en el manejo nutricional de forrajeras, entre los que anota:

- La fertilización de pasturas y verdes es una de las mejores herramientas para incrementar la oferta forrajera por unidad de superficie y tiempo; y, consecuentemente, la producción animal.
- El adecuado suministro de nutrientes asegura la persistencia de las pasturas y mejora la calidad del forraje.

Además indica que al fertilizar se debe considerar:

- Priorizar las pasturas o los suelos de mayor capacidad productiva.
- Optimizar el aprovechamiento del forraje, por medio de: carga adecuada, utilización oportuna (pastoreo o corte), confección de reservas de forraje (excedentes).
- Ajustar la carga: Mejora el aprovechamiento del forraje; y, Favorece la redistribución de nutrientes.
- Mejorar la producción para los períodos críticos (permite mantener alta carga animal a lo largo del ciclo productivo).
- Ajustar todos los aspectos de manejo del sistema para optimizar la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados.

3. Requerimientos nutritivos de las plantas

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), indica que cuando se cultivan las plantas, el equilibrio se altera, porque el proceso de reciclaje natural de los elementos esenciales del suelo es más lento de lo que demora la planta en utilizarlos. Esta pérdida afecta a 3 elementos:

- Nitrógeno (N): promueve el crecimiento de la planta. Cuando falta nitrógeno en las plantas las hojas se ponen amarillas y dejan de crecer.
- Fósforo (P): favorece la maduración de flores y frutos, fomenta su perfume y dulzor, les da la fuerza necesaria para mantenerse rígidas y poder sostener todas sus partes. También promueve el buen desarrollo de las raíces y fortalece el ciclo de cada planta. La falta de fósforo se reconoce porque las hojas se oscurecen más de lo normal. La planta deja de florecer o florece muy poco y las raíces dejan de crecer.

- Potasio (K): es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía y las heladas. Sin potasio las hojas muestran severos cambios de color que pueden ser en tonalidades amarillentas o verde muy pálido con manchas cafés.

Estos elementos son los principales nutrientes vegetales y las plantas para su buen desarrollo, los requieren en grandes cantidades, por esto es necesario volver a incorporarlos al suelo con regularidad. También extraen del suelo los llamados " microelementos", como zinc, hierro, magnesio, calcio, etc., que los requieren en cantidades mínimas, pero también importantes para su nutrición. También muestran cambios cuando les faltan algunos de estos componentes.

C. ABONOS, FERTILIZANTES Y CORRECTORES DEL SUELO

1. Generalidades

<http://www.emison.com>. (2010), reporta que cuando se habla de abonado y fertilización en la agricultura, se refiere a la incorporación de materia orgánica y/o nutrientes minerales. Abonar no es lo mismo que fertilizar; al fertilizar mejoramos las propiedades del suelo para aprovechar al máximo la aplicación de los nutrientes. A pesar de su origen químico, la agricultura comercial no puede prescindir de los abonos. Estos abonos minerales tienen muchas ventajas, sobre todo las de satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas cultivadas, pero últimamente la toxicidad crónica almacenada en los frutos es el argumento que esgrimen los naturalistas para solicitar su reducción.

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), indica que se llama fertilizante o abono a cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal. Las plantas extraen su alimento del agua y del suelo; el oxígeno, hidrógeno y carbono del aire, pero para completar su alimentación necesitan utilizar ciertas sustancias químicas simples del suelo, son los llamados nutrientes vegetales. Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento.

2. Función de los abonos

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), .manifiesta que cada uno de los diferentes tipos de abonos orgánicos e inorgánicos, puros y compuestos, líquidos y sólidos, cumplen distintas funciones. No hay mejores o peores, la adecuada elección dependerá de:

- La fertilidad del suelo y su nivel de salinidad.
- Cantidad de agua disponible.
- Condiciones climatológicas.
- Tamaño de la especie vegetal.
- Tipo de planta: si es cultivada por sus hojas o sus flores su época de floración su estructura y resistencia su edad. Las necesidades de cada variedad son tan diferentes como las cantidades de nutrientes que tienen los distintos fertilizantes.

Por regla general, se debe abonar las plantas regularmente, pero no más seguido de lo que se recomienda para cada producto.

3. Clasificación de abonos

a. **Abonos inorgánicos**

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), señala que se denomina abono inorgánico a todo producto desprovisto de materia orgánica que contenga, uno o más elementos nutritivos de los reconocidos como esenciales al crecimiento y desarrollo vegetal. Pueden ser minerales naturales extraídos de la tierra, o bien elaborados por el hombre (fertilizantes " sintéticos" o " artificiales"). Ambos se descomponen antes de ser absorbidos. Son más utilizados y conocidos que los orgánicos, se disuelven con facilidad, y actúan rápidamente sobre el suelo.

Los Minerales se clasifican en:

- Mineral simple: producto con un contenido declarable en uno solo de los macroelementos siguientes: nitrógeno, fósforo o potasio.

- Abonos nitrogenados: nitrato de calcio, nitrato de magnesio, nitrato amónico, sulfato amónico, nitrato de Chile, urea, nitrato potásico, nitrato sódico, otros.
- Abonos fosfatados: superfosfato normal o superfosfato simple, superfosfato concentrado, superfosfato triple, fosfato amónico, otros.
- Abonos potásicos: sulfato potásico, cloruro potásico, otros.
- Mineral complejo: producto con un contenido declarable de más de uno de los macroelementos siguientes: nitrógeno, fósforo o potasio. Pueden ser binarios o ternarios, según contengan dos o los tres macronutrientes.
- Abonos NPK, Abonos NP, Abonos NK, Abonos PK
- Mineral especial: el que cumpla las características de alta solubilidad, de alta concentración o de contenido de aminoácidos que se determine por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

<http://es.wikipedia.org>. (2010), señala que los abonos inorgánicos están fabricado por medios artesanales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc. Actualmente los fertilizantes inorgánicos suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, los fertilizantes inorgánicos generalmente presentan los siguientes problemas:

- Es más fácil provocar eutrofización en los acuíferos.
- Degradan la vida del suelo y matan microorganismos que ponen nutrientes a disposición de las plantas.
- Necesitan más energía para su fabricación y transporte.
- Generan dependencia del agricultor hacia el suministrador del fertilizante.

b. Abonos orgánicos

Según <http://www.vermiorganicos.net>. (2010), el abono orgánico es el que procede de residuos animales o vegetales, y contiene los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutrientes. La mayoría son de acción lenta, pues proporcionan nitrógeno orgánico que debe ser transformado en inorgánico por las bacterias del suelo antes de ser absorbido por las raíces. Como estos organismos no actúan en suelos fríos, ácidos o empapados, su efectividad y rapidez de acción dependerá

del terreno. Con estos fertilizantes no es tan fácil que se quemen las hojas como con los inorgánicos y efectúan un suministro continuo de alimento a las plantas por mucho tiempo, aunque son más caros. Entre estos se tienen:

- Estiércol de vaca, oveja, caballo, etc.
- Guano, gallinaza, excrementos de murciélago, etc.
- Compost: material obtenido a partir de restos vegetales y otras materias orgánicas sometidas a un proceso de compostaje. Puede venir enriquecido con Nitrógeno, Fósforo, Potasio y micronutrientes (Hierro, Manganeso, etc.).
- Turba: Se usan como base para preparar sustratos para macetas, para semilleros y para adicionar al terreno. Puede ser negra, que es la más habitual o turba rubia, muy ácida y con un pH=3,5.
- Extracto húmico: poco conocido, pero muy efectivo para el suelo desbloquean minerales, fijan nutrientes para que no se laven, activan la flora microbiana con lo que aumenta la mineralización, favorecen el desarrollo radicular, etc.
- Residuos animales como huesos triturados, cuernos, etc.
- Residuos urbanos compostados, restos de cosechas y paja enterradas.
- Abonos verdes: consiste en cultivar una leguminosa para enterrarla y que aporte nitrógeno al suelo.
- Sustratos para macetas y semilleros: aunque no son abonos propiamente dichos, sirven de soporte para el cultivo de ornamentales y semilleros. Se obtienen mezclando compost, enmiendas húmicas y turba enriquecido con fertilizantes minerales.

4. **Presentación de los abonos**

a. **Sólidos**

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), indica que los abonos o fertilizantes sólidos: suelen presentarse en las siguientes formas:

- En polvo: con un grado de finura variable según el tipo de fertilizante. Normalmente no son aconsejables, ya que su manejo resulta molesto, entorpecen el funcionamiento de las máquinas y sufren pérdidas en la

manipulación. Esta forma es apropiada cuando la solubilidad en agua es escasa o nula, y resulta idónea en los casos en los que el abono se mezcla íntimamente con el suelo. Se esparcen sobre el suelo con la mano o con equipo atomizador de abono. Actúan más rápidamente que los granulados.

- Granulados: aquellos en los que al menos el 90% de las partículas presentan un tamaño de 1-4 mm. Esta presentación permite un manejo más cómodo, un mejor funcionamiento de las abonadoras, una dosificación más exacta y una distribución sobre el terreno más uniforme. Se esparcen sobre el suelo con la mano o con equipo atomizador de abono.
- Cristalinos: facilitan la manipulación y distribución.
- Perlados: mediante el sistema de pulverización en una torre de gran altura, se obtienen esferas de tamaño muy uniforme, al solidificarse las gotas durante la caída.
- Macrogranulados: constituidos por grandes gránulos, de 1-3 centímetros de diámetro e incluso mayores, de liberación progresiva de los elementos nutritivos.
- En gel.
- En tacos.
- En pastillas: fertilizantes completos, nutritivamente balanceados. Hay de dos tipos: para plantas de flor y de hoja.
- En bastones: son unas especies de " clavos" de fertilizante concentrado, que deben introducirse en el suelo.

b. Líquidos

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), señala que los abonos o fertilizantes líquidos ofrecen ventajas respecto a los sólidos: su manejo es totalmente mecanizable, se alcanza un gran rendimiento en la aplicación y se consigue una gran uniformidad en la distribución sobre el terreno. Se aplican directamente sobre las plantas o disueltos en agua, con regadera o dosificador de manguera. Los tipos más característicos son los siguientes:

- Suspensiones: Gracias a la utilización de arcillas dispersas en el agua pueden mantenerse soluciones sobresaturadas de alguna sal (generalmente cloruro

potásico), para alcanzar concentraciones totales elevadas en forma líquida. Para mantener las suspensiones se requiere una agitación periódica.

- Soluciones con presión: soluciones acuosas de nitrógeno en las que participa como componente el amoníaco anhidro con concentración superior a la que se mantiene en equilibrio con la presión atmosférica. Para su aplicación se requieren equipos especiales que soporten la presión adecuada.
- Soluciones normales o clara sin presión: soluciones acuosas que contienen uno o varios elementos nutritivos disueltos en agua.

c. Gaseosos

Los abonos gaseosos, únicamente se emplea el amoníaco anhidro, que es un gas a la temperatura y presión normal. Para que pase a estado líquido y facilitar el almacenaje y el transporte, se comprime y vuelve a transformarse en gas cuando se inyecta en el suelo (<http://www.vermiorganicos.net>. 2010).

5. Propiedades químicas

<http://www.vermiorganicos.net>. (2010), señala que las propiedades químicas de los fertilizantes determinan tanto su comportamiento en el suelo, como su manipulación y conservación. Destacan las siguientes:

- Solubilidad. La solubilidad en agua o en determinados reactivos es determinante sobre el contenido o riqueza de cada elemento nutritivo en un fertilizante concreto.
- Reacción del fertilizante sobre el pH del suelo. Determinada por el índice de acidez o basicidad del fertilizante, que se corresponde con la cantidad de cal viva que es necesaria para equilibrar el incremento de acidez del suelo (fertilizantes de reacción ácida), o producir un incremento de pH equivalente (fertilizantes de reacción básica).
- Higroscopicidad. La capacidad de absorber agua de la atmósfera a partir de un determinado grado de humedad de la misma. Esta absorción puede provocar que una parte de las partículas se disuelvan, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante. Cuanto mayor es la solubilidad del fertilizante

en agua, mayor es su higroscopicidad. Esta absorción puede provocar que una parte de las partículas se disuelvan, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante.

D. ABONO ORGÁNICO

1. Definición

<http://es.wikipedia.org>. (2010), señala que un abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural. Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- Permiten aprovechar residuos orgánicos
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como mejoran la capacidad de absorber agua.
- Suelen necesitar menos energía. No la necesitan para su fabricación y suelen utilizarse cerca de su lugar de origen. Sin embargo, algunos orgánicos pueden necesitar un transporte energéticamente costoso, como guano de murciélago de Tailandia o el de aves marinas de islas sudamericanas.

Pero también tienen algunas desventajas:

- Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.
- Pueden provocar eutrofización. Por ejemplo, granjas con gran concentración de animales o por las aguas residuales humanas.
- Pueden ser más caros, aunque puede salir gratis si es un residuo propio de la granja o es un problema para otra explotación. Es fácil que una explotación agrícola necesite fertilizante y por otra parte de animales, que tenga problemas para desprenderse de los desechos que produce.

2. Importancia

Benítez, J. (2010), indica que el enorme desarrollo y empleo indiscriminado de abonos minerales originó que disminuyera el uso de fertilizantes orgánicos, en

tanto que parecía más fácil obtener idénticos resultados con unos cuantos costales de fertilizantes químicos. Estos razonamientos que prevalecieron durante largo tiempo han dado origen a la penuria de materia orgánica en los suelos agrícolas, estaban fundados en una base falsa, pues no se tuvo en cuenta que el éxito inicial del abono mineral tuvo lugar sobre suelos bien provistos de humus y tampoco se advirtió que mientras mayores son las cosechas, más grande es la demanda del suelo en materia orgánica necesaria, tanto como soporte de la vida microbiana fundamental para el desarrollo de las plantas, así como para mantener el necesario equilibrio mineral y biológico del suelo. La falta de materia orgánica en los suelos agrícolas ha dado origen entre otras a los siguientes hechos:

- La necesidad de añadir cada vez cantidades más grandes de fertilizantes químicos para mantener el mismo rendimiento, lo que representa un encarecimiento de los productos del campo y una disminución en los beneficios del trabajo y del capital empleado; también con la más grave contaminación del suelo y del ecosistema general.
- El peligro cada vez mayor de erosión ecológica e hidráulica porque cuando se explota el suelo (privándolo de su cubierta protectora, arrancando, quemando y agotando el humus), éste será barrido con facilidad.
- El aumento a ciertas enfermedades en las cosechas, por la falta de oligoelementos en el suelo, ya que éstos son proporcionados en su mayor parte por orgánicos.
- Mayor susceptibilidad de las cosechas para adquirir enfermedades parasitarias, lo que exige un mayor consumo de fungicidas, pesticidas y herbicidas se debe en gran parte a la falta de humus.

3. Propiedades

Cervantes, M. (2010), manifiesta que los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades: físicas, químicas y biológicas.

a. Propiedades físicas

De acuerdo a Cervantes, M. (2010), los abonos orgánicos actúan en el suelo sobre las propiedades físicas de las siguientes maneras:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, pues absorbe más cantidad de agua cuando llueve o se riega, manteniéndola por más tiempo durante el verano.

Trinidad, A. (2008), reporta que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados. Un aumento en la porosidad aumenta la capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo. Este efecto es de mayor importancia en terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no es eficientemente aprovechada. Una mayor porosidad esta relacionada inversamente con la densidad aparente del suelo y con aspectos de compactación del mismo. Es evidente que la aplicación abundante de estiércoles, con el tiempo tendrá efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos; sin embargo, habrá que estar pendiente de algún incremento en conductividad eléctrica (CE), ya que una alta CE se relaciona con el grado de salinidad de los suelos.

b. Propiedades químicas

Cervantes, M. (2010), manifiesta que los abonos orgánicos cambian las propiedades químicas del suelo de las siguientes maneras:

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

Cruz, M. (2008), igualmente indica que la composición química de los abonos orgánicos por supuesto variará de acuerdo al origen de estos. Las plantas, los residuos de cosecha, los estiércoles, etc. difieren grandemente en cuanto a los elementos que contienen. Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales. La nueva situación es en general favorable; la concentración de sales, como ya se mencionó, podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular. Con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tiende a aumentar.

c. Propiedades biológicas

Según Cervantes, M. (2010):

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y actividad de microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

Trinidad, A. (2008), indica que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también en efectos directos en el crecimiento de las plantas. En la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición caen sobre las partículas del

suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable. Asimismo, se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo. En relación con la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiendo las formas no aprovechables a formas aprovechables por las plantas.

4. Factores de paralización de la actividad biológica de los abonos orgánicos

<http://bocashi.wordpress.com>. (2010), sostiene que son ocho factores prácticos por los cuales los abonos orgánicos paralizan su actividad biológica, reduciendo su eficacia para los cultivos; y estos son:

- Estiércoles muy “viejos” lavados por las lluvias y expuestos al sol.
- Estiércoles con mucha tierra o mucha cascarilla de arroz, para los casos donde se usa gallinaza.
- Presencia de antibióticos y coccidiostáticos en los estiércoles que provienen de animales tratados con los mismos.
- Presencia de residuos de herbicidas para el caso de estiércoles de animales herbívoros (vacas, conejos, cabras y caballos).
- Exceso de humedad al preparar las aboneras.
- Desequilibrio entre las proporciones de los ingredientes utilizados.
- Falta de uniformidad en la mezcla de todos los ingredientes de los abonos al momento de la preparación.
- Exposición al viento, sol y lluvias.

5. Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

Cruz, M. (2008), sostiene que la mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales

por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos.

Trinidad, A. (2008), indica que en los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con estos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo. Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alto calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

E. EL HUMUS

1. Características

<http://www.emison.com>. (2010), reporta que el humus es un fertilizante bioorgánico, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es muy estable, imputrescible y no fermentable. Es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la Lombricultura: vermicompost, casting, lombricompost, humus y otros. Se le considera el mejor abono orgánico del mundo. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos y oligoelementos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características del alimento proporcionado a las lombrices.

<http://es.wikipedia.org>. (2010), sostiene que el humus se caracteriza por un color oscuro que señala su riqueza en carbono orgánico. El humus es la sustancia

compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.

Benítez, J. (2010), indica que el humus es una sustancia de gran peso molecular y de naturaleza muy compleja que resulta de los procesos biológicos de descomposición parcial de los residuos vegetales y animales y de su ingestión y transformación por la lombriz de tierra. El humus de lombriz es un material de color oscuro con agradable olor a mantillo de bosque, que es el resultado físico químico del proceso digestor de la lombriz roja californiana, considerado el fertilizante orgánico por excelencia.

2. Tipos de humus

a. Humus viejo

Debido a un periodo largo de tiempo transcurrido, es muy descompuesto, tiene un tono entre morado y rojizo; algunas sustancias húmicas características de este tipo de humus son las huminas y los ácidos húmicos. Las huminas son moléculas de un peso molecular considerable y se forman por entrelazamiento de los ácidos húmicos, al ser aisladas tienen la apariencia de plastilina. Los ácidos húmicos son compuestos de un peso molecular menor y poseen una alta capacidad de intercambio catiónico. El humus viejo solo influye físicamente en los suelos. Retiene el agua e impide la erosión, sirviendo también como lugar de almacenamiento de sustancias nutritivas (<http://es.wikipedia.org>. 2010).

b. Humus joven

Es el que tiene las características del recién formado, posee un menor grado de polimerización y está compuesto por ácidos húmicos y fúlvicos. Los ácidos húmicos se forman por polimerización de los ácidos fúlvicos, estos últimos se

forman a partir de la descomposición de la lignina. Una de las principales fuentes de humus se encuentra en minas de leonarditas y bernarditas. No obstante, existen fuentes totalmente orgánicas como lo son el humus de lombriz, el humus de termitas, el humus de cucarrón, entre otros, que además de aportar sustancia húmicas es mucho más rico en microorganismos y elementos nutricionales y son más aceptados en la agricultura orgánica y ecológica (<http://es.wikipedia.org>. 2010).

3. **Composición**

Benítez, J. (2010), manifiesta que el humus en su composición interviene multitud de proteínas, aminoácidos, lisinas, carbohidratos, ceras, resinas, etc. y también elementos minerales como azufre, fósforo, hierro, potasio, calcio, entre otros. Las fracciones más importantes del humus son los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminos; éstos compuestos ejercen gran influencia en la génesis del suelo, así como en sus cualidades agronómicas. Además posee agentes reguladores del crecimiento como son:

- La aurina que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la calidad y dimensión de los frutos.
- La giberelina favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- La citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de tubérculos y acumulación de almidones en ellos.

En el cuadro 4, se señalan las características analíticas del humus de lombriz.

4. **Beneficios**

Narváez, F. (2010), indica que el humus tiene grandes beneficios para el suelo y la planta; entre los que se anotan:

- Produce un aumento del tamaño de las plantas, protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante todo el año.

Cuadro 4. CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ (CONTENIDOS EN MATERIA SECA).

Parámetro	Medida
pH	7 - 7.8
Cenizas	66 - 75 %
Materia orgánica	20 - 30 %
Carbono orgánico	30%
Nitrógeno	2 - 3 %
N-NH ₄	80 ppm
N-NO ₃	600 - 1000 ppm
Relación C/N	10 - 11.1 %
Fósforo total	1.8 - 2.3%
Potasio total	1 - 1.8 %
Calcio	2 - 4 %
Magnesio	0.8 %
Manganeso	500 - 600 ppm
Zinc	300 - 400 ppm
Cobre	40- 100 ppm
Hierro	2.0 ppm
Ácidos húmicos	2 - 15%
Ácidos fúlvicos	2 - 8 %
Sodio	0.2 %
Capacidad de intercambio catódico	150-300 meq/100g de suelo
Densidad (aprox.)	0.604 g/cm ³

Fuente: Benítez, J. (2010).

- Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.
- Contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso de estiércol bovino.
- Posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones por gramo, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos.
- Produce hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, los cuales estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

- Evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.
- Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fototoxicidad, por lo cual es posible aumentar las dosis recomendadas.
- Puede ser aplicado en toda época del año extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.
- Posee una alta superficie específica, lo que se traduce en una mayor superficie de contacto que permite retener más agua, disminuyendo así la frecuencia de riego.
- Tomando en cuenta que el humus capta agua, que presenta un tamaño de partícula pequeña y baja plasticidad y cohesión, hacen de él un excelente sustrato de germinación, ya que permite que las semillas germinen y emerjan sin encontrar a su paso barreras mecánicas que eviten o retrasen su salida a la superficie.
- La actividad residual del humus se mantiene en el suelo hasta cinco años.

De igual manera, <http://www.emison.com>. (2010), señala que el humus:

- Mejora la porosidad y ventilación del suelo
- No aporta salinidad al suelo, por el contrario regula la existente.
- Aumenta la capacidad inmunológica y la resistencia de las plantas en la sequía.
- Resultan anticipados y prolongados los períodos de floración y fructificación de las plantas.
- Ablanda los suelos arcillosos y afirma los suelos arenosos.
- Anticipa la maduración de los frutos.
- Las sustancias minerales son liberadas lentamente de acuerdo a los requerimientos de la planta, lo que lo hace especialmente indicado para olivares, viñedos y frutales.
- Evita el shock del trasplante.
- Favorece y acelera el crecimiento de las raíces de las plantas.
- No es arrastrado por las lluvias.

- Conserva sus cualidades indefinidamente manteniendo su humedad de origen.
- Neutraliza las eventuales presencias de contaminantes.
- Favorece la asimilación del nitrógeno, potasio y la solubilización del fósforo.
- No requiere cuidado de manipulación y estacionamiento.
- Mejora el aspecto visual, tamaño, coloración y sabor de hojas y frutos.
- Después de los tratamientos esterilizantes (bromuración, vaporización, etc.), el uso del humus devuelve al terreno una capa microbiológica agrónomicamente muy útil.

5. Dosificación

Loaiza, J. (2008), indica que las dosificaciones recomendadas en base a los equivalentes de las dosis en gramos son:

- Para pastos y forrajes: aplicar 300 g. por metro cuadrado y repetir la aplicación cada 3 meses.
- Para el establecimiento de praderas y pastos de corte aplicar 2 toneladas por ha de humus sólido al suelo en pre-siembra y regar suficientemente.
- En praderas ya establecidas se recomienda hacer un pase con el rastrillo y posteriormente aplicar 2 litros/ Ha de humus líquido.
- En pastoreos y rotación de potreros, ceba intensiva y ganadería tecnificada se debe aplicar 3 litros/ Ha después de cada pasteo y 2 litros/ Ha a los 20 días.
- En pastos de corte las aplicaciones deben hacerse después del corte y a los 20 días en dosis de 2 litros/ Ha. Las aplicaciones de Humus líquido en potreros de pastoreo favorece la humificación del estiércol de ganado, la activación de las bacterias nitrificantes de las leguminosas asociadas y la asimilación de los fertilizantes.

6. Formas de aplicación

Narváez, F. (2010), recomienda su utilización en las siguientes formas:

- Incorporado con el último rastraje.
- En aplicación localizada junto con el fertilizante.

- Aplicado junto con la semilla.
- Aplicado al momento del aporque.

F. BOKASHI

1. Definición

<http://bocashi.wordpress.com>. (2010), señala que el término bokashi en japonés significa materia orgánica fermentada, y se usa generalmente para designar distintas formas de fermentación de la materia orgánica, que pueden incluir levadura, suero de leche y melaza, para acelerar el compostaje, pero que requieren cierto cuidado especial para garantizar el acceso de oxígeno para la fermentación. En este caso es un proceso aeróbico, con presencia de oxígeno. El aumento de la temperatura garantiza la pasteurización, es decir, la aniquilación de agentes patógenos.

En <http://organicsa.net>. (2010), se reporta que bokashi es un nombre japonés utilizado para mezclas de varios salvados fermentados. Su uso en Japón está bastante difundido en agricultura en virtud al uso exagerado de insumos químicos (abonos e insecticidas), los cuales no permiten, actualmente, obtener los resultados esperados en la producción de alimentos. Esta fermentación puede ser aeróbica o anaeróbica. En la fermentación aeróbica, se desarrollan los microorganismos que necesitan estar en contacto con el aire.

2. Características

Shintani, M. (2010), señala que el bokashi posee algunas características que permiten diferenciarlo fácilmente:

- El uso de altos volúmenes de suelo de bosque o montaña (suelo que contiene microorganismos benéficos, y a la vez no contiene patógenos).
- El uso de materia orgánica de alta calidad como semolina de arroz, gallinaza y torta de soya.
- El proceso se realiza solo bajo condiciones principalmente aeróbicas.

- Hay una diversidad de recetas de bokashi, porque cada agricultor lo prepara a su manera.

3. Diferencia entre bokashi y compost

Shintani, M. (2010), establece la diferencia entre bokashi y composta de acuerdo a los objetivos de estos productos, así:

- El objetivo principal del uso del Compost es suministrar los minerales como la nutrición inorgánica a los cultivos. En la preparación del Compost, los minerales que atrapados en la materia orgánica fresca se vuelven de fácil absorción para las plantas y se eliminan los patógenos que podrían estar en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo. Se recomiendan temperaturas relativamente altas, (50 °C - 70 °C), para asegurar que mueran los microorganismos patogénicos.
- En cambio, el objetivo principal del bokashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica), para los organismos del suelo. El suministro deliberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos microorganismos benéficos elimina los organismos patogénicos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40-55°C.

4. Ventajas

Shintani, M. (2010), anota que las principales ventajas del bokashi son:

- Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización.
- Suministra órganos compuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes), directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.

- También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo.
- El bokashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas.

5. Desventajas

Shintani, M. (2010), indica que si no se maneja bien el proceso de producción se puede tener las siguientes desventajas:

- Algunos microorganismos patogénicos e insectos no deseables podrían desarrollarse.
- Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno.
- Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos.

6. Preparación

<http://inforganic.com>. (2010), señala que para la preparación del "bokashi", los agricultores usan materias orgánicas como la semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y el suelo de los bosques (contenido de varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación de este abono), como inoculante de microorganismos.

Shintani, M. (2010), reporta que el proceso de preparación del bokashi es bastante sencillo, pero se debe tener cuidado de seguir las indicaciones para evitar que el proceso fracase. A continuación se presenta una secuencia a seguir para la preparación de bokashi.

- En un lugar bajo techo, coloque los materiales en capas uno sobre el otro, hasta formar un montículo.
- Agregue agua para humedecer hasta alcanzar entre 30 - 40% de humedad y mezcle los materiales. Revise el contenido de agua; no debe haber exceso de humedad. Para verificar, comprima un puñado de la mezcla en la mano; esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse y sin que gotee líquido. Sin

embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente.

- Cubra la mezcla con bolsas, sacos, paja, etc. Esto tiene la finalidad de mantener la temperatura.
- Una vez preparado el bokashi, es necesario seguir controlando el proceso. Lo primero a tener en cuenta, si no hay exceso de humedad, es que en condiciones aeróbicas la mezcla se fermenta muy rápido y la temperatura aumenta en cuestión de horas, por lo cual podría sobre calentarse. La temperatura se debe mantener entre 35°C - 50° C. Para medir esto, se puede usar un termómetro normal o introducir un machete a la pila; si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50°C, se debe mezclar bien la pila para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla. Si la temperatura todavía se mantiene alta, trate de extender la pila para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura.
- El proceso de fermentación dura entre 7 - 30 días, dependiendo de los materiales que se utilicen y de la temperatura ambiente. El bokashi esta listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce fermentado y aparecen hongos blancos en su superficie. Si la pila libera un olor a podrido, el proceso ha fracasado.
- El "bokashi" se debe utilizar lo antes posible luego de su elaboración. Si es necesario almacenarlo, dispérselo sobre un piso de cemento, séquelo bien bajo la sombra y luego colóquelo en una bolsa plástica.

7. Usos

De acuerdo a <http://inforganic.com>. (2010), el bokashi ha sido utilizado por los agricultores para aumentar la diversidad microbiana, mejorar la condición física y química del suelo, prevenir sus enfermedades y suplirlo con nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

<http://organicsa.net>. (2010), indica que el principal objetivo del uso del bokashi es el de mejorar las condiciones físicas (porosidad: mayor capacidad de retener el agua y reducción de la erosión), químicas (menor pérdida y mayor disponibilidad de nutrientes) y biológicas del suelo (mejor equilibrio biológico y disminución de

plagas y enfermedades), resultando todo esto en la obtención de una producción agrícola de bajo costo, más saludable para el productor y el consumidor y que no afecta al medio ambiente.

8. Dosificación

Según Shintani, M. (2010), la cantidad de bokashi a utilizarse en una hectárea depende de los siguientes factores:

- Disponibilidad de materia orgánica en la finca.
- Calidad y valor nutricional del bokashi.
- Clima.
- Tipo de cultivos.
- Espacio físico para producción.
- Cultivo anterior.
- Manejo de producción (usando agroquímicos o no).

En general, se puede aplicar bokashi en una proporción de 2 Tn/ha, en la superficie de suelos en los cuales exista una gran cantidad de materia orgánica o en los cuales se haya aplicado compost o vermicompost. Se puede aplicar más, hasta un máximo de 2 kilogramos por metro cuadrado (20 toneladas por hectárea por año), cuando la fertilidad del suelo es baja o el suelo tiene poca materia orgánica. Después de incorporar el bokashi, es necesario esperar alrededor de 10 días en zonas tropicales, (hasta 20 en zonas templadas), antes de plantar, periodo en que la fermentación continua en el suelo y se evita afectar a las plantas. En plantaciones de cultivos perennes se pueden agregar el bokashi al suelo en cualquier momento, evitando que haga contacto directo con el tallo.

G. VERMICOMPOST

1. Definición

<http://econciencia.org>. (2010), indica que el vermicompost, es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias,

que estimulan los procesos biológicos de la planta y posee tantos elementos nutritivos, que rinde en fertilidad de 5 a 6 veces más que el estiércol común. Los experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol o abonos químicos.

<http://www.emison.com>. (2010), señala que el vermicompost, es un residuo orgánico, con el adecuado laboreo y compostaje, que es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana y es transformado por ésta en una extraordinaria enmienda fertilizadora. Es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la lombricultura: casting, lombricompost, wormcasting y otros, dependiendo de la casa que lo produzca. Se le considera el mejor abono orgánico. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características del sustrato utilizado en la alimentación de las lombrices.

2. Cambios durante el proceso de vermicompostaje

Fernández, J. (2008), señala que las principales alteraciones que sufre el material original durante el proceso de vermicompostaje se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Parte de la fracción orgánica de los residuos iniciales se mineraliza disminuyendo el contenido en carbono total entre un 10 y un 55 %.
- La materia orgánica residual tiende a humificarse, polimerizarse y policondensarse, por lo que los niveles de ácidos húmicos y, en menor medida, de ácidos fúlvicos aumentan entre un 20 y un 60 %.
- Tras el proceso de vermicompostaje las actividades enzimáticas son más estables debido a la formación de complejos "enzimas-humus" que las hacen más resistentes a procesos de desnaturalización.
- La concentración de nutrientes, como fósforo, calcio, magnesio y micronutrientes, tienden a aumentar durante el proceso de concentración debido a la mineralización de la materia orgánica de los residuos iniciales.

- Mientras el nitrógeno tiene una dinámica variable. El descenso se atribuye a su uso como nutriente por parte de las lombrices, procesos de desnitrificación y pérdidas en forma de amonio por volatilización o lixiviación. Mientras que el aumento también se atribuye a efectos de concentración por la mineralización de la materia orgánica. Finalmente, el potasio disminuye, principalmente debido a la lixiviación de éste.
- El nivel en metales pesados que están presentes en determinados residuos orgánicos, aumentan debido a la mineralización de la materia orgánica. Aunque los asimilables o extraíbles disminuyen considerablemente por la formación de complejos insolubles con los ácidos húmicos neoformados y las fracciones orgánicas más polimerizadas.
- También es un proceso efectivo en la disminución de contaminantes orgánicos. Por ejemplo, los polifenoles de los alperujos disminuyen tras el vermicompostaje.
- Finalmente, el vermicompostaje conlleva una importante reducción de poblaciones de microorganismos patógenos. Algunos trabajos muestran un descenso de coliformes fecales, virus entéricos y huevos de platelmintos.

3. Importancia

De acuerdo a <http://www.emison.com>. (2010), el vermicompost es un abono rico en fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración y la cantidad y dimensión de los frutos.
- La Giberelina, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

4. Características y propiedades

<http://www.emison.com>. (2010), reporta .que el vermicompost presenta las siguientes características y propiedades:

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plántones.
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Su pH neutro lo hace sumamente adecuado para ser usado con plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los microorganismos nitrificadores del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e

- interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
 - Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
 - Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos).
 - Evita y combate la clorosis férrica.
 - Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
 - Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo.
 - Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del campo.
 - Aumenta la resistencia a las heladas.
 - Aumenta la retención hídrica de los suelos (4-27%), disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones.

5. Materiales para la preparación del vermicompostaje

<http://econciencia.org>. (2010), indica que el vermicompostaje se puede utilizar en un gran número de procesos. Por ejemplo, el residuo orgánico del procesamiento de uva se transforma en vermicompost. En una granja porcina se procesa todo el estiércol de los marranos, lo mismo que en cualquier explotación agrícola. Los lodos residuales derivados de la industria papelera, de difícil gestión por su elevado volumen de producción y compleja biodegradabilidad, pueden transformarse mediante estos sistemas, con un acondicionamiento correcto del residuo. Las lombrices aceleran los procesos de degradación y humificación de estos lodos. La transformación de estiércol en compost es muy importante en zonas de mataderos y donde se cría ganado evitándose la contaminación de ríos cercanos. Por ejemplo, una granja de 100 vacas produce diariamente cerca de 1.500 Kg de estiércol, del que se podrían obtener unas 30 toneladas de compost mensuales.

6. Composición química

<http://www.emison.com>. (2010), señala que químicamente el vermicompost presenta los contenidos reportados en el cuadro 5, indicando además, que estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el vermicompost. Por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante.

Cuadro 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL EL VERMICOMPOST.

Nutriente	Contenido	Nutriente	Contenido
Materia orgánica	65 - 70 %	pH	6,8 - 7,2
Humedad	40 - 45 %	Carbono orgánico	14 – 30 %
Nitrógeno, como N ₂	1,5 - 2 %	Calcio	2 – 8 %
Fósforo como P ₂ O ₅	2 - 2,5 %	Potasio como K ₂ O	1 - 1,5 %
Relación C/N	10 - 11	Ácidos húmicos	3,4 - 4 %
Flora bacteriana	2 x 10 ⁶ colonias/g	Magnesio	1 - 2,5 %
Sodio	0,02%	Cobre	0,05 %

Fuente: <http://www.emison.com>. (2010).

7. Criterios de calidad

Fernández, J. (2008), manifiesta que la calidad y madurez de los vermicompost obtenidos a partir de los residuos orgánicos se define como el grado de estabilidad de estos materiales en función de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Ello implica que estos materiales deben contener una materia orgánica estable y parcialmente humificada, con mínimos contenidos de compuestos fitotóxicos y productos químicos alelopáticos y ausencia de organismos patógenos, con objeto de que su aplicación en agricultura no ocasione efectos adversos sobre el suelo y la planta no produzca impactos negativos sobre los agroecosistemas. Por lo que en el cuadro 6, se reportan las características que deben cumplir los vermicompost.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS VERMICOMPOSTS PARA SER USADOS COMO FERTILIZANTES.

Características	Límites admisibles
Porcentaje de N orgánico	> 85% del N total. Salvo requisitos especiales
Materia orgánica total	>40%
Relación C/N	<20
Humedad	30-40%
Oranulometría	El 90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm
Limite máximo de microorganismos	de Salmonella: Ausente en 25 g de producto, <i>Escherichia coli</i> : < 1000, número más probable por gramo de producto elaborado (NMP/g)
Limite máximo de metales pesados	de Según su contenido en Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg; Cr existen tres clases de fertilizantes (Clase A, B y C)

Fuente: Fernández, J. (2008).

8. Manejo

<http://www.emison.com>. (2010), indica que el vermicompost, como todo abono orgánico, se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular. Por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. Puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad; la óptima es de 40%.

9. Usos

Fernández, J. (2008), indica que la valorización más común e importante que se le da al vermicompost es su uso como enmienda orgánica en sistemas agrarios. El vermicompost se puede utilizar tanto en forma sólida como líquida, siendo particularmente importante su aplicación en la preparación de suelos y producción de hortalizas, frutales o flores ornamentales. Tiene también otros usos más

específicos, como en jardinería y pastizales. Su aplicación provoca una serie de efectos positivos y beneficiosos sobre los suelos y las plantas:

Además, indica que los experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento calidad y cantidad de las cosechas en comparación con la fertilización con estiércol o abonos químicos. En pruebas comparativas de fertilidad con terrenos tratados con abono químico y vermicompost. Los resultados, después de seis años de experimentación, muestran que el primer año el incremento logrado con vermicompost fue de 250%, el segundo 100%, el tercero 70%.

10. Dosis recomendadas

Según <http://www.emison.com>. (2010), la cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño como se reporta en el cuadro 7.

Cuadro 7. DOSIS RECOMENDADAS DE VERMICOMPOST PARA DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS.

Cultivo	Inicio	Mantenimiento
Hortalizas	120 g/planta	
Semilleros	5 al 100%	
Floricultura	400 g/m ²	200 g/m ²
Frutales	3 Kg/árbol	
Árboles	2-3 Kg	1 Kg
Césped	1 Kg/m ²	500 g/m ²
Plantas de interior	mezcla al 50% con la tierra	4 cucharadas por maceta
Orquídeas	mezcla al 10% con la tierra	1 cucharada por maceta

Fuente: <http://www.emison.com>. (2010).

H. CASTING

1. Definición

El casting es un producto orgánico que contiene ricas proporciones de nutrientes

solubles en agua. Esta es una razón principal de ser capaz de proporcionar resultados increíbles en la producción. El casting permite que las plantas de manera rápida y fácil absorban todos los nutrientes esenciales y elementos en forma sencilla, de modo que necesitan sólo un mínimo esfuerzo para obtenerlos, esto no sucede en el caso de la mayoría de los otros fertilizantes, a pesar de que puede tener muchos nutrientes (<http://www.spikerwormandcasting.com>. 2008).

El casting es un fino material, muy similar al humus pero con algunas diferencias ya que este es producto de la reutilización del humus con una estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad. Sistemas de baja, media y alta tecnología son disponibles y fácilmente adaptables a diferentes tipos de residuos (<http://www.organicusa.net>. 2010).

2. Propiedades

El casting gracias a su acción microbiana hace que sea asimilable para las plantas, materiales inertes como, fósforo, calcio potasio, magnesio y oligoelementos, por lo que contiene un balance mineral apropiado en sus partículas, de esta forma mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y actúa como un complejo fertilizador natural. Ya que los niveles de macro nutrientes y micro elementos de los suelos favorecen su disponibilidad y asimilación por las plantas, beneficiando a que las plantas sean resistentes a las plagas y enfermedades, inhibiendo el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos. Ya que es un excelente sustrato para la germinación de las semillas por lo que contiene ácidos húmicos, enzimas de crecimiento, hormonas, vitaminas, y antibióticos (<http://www.fubiomi.org.do>. 2008).

a. Propiedades químicas

Según <http://www.infoagro.com>. (2008), las propiedades químicas del casting son:

- Incrementar la disponibilidad del nitrógeno, fósforo, azúcar y fundamentalmente el nitrógeno.
- Incrementar la eficiencia de la fertilización particularmente nitrógeno.

- Estabilizar la reacción del suelo, debido a su alto poder de almohadilla.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a la capacidad de filtración.
- Priva el crecimiento de hongos y bacteria que afecta a la planta.

b. Propiedades físicas

<http://www.infoagro.com>. (2008), señala que las propiedades físicas del casting son:

- Incrementar la capacidad de conservación de humedad en el suelo.
- Mejora la porosidad y ventilación del suelo.
- Mejorar la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y peligrosos de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad.
- Reduce el desgaste del suelo.
- Confiere un color oscuro y en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

3. Beneficios que aporta el casting a los suelos

De acuerdo a <http://www.organicasa.net>. (2010), son varios los beneficios que aporta el casting a los suelos. A continuación se mencionan los más importantes:

- Aumenta la capacidad de retención del agua en el suelo, lo cual ahorra el agua de riego disminuyendo su consumo.
- Su estabilidad estructural, facilita que los suelos mejoren la estructura ante la aplicación del casting.
- La porosidad del suelo favoreciendo la permeabilidad del agua y la aireación.
- La capacidad de retención de agua del suelo, por lo que disminuye el consumo de agua de riego.
- Los niveles de materia orgánica se ven incrementado por su capacidad de intercambio catiónico y suministrando a las plantas sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquininas, etc.).
- Las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la

disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

- Mejora el pH en suelos ácidos, evitando la absorción de elementos contaminantes por las plantas.
- Potencia la capacidad de intercambio iónico, lo cual eleva la fertilidad de los suelos y su disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas.
- El casting tiene capacidad para inactivar o suprimir microorganismos patógenos mediante producción de antibióticos a través de sus microorganismos; competición ínter específica entre patógenos y microorganismos benéficos; aumento de la predación y el parasitismo de los microorganismos; producción de enzimas que destruyen las paredes celulares de los fitopatógenos; cambios en las condiciones ambientales del suelo que inhiben patógenos; inducción de la resistencia de las plantas a los fitopatógenos.
- Tiende a fijar los niveles de elementos pesados en el suelo evitando su traslocación a los animales y plantas o bien su lixiviación hacia capas más inferiores.
- El casting de lombriz es un fertilizante orgánico que tiene todos los efectos de un abono natural que viene directamente de la naturaleza sin alteraciones en absoluto.
- Así como la abundancia de nutrientes disponibles, son factores fundamentales que proporcionan una perfecta combinación de las necesidades nutricionales.
- Esto permite a las plantas como sea necesario para alimentarse durante semanas, meses y años en el tiempo, dependiendo de la planta.
- Se facilita el manejo del volumen de abono, su almacenamiento, su transporte y la disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor).
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- Los abonos orgánicos activan una serie de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bio-protección.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.

- Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolas más apropiadas a cada actividad agropecuaria o condición rural.

4. Proceso de transformación del material orgánico a casting

Las lombrices toman trozos de material y luego del pasaje por el tracto digestivo, el alimento no puede ser ya reconocido. El bolo fecal es llamado “casting”, lugar éste muy propicio para el desarrollo de bacterias benéficas, porque las lombrices circundan el casting, con material pegajoso de carbohidratos muy húmedos, polisacáridos y algo de proteínas, siendo un medio excelente para el desarrollo de bacterias útiles. Una cuestión no dilucidada es, si las bacterias patógenas pueden progresar en el casting, si todos los microorganismos benéficos están ausentes. Ciertamente, las bacterias coliformes humanas, pueden desarrollarse en este material, si sólo los coliformes están presentes, pero si en el casting están los microorganismos de rutina, aquellas no progresan, porque las enzimas de las bacterias coliformes no son tan competitivas como las de las bacterias normales del suelo o del compost maduro y por lo tanto los coliformes mueren por falta de alimento o escasez de espacio (<http://bioabitat.terra.org>. 2009).

5. Composición química

<http://www.fubiomi.org.do>. (2008), señala que el casting, presenta la composición química que se reporta en el cuadro 8.

6. Dosis recomendadas

<http://www.tmecc.org>. (2008), indica que se debe incorporar al suelo aproximadamente 1.5 toneladas por hectárea de casting, para cualquier cultivo.

Pero, <http://www.manualdelombricultura.com>. (2008), señala que de acuerdo al tipo de cultivo establecido, se debe emplear las recomendaciones que se presenta en cuadro 9.

Cuadro 8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CASTING.

Indicadores	Valores	Indicadores	Valores
pH	6.5 - 7.2	% CaO	1.0
% Materia orgánica	30 – 50	% MgO	0.5 - 1.5
% Ácidos húmicos	2.5 - 6.5	% SO ₄	0.3 - 0.8
% Ácidos fúlvicos	1.0 - 2.5	Cloro (Cl) Total	0.05 - 0.1
% N ₂	1.0 - 2.0	Sodio (Na) Total	0.1 - 0.2
% P ₂ O ₅	0.5 - 1.5	p.p.m Fe ₂ O ₃	400 – 1200
% K ₂ O	0.3 - 1.1	p.p.m MnO	150 – 300
Relación C/N	8 - 10/1	p.p.m CuO	40 – 120
% Humedad	20 – 30	p.p.m ZnO	150 – 300
Bacterias Benéficas	107 - 108 U.F.C	p.p.m Bo	10 – 50

Fuente: <http://www.fubiomi.org.do>. (2008).

Cuadro 9. DOSIS DE CASTING POR SUPEFICIE DE CULTIVO.

Variedad	Cantidad
Praderas	600 g/m ²
Frutales	1.5 Kg/árbol
Hortalizas	1 Kg/m ²
Césped	0.5 Kg/m ²
Ornamentales	100 g/planta
Semilleros	20 %
Abonado de fondo	120-150 L/m ²
Transplante	0.5-1 Kg/árbol
Recuperación de terrenos	2000-2500 L/ha
Setos	100 g/planta
Rosales y leñosas	0.5 Kg/m ²

Fuente: <http://www.manualdelombricultura.com>. (2008)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Pastaza, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en el kilómetro 32 vía a Macas, en el cantón Puyo, de la Provincia de Pastaza, localizada a 900 m.s.n.m., 01°37' de Latitud Sur, 77°5' de Longitud Oeste.

1. Condiciones meteorológicas

Las condiciones imperantes en la Estación Experimental Pastaza, se reportan en el cuadro 10.

Cuadro 10. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.

Parámetros	Promedio
Temperatura, °C	18
Precipitación relativa, mm/año	4000
Humedad relativa, %	85

Fuente: <http://tiempo.meteored.com>. (2010).

2. Características del suelo

Las características físico-químicas del suelo antes de la aplicación de los abonos orgánicos fueron la que se reporta en el cuadro 11.

Cuadro 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE LOS PASTIZALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.

Característica	Medida o contenido	Calidad
pH	6.1	Ligeramente ácido
NH ₄ , ppm	30.2	Medio
P ₂ O ₅ , ppm	1.2	Bajo
K ₂ O, Meq/100 g	2.1	Alto
MgO, Meq/100 g	0.76	Alto
Humedad, %	78 %	
Materia orgánica, %	3.0	Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos, FRN-ESPOCH. (2010).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por parcelas del pasto establecido *Brachiaria brizantha*, con una área de 20 m² (4 x 5), cada una, contándose con un total de 15 parcelas experimentales, con una separación entre bloques o parcelas de 1 m por lado, contándose con un área total de 496 m² de superficie total (Anexo 1).

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Rótulos de identificación
- Pintura
- Fundas de papel
- Regla graduada
- Flexómetro
- Libreta de apuntes, esferos
- Registros
- Herramientas manuales (rastrillo, hoz, azadones)
- Estacas
- Píolas

- Cámara fotográfica
- Cuadrantes
- Abonos orgánicos

2. Equipos

- Equipo de computación
- Balanza electrónica
- Estufa

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de cuatro abonos orgánicos aplicados en dosis de 4 Tn/ha, en el comportamiento agro/botánico del Pasto establecido *Brachiaria brizantha*, en dos cortes consecutivos, para ser comparados con un tratamiento control (sin aplicación de abono), por lo que las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), y que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media General.

T_i = Efecto de los abonos orgánicos

B_j = Efecto de los bloques

ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento utilizado se reporta en el cuadro 12.

Cuadro 12. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tipo de abono orgánico	Código	Repeticiones	TUE.	Área/tratamiento
Testigo (sin fertilización)	T0	3	20 m ²	60 m ²
Humus	T1	3	20 m ²	60 m ²
Bokashi	T2	3	20 m ²	60 m ²
Vermicompost	T3	3	20 m ²	60 m ²
Casting	T4	3	20 m ²	60 m ²
Total área de las parcelas experimentales				300 m ²

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental, una parcela de 20 m².

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que se realizaron en los dos cortes consecutivos fueron las siguientes:

- Altura de la planta, cm
- Cobertura basal, %
- Cobertura aérea, %.
- Número de tallos/planta, N°
- Número de hojas/tallo, N°
- Producción de forraje verde, Tn/ha/año
- Producción de forraje en materia seca, Tn/ha/año
- Análisis de suelo al inicio y al final del estudio.
- Análisis del beneficio/costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales obtenidos se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias, de acuerdo a la prueba de Tukey, al nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

El esquema de análisis de varianza empleado se reporta en el cuadro 13.

Cuadro 13. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE LA VARIANZA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	4
Bloques	2
Error	8

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

La investigación propuesta se desarrolló en parcelas establecidas de *Brachiaria brizantha*, en la Estación experimental Pastaza. Se inició a partir de un análisis previo del suelo y un corte de igualación. Luego se procedió a realizar la delimitación de las parcelas (20 m²), con una separación entre parcelas o bloques de 1 m de distancia.

Seguidamente se realizó la aplicación en forma basal de los diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting), en dosis de 4 Tn/ha; y establecer su efecto hasta el segundo corte de evaluación, registrándose las mediciones experimentales correspondientes.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis del suelo

Para realizar el control de la calidad del suelo de las parcelas establecidas de *Brachiaria brizantha*, al inicio y al final del estudio, se tomaron muestras de suelo donde se realizó la investigación, luego fueron enviadas al Laboratorio de Suelos, de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para conocer la cantidad de nutrientes presentes.

2. Altura de la planta

Consiste en la medición de la altura de la planta expresada en cm, para lo cual se

tomó la distancia desde la corona de la planta, hasta la media terminal de la hoja más alta. Se tomó una muestra de 10 plantas al azar y de surcos intermedios para sacar un promedio general del tratamiento y eliminar el efecto borde.

3. Porcentaje de cobertura basal y aérea

Se determinó por medio del método del transepto lineal y sus resultados se transformaron en porcentaje mediante una regla de tres simple.

4. Producción de forraje verde y materia seca

Se trabajó en función del peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela, en 1 m² escogidas al azar, dejando para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso obtenido se relacionó con el 100% de parcela, y posteriormente se estableció la relación de la producción en Tn/ha/corte. Por otra parte la producción de materia seca del pasto se obtuvo determinando el porcentaje de humedad en la estufa y multiplicando por la cantidad de forraje verde producido.

5. Beneficio/costo

Para la determinación del índice económico beneficio/costo, se consideraron los ingresos estimados por la comercialización de forraje y divididos para los egresos totales, sin tomarse en cuenta las inversiones fijas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO *Brachiaria brizantha* EN EL PRIMER CORTE DE EVALUACIÓN

1. Altura de la planta

Las alturas de las plantas del pasto *Brachiaria brizantha*, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de los tipos de abonos orgánicos utilizados (cuadro 14), aunque numéricamente son diferentes, por cuanto la mayor altura de planta (65.39 cm), se observó en las parcelas que se las abono con vermicompost, seguidas de las parcelas fertilizadas con bokashi (60.97 cm) y humus (59.88 cm), alturas que son superiores respecto a las plantas del grupo control que alcanzaron 53.96 cm y más aún con el empleo del casting que registraron alturas de 51.74 cm (gráfico 1), lo que demuestra que al emplearse los abonos orgánicos vermicompost y bokashi, las plantas presentaron un mejor desarrollo, reflejados en su altura, lo que puede deberse a lo que <http://www.emison.com>. (2010), indica que el vermicompost es un abono rico en fitohormonas como la auxina, giberalina y citoquinina, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta, actuando además de agentes reguladores del crecimiento, en tanto que el bokashi activa y aumenta la cantidad de microorganismos benéficos para mejorar la condición física y química del suelo, supliendo con nutrientes para el desarrollo de los cultivos (<http://inforganic.com>. (2010).

Los valores obtenidos se consideran inferiores a los reportes realizados por otros investigadores, de entre los cuales pueden mencionarse a Lascano, C. (2002), quien manifiesta que la *Brachiaria brizantha* puede alcanzar hasta 1.60 m de altura, al igual que en <http://mundo-pecuario.com>. (2010), se sostiene que puede llegar a medir 1.5 metros de altura; mientras que Peralta, A. et al. (2007), encontraron en diferentes especies de brachiaria, alturas entre 72.63 y 101.88 cm, por lo que se puede señalar que los resultados obtenidos pueden variar debido a las condiciones climáticas reinantes en los períodos de producción, así como a la

Cuadro 14. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO BRACHIARIA BRIZANTHA EN EL PRIMER CORTE, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).

Parámetros	Testigo	Tipos de abono orgánico				Prob.	C.V. (%)
		Humus	Bokashi	Vermicompost	Casting		
Altura de planta, cm	53,96 a	59,88 a	60,97 a	65,39 a	51,74 a	0,336 ns	16,26
Número de tallos por planta, N°	7,14 a	6,31 a	6,16 a	7,53 a	7,99 a	0,092 ns	13,39
Número de hojas por tallo N°	5,53 a	5,67 a	5,13 a	5,20 a	5,53 a	0,051 ns	6,91
Cobertura basal, %	67,69 a	67,78 a	71,11 a	72,72 a	76,33 a	0,141 ns	6,85
Cobertura aérea, %	86,11 ab	94,11 a	82,61 b	92,67 ab	90,91 ab	0,040 *	6,21
Producción forraje verde, Tn/ha/año	64,00 b	67,00 ab	79,00 ab	85,00 a	61,73 b	0,011 *	15,02
Producción forraje materia seca, Tn/ha/año	16,33 a	15,92 a	18,71 a	18,38 a	16,42 a	0,415 ns	12,19

Testigo: Sin la aplicación de abono orgánico.

Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,05: Existen diferencias significativas.

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

Fuente: Campos, S. (2010).

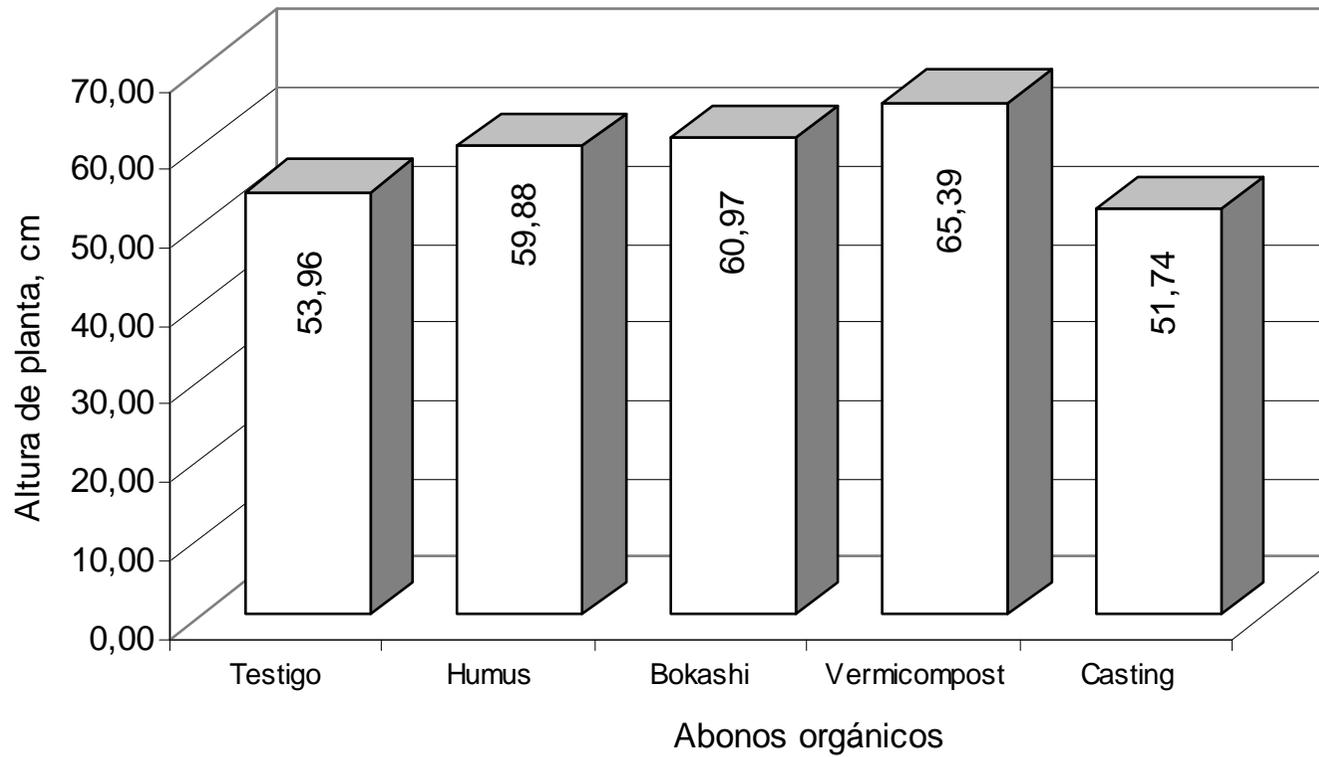


Gráfico 1. Altura de la planta (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

edad de la planta, ya que en el presente trabajo se evaluó parcelas que tuvieron algunos años de establecidas.

2. Número de tallos por planta

El número de tallos por planta encontrados, no presentaron diferencia estadística ($P>0.05$), por efecto de los abonos orgánicos evaluados, aunque numéricamente se encontró mayor número de tallos en las plantas que recibieron fertilización con el casting, con una media de 7.99 tallos/planta, así como de aquellas plantas que no recibieron fertilización con 7.14 tallos/planta, en cambio que los menores valores se registraron cuando se aplicó humus y bokashi, ya que las plantas presentaron 6.31 y 6.16 tallos/planta, respectivamente; lo que denota que el casting gracias a su acción microbiana hace que sea asimilable para las plantas, materiales inertes como, fósforo, calcio potasio, magnesio y oligoelementos, por lo que contiene un balance mineral apropiado en sus partículas, de esta forma mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y actúa como un complejo fertilizador natural, por que contiene ácidos húmicos, enzimas de crecimiento, hormonas, vitaminas, y antibióticos (<http://www.fubiomi.org.do>. 2008), lo que posiblemente favoreció para que las plantas presenten un mayor número de tallos, aunque no difiere con las respuestas de los otros tratamientos.

Los valores de número de tallos por planta encontrados, son superiores a las respuestas señaladas por Avellaneda, J. (2010), quien indica que la *Brachiaria brizantha* presenta 5.50 tallos/planta, además se encuentra entre los enunciados por el mismo autor en otras variedades como es la decumbens y mulato, que muestran entre 6.55 y 7.55 tallos/planta, considerándose por tanto, que al ser una pradera establecida, las variaciones entre grupos fueron pequeños.

3. Número de hojas por tallo

La cantidad de hojas/tallo, en el pasto *Brachiaria brizantha*, no registraron diferencias estadísticas ($P>0.05$), por efecto de los tipos de abonos orgánicos utilizados, por cuanto estas variaron entre 5.13 y 5.67 hojas/tallo, observadas en las plantas abonadas con bokashi y humus, respectivamente, lo que demuestra

que las plantas presentaron un similar comportamiento cuando se aplica abono orgánico a la pradera, además que de acuerdo al análisis inicial del suelo, este contiene una considerable cantidad de materia orgánica (3.0 %), por lo que las plantas del grupo control, también presentaron similar número de hojas/tallo. Estas respuestas son superiores a las determinadas por Avellaneda, J. (2010), quien señala que el pasto *Brachiaria brizantha* presenta 5.50 tallos/planta y un total de 20.50 hojas/planta, por lo que relacionando estos valores, se tendría que cada tallo contiene aproximadamente 3.72 hojas, demostrándose por tanto, que este pasto tiene una alta producción forrajera, ya que sus hojas, alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2 cm de ancho (<http://www.fao.org>. 2010), existiendo por tanto, un elevado predominio de hojas en base a la relación tallo/hojas.

4. Cobertura basal

Las medias de la cobertura basal del pasto *Brachiaria brizantha*, no presentan diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por el efecto de la acción de los diferentes abonos orgánicos empleados; aunque numéricamente la aplicación de estos mejoran la cobertura basal, por cuanto las plantas del grupo testigo, registraron una cobertura basal de 67.69 %, en cambio que al aplicarse humus, Bokashi, Vermicompost y casting, presentaron coberturas de 67.78, 71.11, 72.72 y 76.33 %, respectivamente, notándose por tanto que los abonos orgánicos proporcionan una serie de ventajas a los cultivos, como los que señala Trinidad, A. (2008), quien reporta que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características del suelo, como son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados, lo que favorecen para el crecimiento de las hojas y mejoren considerablemente el porcentaje de cobertura basal, ya que además en <http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), se indica que la *Brachiaria brizantha*, presenta una cobertura casi total del suelo, además de tener un crecimiento agresivo lo que permite controlar eficazmente las malezas reduciendo considerablemente el costo de mantenimiento y evitando la erosión.

5. Cobertura aérea

Con relación a la cobertura aérea de la *Brachiaria brizantha*, de acuerdo al análisis de varianza se establecieron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre las medias obtenidas con la aplicación del humus frente al uso del bokashi, ya que las coberturas aéreas observadas fueron de 94.11 % frente a 82.61 %, en su orden, en tanto que las respuestas de las plantas del grupo control, así como con el casting y vermicompost, comparten los dos rangos de significancia establecidos, por cuanto se registraron coberturas aéreas de 86.11, 90.91 y 92.67 %, respectivamente (gráfico 2); lo que demuestra que el humus según Narváez, F. (2010), tiene grandes beneficios para el suelo y la planta; como el de producir un aumento del tamaño de las plantas, protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante todo el año; su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas; además de que produce hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, los cuales estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las plantas, de ahí que posiblemente se mejore la cobertura aérea de la *Brachiaria brizantha*.

Las respuestas obtenidas guardan relación con el estudio de Peralta, A. et al. (2007), quienes con el propósito de caracterizar el desarrollo productivo de gramíneas forrajeras tropicales, determinó que la *brachiaria* en sus diferentes variedades presentan coberturas aéreas entre 84.06 y 92.06 %, aunque también indica, que este pasto a las 9 y 12 semanas de rebrote presentan coberturas aéreas de 99.56 y 100 %, respectivamente, lo que demuestra según <http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), que este pasto es muy apreciado por los ganaderos por su adaptación a diferentes tipos de suelos (incluso pedregosos, arcillosos o arenosos) y climas, además de su alto rendimiento en materia verde.

6. Producción de forraje verde

La mayor producción de forraje verde del pasto *Brachiaria brizantha* se alcanzó cuando se aplicó a la pradera vermicompost, obteniéndose una producción de 85.00 Tn/ha/año, que difiere estadísticamente ($P < 0.05$), con la utilización del

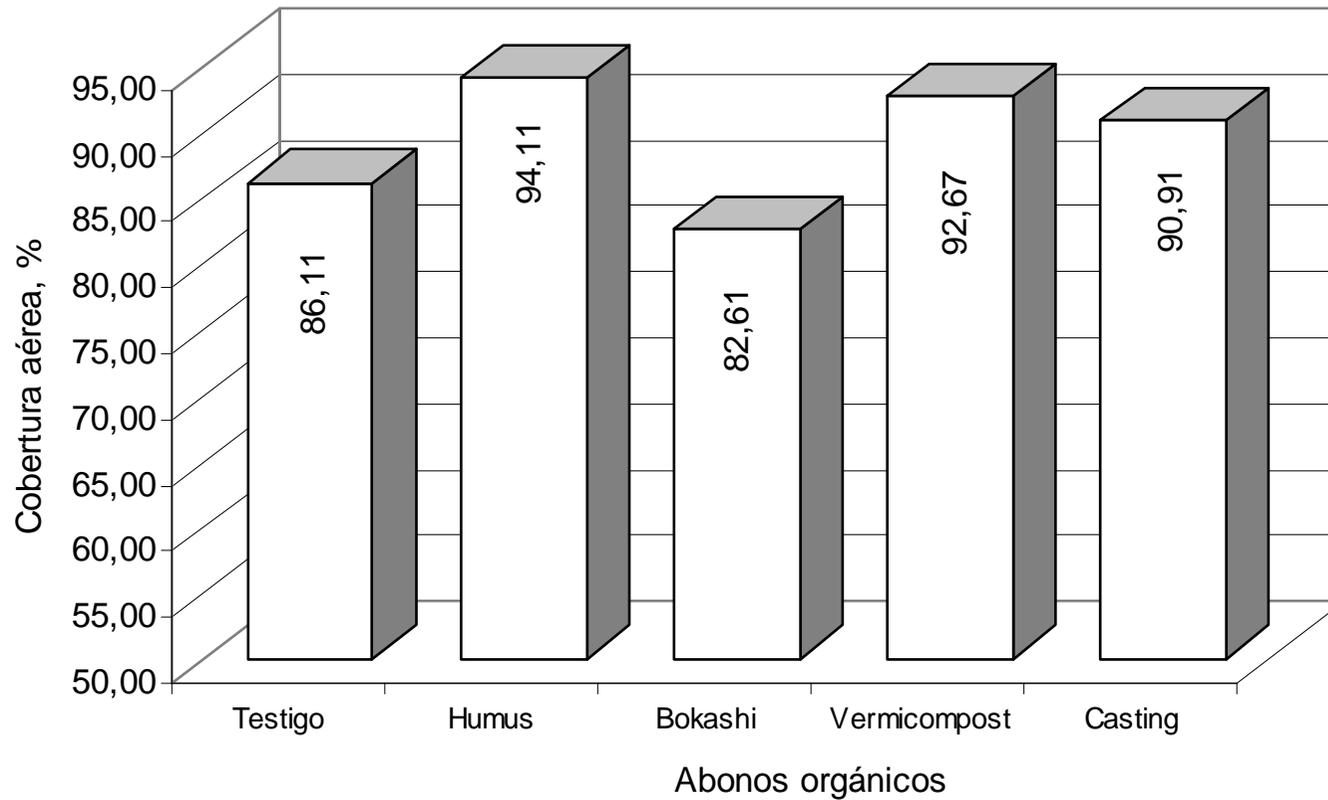


Gráfico 2. Cobertura basal (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

casting cuya producción de forraje verde fue de apenas 61.73 Tn/ha (gráfico 3), que incluso es inferior a las determinadas en las plantas del grupo control de las cuales se obtuvieron 64.00 Tn/ha, en tanto que las respuestas del empleo del humus y del bokashi presentaron respuestas intermedias (67.00 y 79.00 Tn/ha, en su orden), por lo que comparten los dos rangos de significancia establecidos. En base a estas respuestas se puede señalar que con la aplicación del abono orgánico vermicompost, las plantas presentan mejores respuestas productivas, alcanzándose un 32.81 % más de forraje que las plantas del tratamiento control, lo que puede deberse posiblemente a lo que se reporta en <http://econciencia.org>. (2010), donde se señala que el vermicompost, es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta y posee tantos elementos nutritivos, que rinde en fertilidad de 5 a 6 veces más que el estiércol común, ya que además indica que en varios experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellas provenientes de la fertilización con estiércol o abonos químicos.

Los resultados obtenidos presentan ser inferiores comparados con los reportados por <http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), donde se indica que la producción de materia verde de la *Brachiaria brizantha* es de hasta 180 toneladas/hectárea/año; no siendo posible comparar con otras investigaciones, por cuanto la mayoría de trabajos consultados, reportan la producción de forraje de este pasto en materia seca; pero que en todo caso se puede considerar que esta gramínea proporciona una alta cantidad de forraje, además de que proteicamente es alto, ya que Roig, C. (2010), señala que el contenido de proteína bruta promedio es de 10%, oscilando entre 8 y 13%, según la edad del rebrote y la fertilidad del suelo.

7. Producción de forraje en materia seca

Los resultados de la producción de materia seca (MS), no registraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por efecto de los diferentes abonos orgánicos evaluados, sin embargo numéricamente se observó mayores producciones en las plantas de las parcelas que recibieron el bokashi y el vermicompost, ya que presentaron 18.71 y 18.38 Tn/ha, seguidas de aquellas fertilizadas con el casting y las plantas

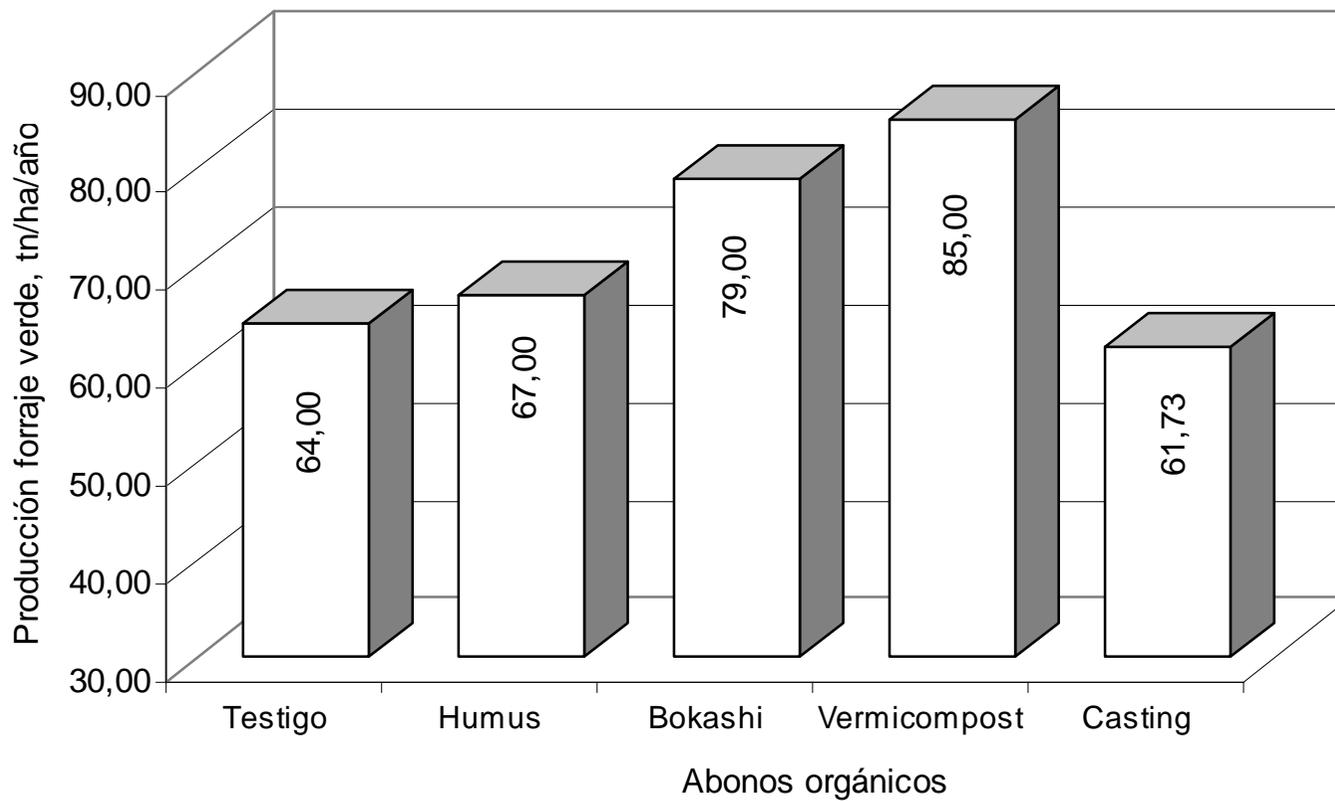


Gráfico 3. Producción de forraje verde (Tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

del grupo control, de las cuales se obtuvieron 16.42 y 16.33 Tn de materia seca/ha, en su orden, pero que son superiores a las alcanzadas en las parcelas fertilizadas con humus, ya que con este sustrato, se obtuvieron únicamente 15.92 Tn/ha, respuestas que confirman que al emplearse los abonos vermicompost y bokashi, las plantas presentaron un mejor desarrollo y productividad, lo que puede deberse a lo que <http://www.emison.com>. (2010), indica que el vermicompost contiene fitohormonas como la auxina, giberalina y citoquinina, que estimulan los procesos biológicos de la planta, actuando además de agentes reguladores del crecimiento, en tanto que el bokashi activa y aumenta la cantidad de microorganismos benéficos para mejorar la condición física y química del suelo, supliendo con nutrientes para el desarrollo de los cultivos, lo que se ve reflejada en la producción de materia seca.

Las respuestas obtenidas guardan relación con las reportadas en <http://biblioteca.catie.ac.cr>. (2010), donde se indica que la producción de forraje varía de acuerdo a la especie de brachiaria, pudiendo obtenerse entre 14.80 y 22.40 Tn de materia seca/ha/año, en cambio son ligeramente inferiores a las reportadas por Lascano, C. (2002), quien indica que en diferentes sitios de Colombia, con fertilidad y clima contrastantes, los promedios de producción de MS variaron entre 25.2 y 33.2 t/ha por año de MS; pero son superiores a los reportados por Roig, C. (2010), y <http://www.semillasmagna.com>. (2010), que indican que la producción de la *Brachiaria brizantha*, puede oscilar entre los 8 y 10 Tn de materia seca por hectárea y por año; por consiguiente se considera que a nivel del oriente ecuatoriano, este pasto presenta producciones de materia seca alentadoras, que permiten mayor facilidad para la crianza y engorde de animales de interés zootécnico, ya que además, por su contenido proteico, se la puede ubicar dentro de uno de los mejores pastos introducidos, por cuanto Roig, C. (2010), indica que produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica, lo que favorece el cubrimiento y el desplazamiento lateral de la gramínea; prosperando en zonas con registros pluviométricos superiores a los 750 mm anuales; se adapta a distintos tipos de suelo, tanto de texturas arenosas como pesadas y con alta capacidad de retención de humedad, como así también a suelos con pH ácido. Además de que

es altamente tolerante al salivazo (chicharrita de los pastos) y compite hábilmente con las malezas hasta erradicarlas.

B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO BRACHIARIA BRIZANTIA EN EL SEGUNDO CORTE DE EVALUACIÓN

1. Altura de la planta

Las alturas de las plantas del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte de evaluación (cuadro 15), no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$), por efecto de los abonos orgánicos utilizados, sin embargo, numéricamente mayor altura de planta (66.51 cm), se alcanzó con el vermicompost, seguidas de las parcelas fertilizadas con humus (64.01 cm), bokashi (61.99 cm) y casting (61.89 cm), que son superiores a las plantas del grupo control que alcanzaron alturas de 53.59 cm, por lo que se considera que al emplearse abonos orgánicos en especial el vermicompost, las plantas presentan un mejor desarrollo, debido posiblemente a lo que manifiesta Cruz, M. (2008), quien sostiene que la mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, ya que no en vano, están considerados universales, por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual sometida.

No se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$) en la altura de la planta por efecto de los abonos orgánicos empleados, tanto en el primer y segundo corte, sin embargo numéricamente al usar casting se establece una diferencia de aproximadamente 10 cm más en el segundo corte, ya que estas fueron de 51.74 y 61.89, respectivamente, en comparación a reportes realizados por otros investigadores se consideran inferiores, de entre los cuales pueden mencionarse a Lascano, C. (2002), que indica que la *Brachiaria brizantha* puede alcanzar hasta 1.60 m de altura, al igual que Peralta, A. et al. (2007), encontraron en diferentes especies de brachiaria, alturas entre 72.63 y 101.88 cm, ratificándose por tanto, que los resultados obtenidos pueden variar debido a las condiciones climáticas

Cuadro 15. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO BRACHIARIA BRIZANTHA EN EL SEGUNDO CORTE, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).

Parámetros	Testigo	Tipos de abono orgánico				Prob.		C.V. (%)
		Humus	Bokashi	Vermicompost	Casting			
Altura de planta, cm	53,59 a	64,01 a	61,99 a	66,51 a	61,89 a	0,124	ns	10,24
Número de tallos por planta, N°	5,99 a	6,45 a	7,06 a	7,19 a	7,42 a	0,261	ns	11,93
Número de hojas por tallo N°	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	1,000	ns	8,61
Cobertura basal, %	77,39 a	84,61 a	76,25 a	79,00 a	79,83 a	0,057	ns	6,53
Cobertura aérea, %	91,06 a	95,33 a	85,92 a	93,94 a	98,75 a	0,123	ns	6,75
Producción forraje verde, Tn/ha/año	64,00 a	71,40 a	77,00 a	85,00 a	67,60 a	0,070	ns	13,64
Producción forraje materia seca, Tn/ha/año	16,33 a	16,96 a	18,23 a	18,38 a	16,42 a	0,563	ns	10,40

Testigo: Sin la aplicación de abono orgánico.

Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas de acuerdo al ADEVA.

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

Fuente: Campos, S. (2010).

reinantes en los períodos de producción, así como a la edad de la planta, entre otras.

2. Número de tallos por planta

Las medias establecidas del número de tallos/planta en el segundo corte de evaluación no presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), por efecto de los abonos orgánicos empleados, aunque numéricamente mayor número de tallos se observaron al emplearse los abonos orgánicos con respecto al grupo control, que presentaron 5.99 tallos/planta, para elevarse a 6.45 con el humus, 7.06 con el bokashi, 7.19 con el vermicompost y 7.42 99 tallos/planta con el casting, valores que guardan relación con respecto a los resultados del primer corte donde se encontraron respuestas entre 6.16 y 7.99 tallos/planta, notándose por tanto que el empleo del abono orgánico favorece el desarrollo de las plantas, aunque no de una manera significativa, pero que en todo caso los resultados obtenidos son ligeramente superiores a las respuestas señaladas por Avellaneda, J. (2010), quien indica que la *Brachiaria brizantha* presenta 5.50 tallos/planta.

3. Número de hojas por tallo

Respecto a la cantidad de hojas/tallo, en el pasto *Brachiaria brizantha*, a pesar de las diferencias obtenidas en las respuestas experimentales, se registraron que estas mostraron 5.67 hojas/tallo en todos los grupos evaluados, lo que demuestra que las plantas presentaron un similar comportamiento cuando se incorpora al suelo abono orgánico, aunque de acuerdo al análisis inicial del suelo, este contiene una considerable cantidad de materia orgánica (3.0 %), por lo que las plantas del grupo control, también presentaron similar número de hojas/tallo; además, estas respuestas guardan similitud con relación a las obtenidas en el primer corte evaluado, donde se observaron entre 5.13 y 5.67 hojas/tallo, valores que son ligeramente superiores a las determinadas por Avellaneda, J. (2010), ya que a través de su reporte se tendría que la *Brachiaria brizantha* tiene aproximadamente 3.72 hojas/tallo, y que cada hoja, alcanzan longitudes de 60 cm de longitud por 2 cm de ancho, lo que hace que de este pasto se tengan elevadas producciones de forraje, que según <http://www.huallamayo.com.pe>. (2010),

presenta una palatabilidad: excelente especialmente para vacunos y rumiantes menores.

4. Cobertura basal

Las respuestas de cobertura basal del pasto *Brachiaria brizantha* no registraron diferencias estadísticas ($P>0.05$), por efecto de los abonos orgánicos evaluados, aunque numéricamente las respuestas fluctuaron entre 76.25 y 84.61 %, que corresponden a las plantas fertilizadas con bokashi y humus respectivamente, valores que son superiores respecto a las coberturas registradas en el primer corte que variaron entre 67.69 y 76.33 %, pero que en todo caso, en ambos cortes se observaron que existe una mayor cobertura basal en las plantas que recibieron la fertilización orgánica, respecto al grupo testigo (sin fertilización), notándose por tanto que los abonos orgánicos proporcionan una serie de ventajas a los cultivos, como los que señala Trinidad, A. (2008), quien indica que con la aplicación de abonos orgánicos al suelo, este se mejora en la estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, entre otros, lo que favorece el desarrollo de las plantas y por consiguiente el crecimiento de las hojas y se el porcentaje de cobertura basal, ya que la *Brachiaria brizantha*, presenta una cobertura casi total del suelo.

5. Cobertura aérea

Las respuestas obtenidas de cobertura aérea del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte de evaluación no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$), aunque numéricamente estas variaron entre 85.92 % con el empleo del bokashi y el 98.75 % con el casting, respuestas que son superiores con relación a las observadas en el primer corte donde se determinó que estas variaron entre el 82.61 y el 94.11 %, lo que puede deberse principalmente a que los abonos orgánicos según <http://www.vermiorganicos.net>. (2010), son de acción lenta, pues proporcionan nitrógeno orgánico que debe ser transformado en inorgánico por las bacterias del suelo antes de ser absorbido por las raíces, por lo que efectúan un suministro continuo de alimento a las plantas por mucho tiempo, reflejándose por tanto, mejores coberturas aéreas en el segundo corte de evaluación, ya que

además <http://www.infojardin.com> (2010), reporta que los abonos orgánicos aportan nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.), lentamente para las plantas a medida que se descomponen, a la vez que producen activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorecer la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente los índices productivos de los cultivos.

6. Producción de forraje verde

La producción de forraje verde en el segundo corte de evaluación, con la utilización del abono orgánico se incrementó con respecto al grupo control, ya que de 64.00 Tn/ha/año, se elevó a 67.60 Tn/ha/año con el empleo del casting, a 71.40 Tn/ha con el humus, 77.00 Tn/ha con el bokashi y 85.00 Tn/ha con la aplicación del vermicompost, pero que sin embargo de existir estas variaciones numéricas, no existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre estas respuestas, sin embargo se confirma lo que señala Cervantes, M. (2010), quien sostiene que el abono orgánico, tiene un elevado contenido de aminoácidos libres, que actúan como activadores del desarrollo vegetativo.

Por otra parte, comparando las respuestas obtenidas del segundo corte con el primero, las variaciones observadas son similares, pues se registraron que estas variaron entre 64.00 y 85.00 Tn/ha/año que corresponde al tratamiento control y a la aplicación de vermicompost, respectivamente, manteniéndose por tanto que existe una producción de forraje verde superior en el 32.81 %, lo que puede deberse posiblemente a lo que se señala en <http://www.emison.com>. (2010), en que el vermicompost es un abono rico en fitohormonas, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta, elevando su desarrollo foliar principalmente, además, se confirma lo reportado por Fernández, J. (2008), quien indica que en experimentos efectuados con vermicompost en distintas especies de plantas, demostraron el aumento calidad y cantidad de las cosechas en comparación con la fertilización con estiércol o abonos químicos, pues en base a resultados, después de varios años de experimentación, registró que el primer año el incremento logrado con vermicompost fue de 250%, el segundo 100% y el tercero 70%.

7. Producción de forraje en materia seca

Los resultados de la producción de materia seca (MS), en el segundo corte, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por efecto de los diferentes abonos orgánicos evaluados, aunque numéricamente se encontró mayores producciones con el empleo del vermicompost y el bokashi, pues se consiguieron 18.38 y 18.23 Tn de materia seca/ha/año, a diferencia de las parcelas fertilizadas con humus y casting de las cuales se obtuvieron 16.96 y 16.42 Tn de materia seca/ha/año, en su orden, pero que en todo caso, son superiores a las alcanzadas en las parcelas del grupo control (sin fertilización); que registraron la menor producción con 16.33 Tn de materia seca/ha/año (gráfico 4), por lo que se confirma lo que se reporta en <http://www.infojardin.com> (2010), donde se indica que la aplicación de abonos orgánicos resulta beneficioso para el suelo y para la planta, por cuanto aporta nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone, a la vez que produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de forraje.

Comparando las respuestas obtenidas en primer corte con el segundo, se establece que estas son similares, ya que las variaciones de producción fueron entre 15.92 y 18.71 Tn de materia seca/ha/año en el primer corte y de 16.33 a 18.38 Tn/ha en el segundo corte, además, las respuestas alcanzadas guardan relación con las reportadas en <http://biblioteca.catie.ac.cr>. (2010), donde se indica que la producción de forraje varía de acuerdo a la especie de brachiaria, pudiendo obtenerse entre 14.80 y 22.40 Tn de materia seca/ha/año, pero son superiores a los reportados por Roig, C. (2010), y <http://www.semillasmagna.com>. (2010), que indican que la producción de la *Brachiaria brizantha*, puede oscilar entre los 8 y 10 Tn de materia seca por hectárea y por año; pero que en todo caso se establece que con la aplicación de los abonos orgánicos, en especial el vermicompost y el bokashi mejoran la producción de forraje en materia seca del pasto *Brachiaria brizantha*.

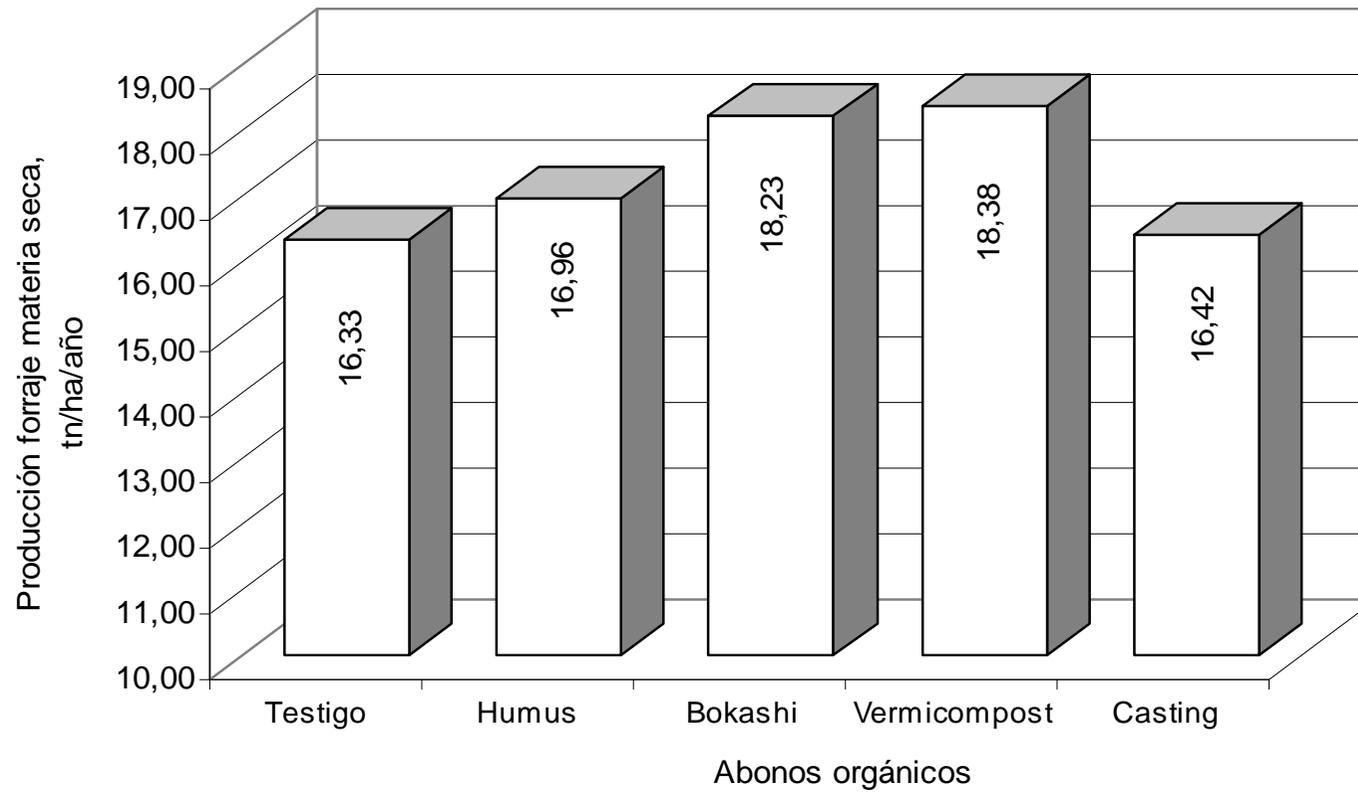


Gráfico 4. Producción de forraje en materia seca (Tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte de evaluación, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting)

C. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO *Brachiaria brizantha* PROMEDIO DE DOS CORTES CONSECUTIVOS DE EVALUACIÓN

1. Altura de la planta

Las medias de la altura de planta del pasto *Brachiaria brizantha* en los dos cortes consecutivos (cuadro 16), no registraron diferencias estadísticas, aunque numéricamente se observaron las mayores alturas (65.95 cm), en las plantas de las parcelas fertilizadas con vermicompost, en cambio que la menor altura (53.78 cm), se observó en las plantas del tratamiento control, lo que demuestra que las plantas adquirieron un mejor desarrollo cuando se utilizó fertilización con abono orgánico, lo que puede deberse a lo que reporta Rodríguez, P. (2005), quien indica que la aplicación de abonos orgánicos a las plantas, por estar compuestos por numerosos productos de origen animal, vegetal y microbiano, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, aunque las respuestas obtenidas presentan ser inferiores a las indicadas por Peralta, A. et al. (2007), quienes señalan que las diferentes especies de brachiaria, presentan alturas entre 72.63 y 101.88 cm, diferencia que puede deberse a que en el presente trabajo, se evaluó las plantas de parcelas que estuvieron establecidas durante algunos años, ya que además, los mismos investigadores, señalan que el comportamiento de este pasto pueden variar debido a las condiciones climáticas reinantes en los períodos de producción, así como a la edad de la planta, entre otras.

2. Número de tallos por planta

Las medias de los dos cortes de evaluación con respecto al número de tallos por planta no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), por efecto de los abonos orgánicos empleados, aunque numéricamente se registró que con la aplicación de humus las plantas presentaron un menor número de tallos (6.39 tallos/planta), al igual que las parcelas del grupo control (6.57 tallos/planta); en cambio, con el empleo del casting y el vermicompost, el pasto *Brachiaria brizantha* presentó 7.71 y 7.36 tallos/planta, respectivamente (gráfico 5), siendo estos resultados superiores a las respuestas señaladas por Avellaneda, J. (2010), quien indica que

Cuadro 16. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO BRACHIARIA BRIZANTHA, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS, BOKASHI, VERMICOMPOST Y CASTING).

Parámetros	Testigo	Tipos de abono orgánico				Prob.		C.V. (%)
		Humus	Bokashi	Vermicompost	Casting			
Altura de planta, cm	53,78 a	61,95 a	61,48 a	65,95 a	56,81 a	0,196	ns	10,91
Número de tallos por planta, N°	6,57 a	6,39 a	6,61 a	7,36 a	7,71 a	0,237	ns	11,31
Número de hojas por tallo N°	5,60 a	5,67 a	5,40 a	5,43 a	5,60 a	0,675	ns	6,21
Cobertura basal, %	72,54 a	76,20 a	73,68 a	75,86 a	70,09 a	0,142	ns	3,88
Cobertura aérea, %	88,59 ab	94,73 a	84,26 b	93,31 a	94,83 a	0,012	*	5,36
Producción forraje verde, Tn/ha/año	64,00 b	69,20 ab	78,00 ab	85,00 a	64,66 b	0,022	*	13,85
Producción forraje materia seca, Tn/ha/año	16,33 a	16,44 a	18,47 a	18,38 a	16,42 a	0,494	ns	11,14

Testigo: Sin la aplicación de abono orgánico.

Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,05: Existen diferencias significativas.

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

Fuente: Campos, S. (2010).

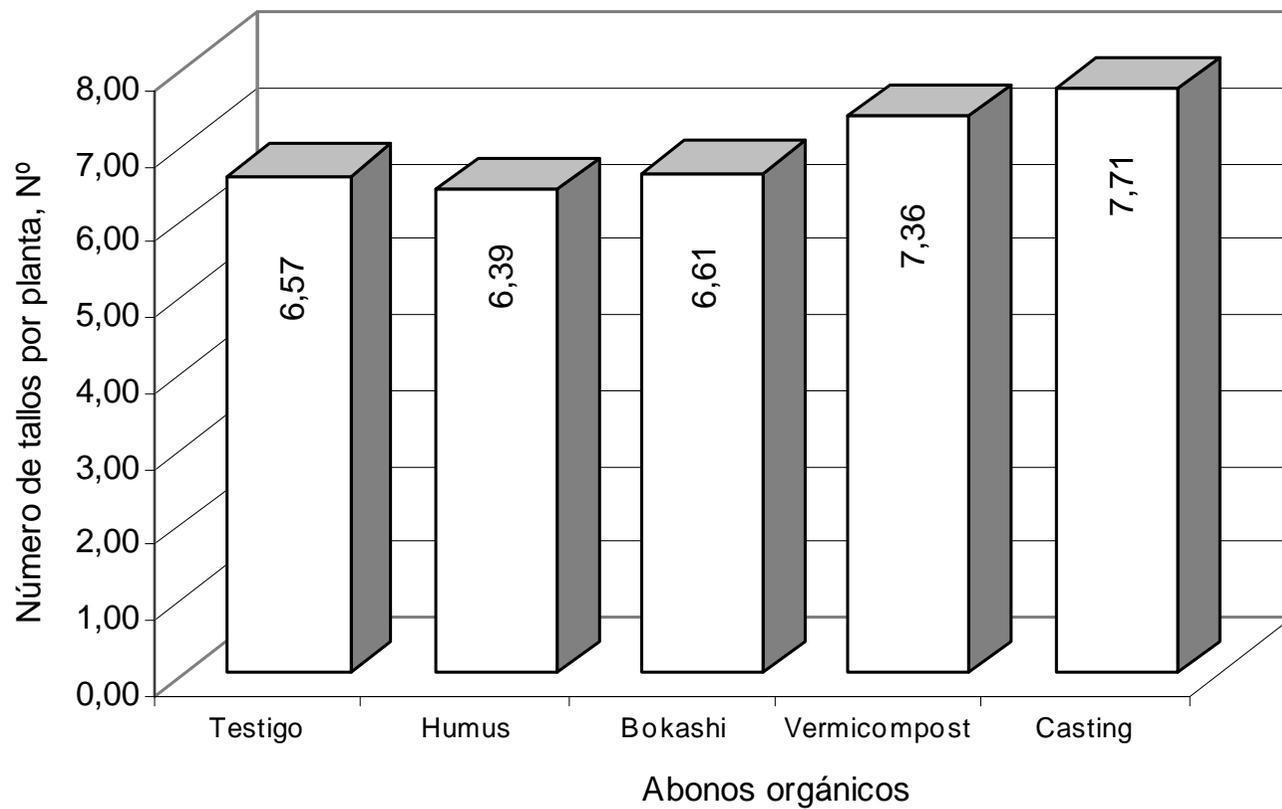


Gráfico 5. Número de tallos por planta (Nº), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

la *Brachiaria brizantha* presenta 5.50 tallos/planta, diferencias que pueden deberse principalmente a que el empleo de abonos orgánicos según <http://www.emison.com>. (2010), contienen fitohormonas como la auxina, giberalina y citoquinina, sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos, e incentivan el desarrollo de planta, además de que también parece que influyeron en las respuestas el contenido de materia orgánica presente en el suelo, ya que según los análisis realizados, este posee el 3.0% de materia orgánica, que según el laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH (2010), son considerados de calidad media, de ahí que las parcelas que no recibieron fertilización (grupo control), presentaron similar número de tallos con respecto al empleo del humus (6.57 y 6.39 tallos/planta, respectivamente).

3. Número de hojas por tallo

La cantidad de hojas/tallo, en el pasto *Brachiaria brizantha*, por efecto de los abonos orgánicos empleados, las medias encontradas en los dos cortes consecutivos, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por cuanto se establecieron variaciones entre 5.40 y 5.67 hojas por tallo, que corresponden a las plantas fertilizadas con bokashi y humus respectivamente, que son los dos casos extremos, ya que el resto de tratamientos experimentales, presentan respuestas entre estas como se puede ver en el gráfico 6, lo que demuestra que las plantas presentaron un similar comportamiento. Comparando los valores obtenidos con las señas por Avellaneda, J. (2010), se puede indicar que el número de hojas/tallo registrados son superiores a las determinadas por este investigador, ya que a través de su reporte la *Brachiaria brizantha* tiene aproximadamente 3.72 hojas/tallo, debido a que indica que este pasto, presenta 5.50 tallos/planta y un total de 20.50 hojas/planta, recalándose además, que en estas respuestas pudo influir el contenido de materia orgánica presente en el suelo.

4. Cobertura basal

Los abonos orgánicos empleados no influyeron en la cobertura basal, por cuanto las medias determinadas no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$),

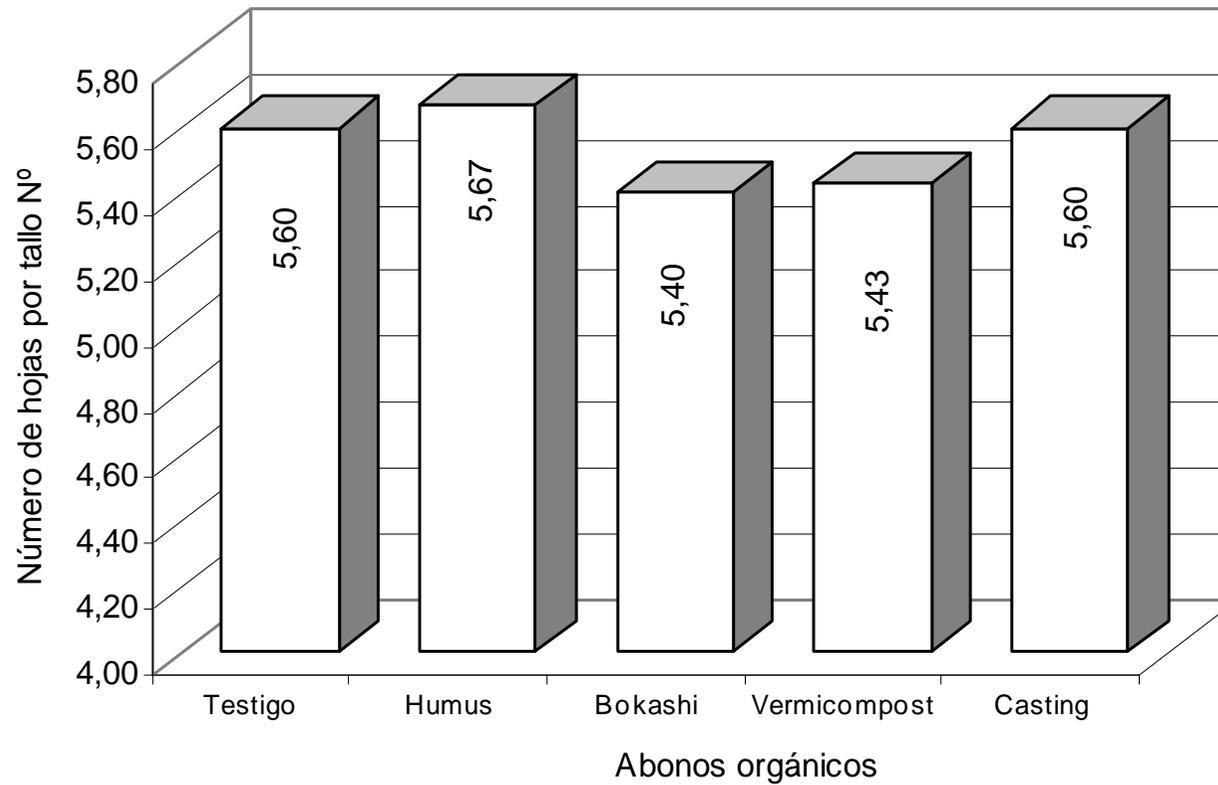


Gráfico 6. Número de hojas por tallo (Nº), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

aunque numéricamente se puede advertir que mayores coberturas se observaron (76.20, 73.68 y 75.86 %), cuando se emplearon humus, vermicompost y bokashi, en su orden, en cambio que las plantas del grupo control y en las que se aplicó el casting presentaron menores respuestas con 72.54 y 70.09 % de cobertura basal (gráfico 7), pero que estadísticamente se consideran que estas respuestas son similares, debiendo anotarse, que en estas respuestas pudo haber influido el contenido de materia orgánica del suelo, y las características propias del pasto, por cuanto <http://mundo-pecuario.com>. (2010), sostiene que la *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne provista de tallos más o menos erectos, y produce forraje de buena calidad. Además, de que Lascano, C. (2002), manifiesta que este pasto produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en estrecho contacto con el suelo, bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica, lo cual favorece el cubrimiento y el desplazamiento lateral de la gramínea.

5. Cobertura aérea

Las respuestas alcanzadas de la cobertura aérea en el pasto *Brachiaria brizantha* se vio favorecida con el empleo de los abonos orgánicos casting, humus y vermicompost ya que se registraron coberturas aéreas de 94.83, 94.73 y 93.31 %, que difieren significativamente ($P < 0.05$), con la respuestas presentada al emplearse el bokashi que registró la menor cobertura aérea con 84.26 % (gráfico 8), siendo inclusive inferior a la determinada en las plantas del grupo control (88.59 %), lo que demuestra que el casting, humus y vermicompost según Narváez, F. (2010), son considerados los mejores abonos orgánicos ya que provienen de la intermediación de las lombrices, y que proporcionan grandes beneficios para el suelo y la planta; como el de producir un aumento del tamaño de las plantas, debido a que producen hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, los cuales estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las plantas, de ahí que posiblemente se mejore la cobertura aérea de la *Brachiaria brizantha*.

Las respuestas obtenidas guardan relación con el estudio de Peralta, A. et al. (2007), quienes con el propósito de caracterizar el desarrollo productivo de

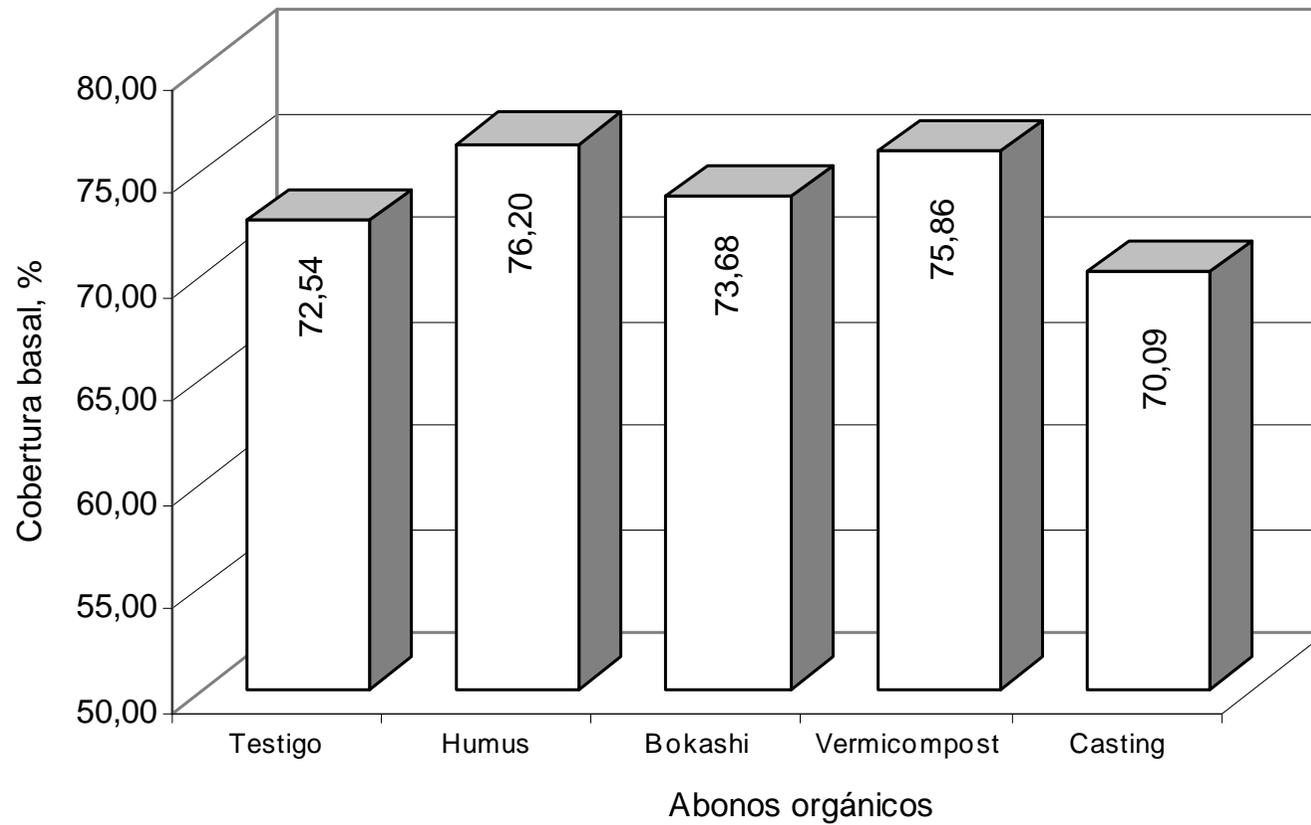


Gráfico 7. Cobertura basal (%), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

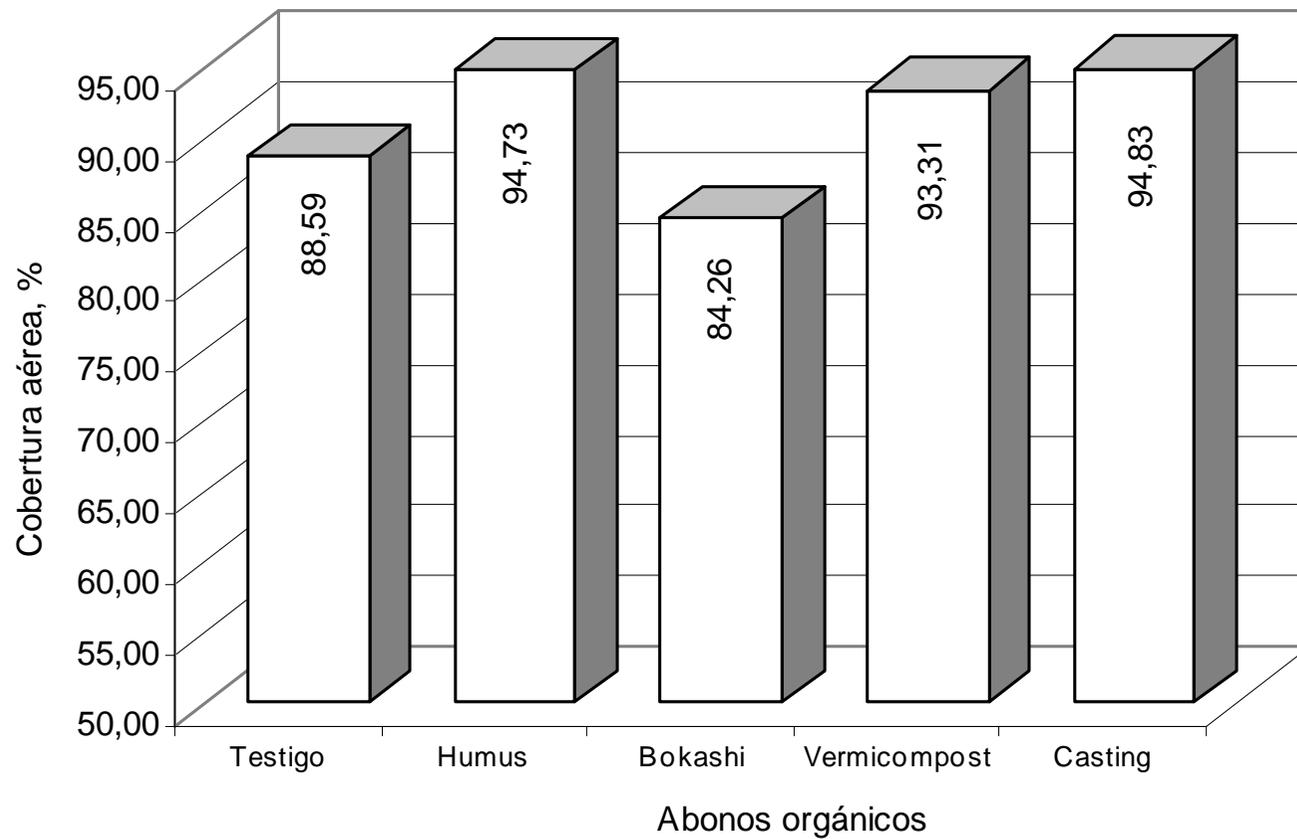


Gráfico 8. Cobertura aérea (%), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

gramíneas forrajeras tropicales, determinaron que la *Brachiaria* en sus diferentes variedades presentan coberturas aéreas entre 84.06 y 92.06.

6. Producción de forraje verde

La producción de materia verde de las pastizales con el empleo del vermicompost (85.00 Tn/ha/año), difiere estadísticamente con las producciones alcanzadas por las praderas del grupo control y en las que se aplicó el casting, por cuanto se alcanzaron 64.00 y 64.66 Tn/ha/año, respectivamente, en cambio que al utilizarse el humus y el bokashi las respuestas obtenidas fueron de 69.20 y 78.00 Tn/ha/año, en su orden (gráfico 9), por lo que comparten los dos rangos de significancia establecidos, por lo que en base a estas respuestas se puede indicar que con la aplicación del abono orgánico vermicompost, se obtienen mejores respuestas productivas, alcanzándose 21 % más de forraje que las plantas del tratamiento control, debido posiblemente a que en <http://econciencia.org>. (2010), se señala que el vermicompost, es un abono rico en fitohormonas, sustancias que estimulan los procesos biológicos de la planta y posee tantos elementos nutritivos, que rinde en fertilidad de 5 a 6 veces más que otros abonos orgánicos; aunque en el presente trabajo, presenta similares efectos estadísticamente que el humus y el bokashi, aunque numéricamente las cantidades sean diferentes.

Estas respuestas obtenidas, presentan ser inferiores comparadas con el reporte de <http://www.huallamayo.com.pe>. (2010), donde se indica que la producción de materia verde de la *Brachiaria brizantha* es de hasta 180 toneladas/hectárea/año; dependiendo exclusivamente de las condiciones climáticas reinantes en los períodos de producción, así como a la edad de la planta, y otros factores que pueden influir; además, no es posible comparar con otras investigaciones, por cuanto la mayoría de trabajos consultados, reportan la producción de forraje de este pasto en materia seca, por lo que se consideran estos valores como referenciales, ya que además en el país no se han hecho evaluaciones de las características agroproductivas de este pasto.

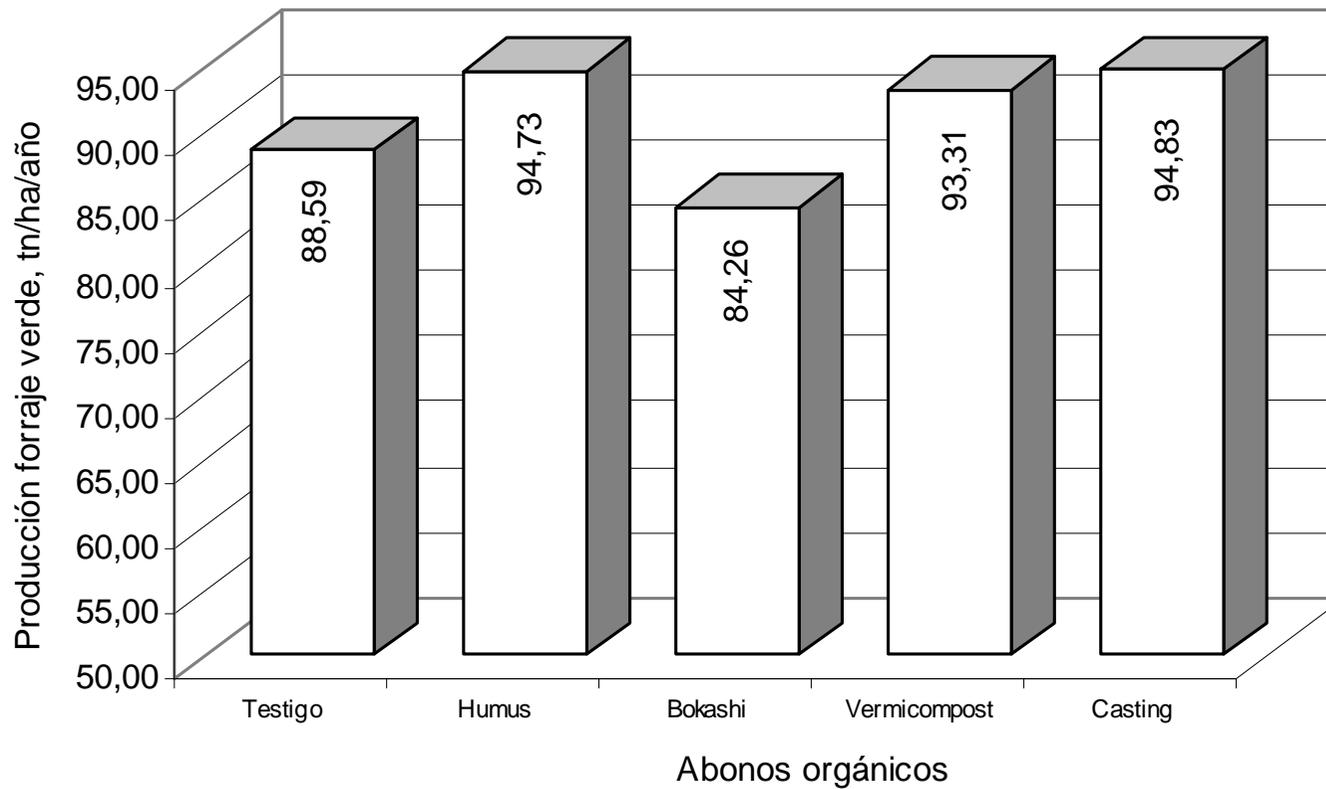


Gráfico 9. Producción de forraje verde (Tn/ha/año), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

7. Producción de forraje en materia seca

Las medias de las producciones de forraje en materia seca por efecto de los diferentes abonos orgánicos evaluados, no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), aunque numéricamente se alcanzaron mejores respuestas con el empleo del bokashi y el vermicompost con 18.47 y 18.38 Tn de materia seca/ha/año, a diferencia de las producciones registradas por las plantas fertilizadas con humus, casting y las del grupo control, que registraron producciones de 16.44, 16.42 y 16.33 Tn de materia seca/ha/año (gráfico 10), notándose por tanto que el empleo del bokashi y el vermicompost presentan mayores respuestas productivas, cercanas a 2 Tn/ha/año de materia seca, que es representativo para el productor agropecuario; pudiendo deberse esta superioridad a lo que <http://www.emison.com>. (2010), indican en que el vermicompost contiene fitohormonas como la auxina, giberalina y citoquinina, que estimulan los procesos biológicos de la planta, actuando además de agentes reguladores del crecimiento, en tanto que el bokashi activa y aumenta la cantidad de microorganismos benéficos para mejorar la condición física y química del suelo, supliendo con nutrientes para el desarrollo de los cultivos, lo que se ve reflejada en la producción de materia seca.

Comparando las respuestas obtenidas con las reportadas en <http://biblioteca.catie.ac.cr>. (2010), se establece que guardan relación, ya que en este sitio de Internet, se indica que la producción de forraje de la *Brachiaria*, es entre 14.80 y 22.40 Tn de materia seca/ha/año, en cambio son superiores a los reportados por Roig, C. (2010), y <http://www.semillasmagna.com>. (2010), que indican que la producción de la *Brachiaria brizantha*, puede oscilar entre los 8 y 10 Tn de materia seca por hectárea y por año.

D. CALIDAD DEL SUELO AL FINAL DE LA EVALUACIÓN

Comparando los resultados del análisis del suelo al inicio de la investigación con los registrados al final de la misma reportados por el Laboratorio de Suelos, de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH (2010), que se indican en el cuadro 17, se puede manifestar que al aplicar el fertilizante orgánico, el pH tiende

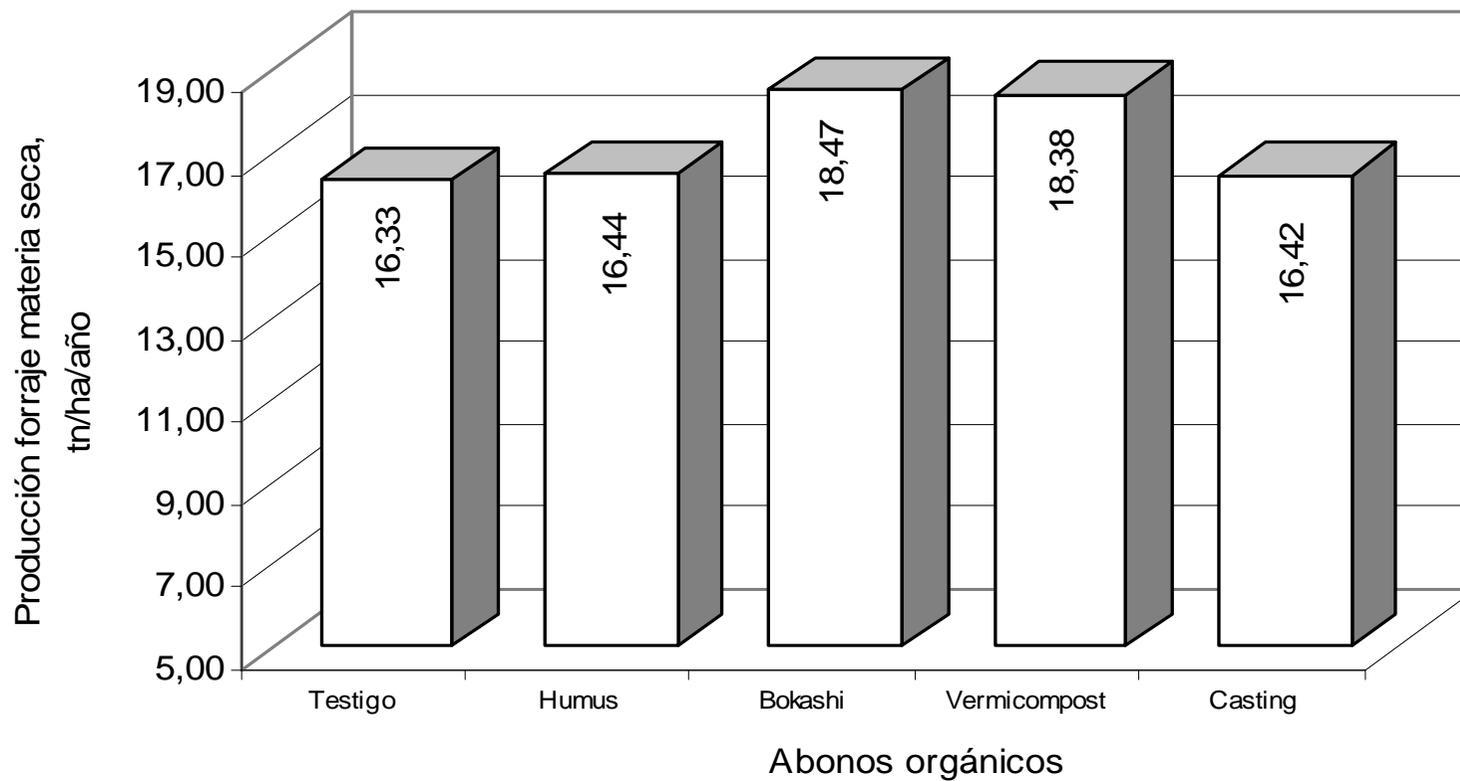


Gráfico 10. Producción de forraje en materia seca (Tn/ha/año), promedio de dos cortes consecutivos del pasto *Brachiaria brizantha*, bajo el efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

Cuadro 17. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO DE LOS PASTIZALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PASTAZA.

Característica	Medida o contenido		Calidad	
	Inicial	Final	Inicial	Final
pH	6.1	5.2	Ligeramente ácido	Ligeramente ácido
NH ₄ , ppm	30.2	106.8	Medio	Alto
P ₂ O ₅ , ppm	1.2	5.4	Bajo	Bajo
K ₂ O, Meq/100 g	2.1	0.46	Alto	Alto
MgO, Meq/100 g	0.76	3.5	Alto	Alto
Humedad, %	78.0	56.5		
Materia orgánica, %	3.0	3.0	Medio	Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos, FRN-ESPOCH (2010).

a reducirse, convirtiendo al suelo ligeramente más ácido, respuesta que contradice lo señalado por Cruz, M. (2008), quien indica que con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tiende a aumentar.

El empleo de abono orgánico propició una mayor disposición de NH₄, ya que de una cantidad inicial de 30.2 ppm se elevó a 106.8 ppm, por lo que la calidad considerada media, se elevó a alta, lo que concuerda con lo indicado por Cruz, M. (2008), quien señala las características químicas del suelo se cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos, incrementando el porcentaje de nitrógeno total, y la concentración de sales, como se ve a continuación:

El P₂O₅, se elevó de 1.2 a 5.4, aunque respecto a los valores referenciales de calidad se sigue considerando bajo.

De igual manera la cantidad de MgO, se elevó de 0.76 a 3.5 Meq/100 g, aunque estos valores se consideran como altos.

La cantidad de K₂O, por el contrario de las anteriores, este se vio disminuido ya que de una condición inicial de 2.1 Meq/100 g, se redujo a 0.46 Meq/100 g, pero que en base al reporte citado, los dos valores se consideran como altos.

La humedad de los suelos, disminuyó de 78.0 % a 56.5 %, comportamiento que concuerda con lo señalado por Cervantes, M. (2010), quien indica que el abono orgánico mejora la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación, aunque se contradice al señalar que aumentan la retención de agua en el suelo.

En tanto que el contenido de materia orgánica no se modificó, ya que tanto al inicio como al final del estudio, el suelo presentó un contenido de 3 %.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

Realizando el análisis económico de la producción de forraje verde del pasto *Brachiaria brizantha* durante un año de ejercicio económico (cuadro 18), se determinó que la mayor rentabilidad se alcanzó en las praderas sin la utilización del abono orgánico, con el cual se obtuvo un beneficio/costo de 1.73, que representa que por cada dólar USD invertido, se espera obtener una rentabilidad de 73 centavos USD, debido posiblemente a que las producciones alcanzadas pueden ser efecto del contenido de materia orgánica en el suelo, en tanto que al aplicar el abono orgánico, por los rubros económicos que representan esta actividad, a pesar de haberse incrementado la producción de forraje, los egresos son mayores, por lo que se reduce la rentabilidad, pero, comparando los diferentes abonos orgánicos empleados, se determinó que al utilizarse el bokashi como el vermicompost presentan las mejores respuestas económicas, alcanzándose beneficios/costos de 1.28, o una rentabilidad del 28 %, en ambos casos, que se redujo al 9 % con la utilización del humus y con el casting se logra recuperar la inversión teniendo adicionalmente una rentabilidad de apenas el 1 %, por lo que en base a estas respuestas resulta conveniente utilizar los abonos orgánicos bokashi o vermicompost, en la producción de forraje verde *Brachiaria brizantha*.

Cuadro 18. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL PASTO BRACHIARIA BRIZANTHA, POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS..

Parámetros	Tipos de abono orgánico					
	Testigo	Humus	Bokashi	Vermicompost	Casting	
Egresos						
Semilla, \$	1	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
Mano de obra, \$	2	192,00	192,00	192,00	192,00	192,00
Abono, \$	3	0,00	800,00	720,00	880,00	800,00
Uso del terreno, \$	4	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Total Egresos		1112,00	1912,00	1832,00	1992,00	1912,00
Producción de forraje, tn/ha/año		64,00	69,20	78,00	85,00	64,66
Ingreso por venta de forraje, \$	5	1920,00	2076,00	2340,00	2550,00	1939,89
Beneficio/Costo		1,73	1,09	1,28	1,28	1,01

1: \$0,02 por planta; aproximadamente, 40 000 plantas/ha

2: Jornal \$80,00 mensuales.

4: \$ 50.00 mensuales.

5: \$ 0,03 cada kg de forraje verde.

Fuente: Campos, S. (2010).

3: Costo kg de abono:

Humus \$ 0,20

Bokashi \$ 0,18

Vermicompost \$ 0,22

V. CONCLUSIONES

- Durante el primer corte de evaluación del pasto *Brachiaria brizantha*, el empleo de los diferentes abonos orgánicos influyó únicamente en la cobertura aérea y la producción de forraje verde, alcanzándose mejores respuestas en el primer caso con el uso del humus (94.11 Tn), y con el vermicompost la mayor producción (85.00 Tn de forraje verde/ha/año).
- La evaluación estadística de los parámetros considerados en el segundo corte, mostraron que no influyeron los diferentes abonos orgánicos evaluados en el comportamiento agronómico del pasto.
- En los dos cortes evaluados, se estableció que el pasto *Brachiaria brizantha* presenta altura de planta de 53.78 a 65.95 cm, entre 6.39 y 7.71 tallos/planta, con 5.40 a 5.67 hojas/tallo, coberturas basales de 70.09 a 76.20 % y cobertura aérea entre 84.26 y 94.83 %.
- Tomando en consideración las respuestas de los dos cortes se registró que la mayor producción de materia seca se consiguió con la aplicación de bokashi, con 18.47 Tn/ha/año, mientras que la menor producción se obtuvo con el vermicompost con 18.38 Tn/ha/año.
- La aplicación de abonos orgánicos modifica al suelo, reduciendo el pH, y la cantidad de K₂O y humedad, en cambio eleva los contenidos de NH₄, P₂O₅ y MgO
- El análisis económico determinó que sin fertilización se alcanza un beneficio/costo de 1.73, pero al comparar entre los abonos orgánicos empleados, las rentabilidades más altas se consiguieron al utilizarse el bokashi y el vermicompost (28 %, en ambos casos), no así con uso del casting que presentó un beneficio/costo de apenas 1.01.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente experimento, en el comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha*, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Utilizar los abonos orgánicos bokashi o vermicompost 4 Tn/ha, en forma basal en praderas establecidas del pasto *Brachiaria brizantha*, por cuanto las producciones de forraje verde son similares y se registraron las mayores rentabilidades económicas (B/C de 1.28, en ambos casos).
- Replicar el presente trabajo de la evaluación de diferentes abonos orgánicos, pero midiendo su efecto a partir de la siembra mediante la utilización de semilla.
- Continuar con el estudio de la *Brachiaria brizantha*, por cuanto a nivel nacional, no existen reportes de su comportamiento agrobotánico ni productivo, para de esta forma disponer información técnica de este pasto.
- Realizar nuevas investigaciones en *Brachiaria brizantha* utilizando humus, bokashi, vermicompost y casting con dosis de aplicación superiores a 4Tn/ha.

VII. LITERATURA CITADA

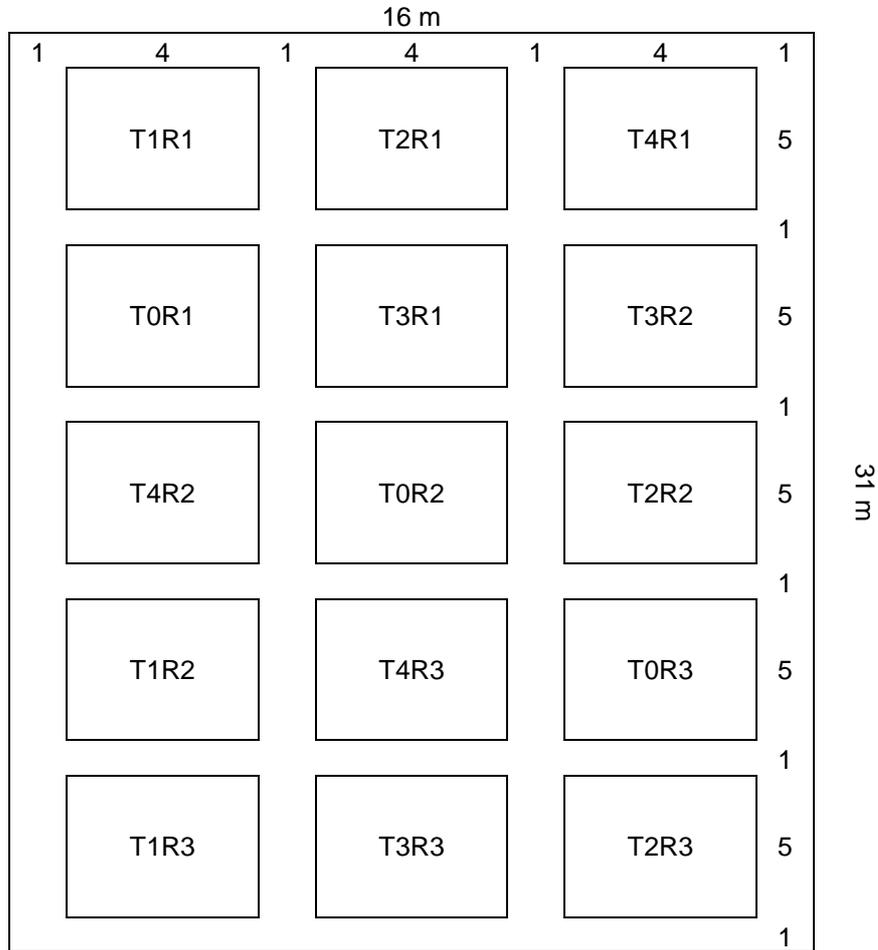
1. CRUZ, M. 2008. Abonos orgánicos. Informe Técnico. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Chapingo, Estado de México. p 129.
2. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2008. Laboratorio de Suelos. Reporte de resultados del análisis de las condiciones del suelo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
3. FERNÁNDEZ, J. 2008. Valoración de la efectividad de vermicomposts de residuos vitivinícolas y oleícolas en el control de plaguicidas en suelos. Tesis de Grado. Universidad de Granada. España. pp 23 – 28.
4. <http://biblioteca.catie.ac.cr>. 2010. Comportamiento productivo de diferentes brachiarias. Turrialba: Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas.
5. <http://bioabitat.terra.org>. 2009. Lombricultura.
6. <http://bocashi.wordpress.com>. 2010. Bocashi rural (abono, enmienda) vs. Bocashi urbano (precompostaje de restos de cocina).
7. <http://econciencia.org>. 2010. Reciclaje orgánico.
8. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Abono orgánico.
9. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Humus.
10. <http://inforganic.com>. 2010. El Bokashi o materia orgánica fermentada.
11. <http://mundo-pecuario.com>. 2010. Marandú o brizantha - *Brachiaria brizantha*.
12. <http://organicsa.net>. 2010. Producción de Bokashi.

13. <http://organicsa.net>. 2010. Producción de Bokashi.
14. <http://tiempo.meteored.com>. 2010. El Tiempo en el Puyo.
15. <http://webapp.ciat.cgiar.org>. 2002. Lascano, C. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 2 6110). Villavicencio, Colombia.
16. <http://www.agronet.com.mx>. 2010. Benítez, J. ¿Qué es el humus de lombriz?.
17. <http://www.blogger.com>. 2008. Loaiza; J. Compostaje y humus de lombriz: lombricultivos caferal Producción de abono lombricompuesto (humus líquido y sólido) y manejo de residuos orgánicos de pequeñas poblaciones.
18. <http://www.emison.com>. 2010. Lombricultura.
19. <http://www.fao.org>. 2010. Uso del Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* ¿CIAT 26110?), en Honduras.
20. <http://www.feriasaraucaia.cl>. 2010. Narváez, F. Humus de lombriz.
21. <http://www.fubiomi.org.do>. 2008. Humus de lombriz, casting.
22. <http://www.gatfertilizados.com>. 2005. Rodríguez, P. Contenido de nutrientes en los fertilizantes.
23. <http://www.huallamayo.com>. 2010. *Brachiaria brizantha* Marandu. Ficha técnica.
24. <http://www.infoagro.com>. 2008. Abonos Orgánicos.
25. <http://www.infoagro.com>. 2010. Cervantes, M. Abonos orgánicos.

26. <http://www.infogranjas.com.ar>. 2010. Clarke, E. Manejo de pasturas.
27. <http://www.infojardin.com>. 2010. Humus de lombriz: ¿cómo producir lombricompost?.
28. <http://www.inta.gov.ar>. 2010. Roig, C. *Brachiaria brizantha* cv Marandú
29. <http://www.ipni.net>. 2009. Fertilización de forrajeras: Algunas consideraciones para 2009.
30. <http://www.manualdelombricultura.com>. 2008. Manual de Lombricultura.
31. <http://www.produccion-animal.com.ar>. 2007. Peralta, A., Carrillo, S., Hernández, H. y Porfirio, N. Características morfológicas y productivas, en etapa de producción, para ocho gramíneas forrajeras Tropicales.
32. <http://www.reboreda.es>. 2010. Shintani, M. Bokashi. (Abono orgánico fermentado).
33. <http://www.semillasmagna.com>. 2010. *Brachiaria brizantha*.
34. <http://www.spikerwormandcasting.com>. 2008. Las lombrices y el casting.
35. <http://www.tmecc.org>. 2008. Producción de casting.
36. <http://www.uteq.edu.ec>. 2010. Avellaneda, J. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de brachiaria en diferentes edades de cosecha.
37. <http://www.vermiorganicos.net>. 2010. Vermiorgánicos.
38. TRINIDAD, A. 2008. Abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SEGARPA), México. Archivo de Internet A-06-1.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Area experimental y distribución de los tratamientos experimentales



Area total = 496 m²

T0. Tratamiento testigo (sin abono orgánico).

T1: Humus.

T2: Bokashi.

T3: Vermicompost.

T4: Casting.

Anexo 2. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

Fertilizante	Código	Rep	Altura de planta (cm)	Nº de tallos por planta	Nº hojas por tallo	Cobertura basal (%)	Cobertura aérea (%)	Produc. FV (tn/ha/año)	Produc. M.S. (tn/ha/año)
Sin fertilización	T0	1	61,62	7,20	5,20	70,25	85,50	60,00	15,31
Sin fertilización	T0	2	52,70	7,39	5,60	62,33	85,33	72,00	18,37
Sin fertilización	T0	3	47,56	6,83	5,80	70,50	87,50	60,00	15,31
Humus	T1	1	61,62	6,50	5,20	64,33	92,67	66,00	15,68
Humus	T1	2	53,64	4,94	5,80	69,67	92,67	58,80	13,97
Humus	T1	3	64,38	7,50	6,00	69,33	97,00	76,20	18,10
Bokashi	T2	1	71,34	6,43	5,00	66,67	74,00	84,00	19,89
Bokashi	T2	2	58,58	6,75	4,80	74,00	86,50	81,00	19,18
Bokashi	T2	3	52,98	5,31	5,60	72,67	87,33	72,00	17,05
Vermicompost	T3	1	62,82	7,23	5,20	74,67	93,00	84,00	18,16
Vermicompost	T3	2	73,90	7,88	5,00	72,50	96,00	81,60	17,64
Vermicompost	T3	3	59,46	7,49	5,40	71,00	89,00	89,40	19,33
Casting	T4	1	58,84	7,75	5,20	70,33	92,33	60,00	14,57
Casting	T4	2	61,70	8,34	5,40	76,00	90,00	60,00	14,57
Casting	T4	3	34,67	7,88	6,00	82,67	90,40	65,18	20,11
Desv. Estand.			9,49	0,94	0,37	4,87	5,55	10,72	2,09
Media			58,39	7,03	5,41	71,13	89,28	71,35	17,15
Cof. De variación			16,26	13,39	6,91	6,85	6,21	15,02	12,19

Anexo 3. Análisis estadísticos de la altura de planta (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	M.	Fcal.	Prob.
Tratamientos	365.393	4	91.348	1.337	0.336 ns
Bloques	349.172	2	174.586	2.555	0.139
Error	546.542	8	68.318		
Total	1261.107	14			

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	53.960	4.772
Humus	59.880	4.772
Bokashi	60.967	4.772
Vermicompost	65.393	4.772
Casting	51.737	4.772

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Casting	3	51.7367
Sin fertilizante	3	53.9600
Humus	3	59.8800
Bokashi	3	60.9667
Vermicompost	3	65.3933

Anexo 4. Análisis estadísticos del número de tallos (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	7.355	4	1.839	2.923	0.092	Ns
Bloques	0.009	2	0.004	0.007	0.993	
Error	5.032	8	0.629			
Total	12.396	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	7.140	.458
Humus	6.313	.458
Bokashi	6.163	.458
Vermicompost	7.533	.458
Casting	7.990	.458

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Bokashi	3	6.1633
Humus	3	6.3133
Sin fertilizante	3	7.1400
Vermicompost	3	7.5333
Casting	3	7.9900

Anexo 5. Análisis estadísticos del número de hojas (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	0.651	4	0.163	3.813	0.051	ns
Bloques	0.965	2	0.483	11.313	0.005	
Error	0.341	8	0.043			
Total	1.957	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	5.533	0.119
Humus	5.667	0.119
Bokashi	5.133	0.119
Vermicompost	5.200	0.119
Casting	5.533	0.119

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Bokashi	3	5.1333
Vermicompost	3	5.2000
Sin fertilizante	3	5.5333
Casting	3	5.5333
Humus	3	5.6667

Anexo 6. Análisis estadísticos de la cobertura basal (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	158.008	4	39.502	2.348	0.141	Ns
Bloques	40.071	2	20.035	1.191	0.353	
Error	134.599	8	16.825			
Total	332.677	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	67.693	2.368
Humus	67.777	2.368
Bokashi	71.113	2.368
Vermicompost	72.723	2.368
Casting	76.333	2.368

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	67.6933
Humus	3	67.7767
Bokashi	3	71.1133
Vermicompost	3	72.7233
Casting	3	76.3333

Anexo 7. Análisis estadísticos de la cobertura aérea (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	276.076	4	69.019	4.220	0.040	*
Bloques	23.870	2	11.935	0.730	0.512	
Error	130.856	8	16.357			
Total	430.802	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	86.110	2.335
Humus	94.113	2.335
Bokashi	82.610	2.335
Vermicompost	92.667	2.335
Casting	90.910	2.335

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Bokashi	3	82.6100	
Sin fertilizante	3	86.1100	86.1100
Casting	3	90.9100	90.9100
Vermicompost	3	92.6667	92.6667
Humus	3		94.1133

Anexo 8. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (Tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	1231.195	4	307.799	6.734	0.011	*
Bloques	11.029	2	5.514	0.121	0.888	
Error	365.659	8	45.707			
Total	1607.884	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	64.000	3.903
Humus	67.000	3.903
Bokashi	79.000	3.903
Vermicompost	85.000	3.903
Casting	61.727	3.903

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Casting	3	61.7267	
Sin fertilizante	3	64.0000	
Humus	3	67.0000	67.0000
Bokashi	3	79.0000	79.0000
Vermicompost	3		85.0000

Anexo 9. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el primer corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	19.978	4	4.994	1.110	0.415	ns
Bloques	5.176	2	2.588	0.575	0.584	
Error	36.007	8	4.501			
Total	61.161	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	16.330	1.225
Humus	15.917	1.225
Bokashi	18.707	1.225
Vermicompost	18.377	1.225
Casting	16.417	1.225

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Humus	3	15.9167
Sin fertilizante	3	16.3300
Casting	3	16.4167
Vermicompost	3	18.3767
Bokashi	3	18.7067

Anexo 10. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting)

Fertilizante	Código	Rep	Altura de planta (cm)	Nº de tallos por planta	Nº hojas por tallo	Cobertura basal (%)	Cobertura aérea (%)	Produc. FV (tn/ha/año)	Produc. M.S. (tn/ha/año)
Sin fertilización	T0	1	49,94	6,21	6,00	76,67	88,67	60,00	15,31
Sin fertilización	T0	2	53,30	5,99	5,00	79,50	92,00	72,00	18,37
Sin fertilización	T0	3	57,54	5,77	6,00	76,00	92,50	60,00	15,31
Humus	T1	1	61,40	6,73	5,00	88,50	97,00	72,00	17,10
Humus	T1	2	62,60	5,46	6,00	85,67	91,33	66,00	15,68
Humus	T1	3	68,04	7,17	6,00	79,67	97,67	76,20	18,10
Bokashi	T2	1	64,28	7,53	5,00	83,00	95,00	78,00	18,47
Bokashi	T2	2	63,66	7,61	6,00	77,00	81,00	81,00	19,18
Bokashi	T2	3	58,02	6,03	6,00	68,75	81,75	72,00	17,05
Vermicompost	T3	1	56,16	6,16	5,00	84,50	98,00	84,00	18,16
Vermicompost	T3	2	75,20	7,57	6,00	80,50	98,50	81,60	17,64
Vermicompost	T3	3	68,16	7,83	6,00	72,00	85,33	89,40	19,33
Casting	T4	1	63,34	7,66	6,00	83,50	99,00	60,00	14,57
Casting	T4	2	59,12	7,61	5,00	78,50	97,50	60,00	14,57
Casting	T4	3	63,20	7,00	6,00	77,50	99,75	82,80	20,11
Desv. Estand.			6,31	0,81	0,49	5,19	6,27	9,95	1,79
Media			61,60	6,82	5,67	79,42	93,00	73,00	17,26
Cof. De variación			10,24	11,93	8,61	6,53	6,75	13,64	10,40

Anexo 11. Análisis estadísticos de la altura de planta (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	282.714	4	70.678	2.514	0.124	ns
Bloques	49.782	2	24.891	0.885	0.449	
Error	224.915	8	28.114			
Total	557.410	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	53.593	3.061
Humus	64.013	3.061
Bokashi	61.987	3.061
Vermicompost	66.507	3.061
Casting	61.887	3.061

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	53.5933
Casting	3	61.8867
Bokashi	3	61.9867
Humus	3	64.0133
Vermicompost	3	66.5067

Anexo 12. Análisis estadísticos del número de tallos (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	4.133	4	1.033	1.617	0.261	Ns
Bloques	0.029	2	0.015	0.023	0.978	
Error	5.114	8	0.639			
Total	9.276	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	5.990	0.462
Humus	6.453	0.462
Bokashi	7.057	0.462
Vermicompost	7.187	0.462
Casting	7.423	0.462

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	5.9900
Humus	3	6.4533
Bokashi	3	7.0567
Vermicompost	3	7.1867
Casting	3	7.4233

Anexo 13. Análisis estadísticos del número de hojas (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	0.000	4	0.000	0.000	1.000	ns
Bloques	0.933	2	0.467	1.556	0.269	
Error	2.400	8	0.300			
Total	3.333	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	5.667	0.316
Humus	5.667	0.316
Bokashi	5.667	0.316
Vermicompost	5.667	0.316
Casting	5.667	0.316

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	5.6667
Humus	3	5.6667
Bokashi	3	5.6667
Vermicompost	3	5.6667
Casting	3	5.6667

Anexo 14. Análisis estadísticos de la cobertura basal (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	124.463	4	31.116	3.629	0.057	Ns
Bloques	183.508	2	91.754	10.701	0.005	
Error	68.595	8	8.574			
Total	376.567	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	77.390	1.691
Humus	84.613	1.691
Bokashi	76.250	1.691
Vermicompost	79.000	1.691
Casting	79.833	1.691

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Bokashi	3	76.2500
Sin fertilizante	3	77.3900
Vermicompost	3	79.0000
Casting	3	79.8333
Humus	3	84.6133

Anexo 15. Análisis estadísticos de la cobertura aérea (%), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	280.041	4	70.010	2.526	0.123	ns
Bloques	49.268	2	24.634	0.889	0.448	
Error	221.742	8	27.718			
Total	551.051	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	91.057	3.040
Humus	95.333	3.040
Bokashi	85.917	3.040
Vermicompost	93.943	3.040
Casting	98.750	3.040

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Bokashi	3	85.9167
Sin fertilizante	3	91.0567
Vermicompost	3	93.9433
Humus	3	95.3333
Casting	3	98.7500

Anexo 16. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	818.160	4	204.540	3.316	0.070	ns
Bloques	75.504	2	37.752	0.612	0.566	
Error	493.536	8	61.692			
Total	1387.200	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	64.000	4.535
Humus	71.400	4.535
Bokashi	77.000	4.535
Vermicompost	85.000	4.535
Casting	67.600	4.535

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	64.0000
Casting	3	67.6000
Humus	3	71.4000
Bokashi	3	77.0000
Vermicompost	3	85.0000

Anexo 17. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* en el segundo corte, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	11.581	4	2.895	0.790	0.563	ns
Bloques	4.187	2	2.093	0.571	0.586	
Error	29.325	8	3.666			
Total	45.093	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	16.330	1.105
Humus	16.960	1.105
Bokashi	18.233	1.105
Vermicompost	18.377	1.105
Casting	16.417	1.105

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	16.3300
Casting	3	16.4167
Humus	3	16.9600
Bokashi	3	18.2333
Vermicompost	3	18.3767

Anexo 18. Resultados experimentales del comportamiento productivo del pasto *Brachiaria brizantha*, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting), promedio de dos cortes consecutivos.

Fertilizante	Código	Rep	Altura de planta (cm)	Nº de tallos por planta	Nº hojas por tallo	Cobertura basal (%)	Cobertura aérea (%)	Produc. FV (tn/ha/año)	Produc. M.S. (tn/ha/año)
Sin fertilización	T0	1	55,78	6,71	5,60	73,46	87,09	60,00	15,31
Sin fertilización	T0	2	53,00	6,69	5,30	70,92	88,67	72,00	18,37
Sin fertilización	T0	3	52,55	6,30	5,90	73,25	90,00	60,00	15,31
Humus	T1	1	61,51	6,62	5,10	76,42	94,84	69,00	16,39
Humus	T1	2	58,12	5,20	5,90	77,67	92,00	62,40	14,82
Humus	T1	3	66,21	7,34	6,00	74,50	97,34	76,20	18,10
Bokashi	T2	1	67,81	6,98	5,00	74,84	84,50	81,00	19,18
Bokashi	T2	2	61,12	7,18	5,40	75,50	83,75	81,00	19,18
Bokashi	T2	3	55,50	5,67	5,80	70,71	84,54	72,00	17,05
Vermicompost	T3	1	59,49	6,70	5,10	79,59	95,50	84,00	18,16
Vermicompost	T3	2	74,55	7,73	5,50	76,50	97,25	81,60	17,64
Vermicompost	T3	3	63,81	7,66	5,70	71,50	87,17	89,40	19,33
Casting	T4	1	61,09	7,71	5,60	76,92	95,67	60,00	14,57
Casting	T4	2	60,41	7,98	5,20	77,25	93,75	60,00	14,57
Casting	T4	3	48,93	7,44	6,00	80,09	95,08	73,99	20,11
Desv. Estand.			6,54	0,78	0,34	2,92	4,88	10,00	1,92
Media			59,99	6,93	5,54	75,27	91,14	72,17	17,21
Cof. De variación			10,91	11,32	6,21	3,88	5,36	13,85	11,14

Anexo 19. Análisis estadísticos de la altura de planta promedio (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	270.835	4	67.709	1.948	0.196	ns
Bloques	50.620	2	25.310	0.728	0.512	
Error	278.115	8	34.764			
Total	599.569	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	53.777	3.404
Humus	61.947	3.404
Bokashi	61.477	3.404
Vermicompost	65.950	3.404
Casting	56.810	3.404

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	53.7767
Casting	3	56.8100
Bokashi	3	61.4767
Humus	3	61.9467
Vermicompost	3	65.9500

Anexo 20. Análisis estadísticos del número de tallos promedio (Nº) por planta, del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	3.977	4	0.994	1.723	0.237	Ns
Bloques	0.016	2	0.008	0.014	0.986	
Error	4.616	8	0.577			
Total	8.609	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	6.567	0.439
Humus	6.387	0.439
Bokashi	6.610	0.439
Vermicompost	7.363	0.439
Casting	7.710	0.439

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Humus	3	6.3867
Sin fertilizante	3	6.5667
Bokashi	3	6.6100
Vermicompost	3	7.3633
Casting	3	7.7100

Anexo 21. Análisis estadísticos del número de hojas promedio (Nº) por tallo, del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	0.163	4	0.041	0.597	0.675	ns
Bloques	0.948	2	0.474	6.954	0.018	
Error	0.545	8	0.068			
Total	1.656	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	5.600	0.151
Humus	5.667	0.151
Bokashi	5.400	0.151
Vermicompost	5.433	0.151
Casting	5.600	0.151

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Bokashi	3	5.4000
Vermicompost	3	5.4333
Sin fertilizante	3	5.6000
Casting	3	5.6000
Humus	3	5.6667

Anexo 22. Análisis estadísticos de la cobertura basal promedio (%), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	57.289	4	14.322	2.347	0.142	Ns
Bloques	13.145	2	6.572	1.077	0.385	
Error	48.815	8	6.102			
Total	119.249	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	72.543	1.426
Humus	76.197	1.426
Bokashi	73.683	1.426
Vermicompost	75.863	1.426
Casting	78.087	1.426

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	72.5433
Bokashi	3	73.6833
Vermicompost	3	75.8633
Humus	3	76.1967
Casting	3	78.0867

Anexo 23. Análisis estadísticos de la cobertura aérea promedio (cm), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	255.022	4	63.756	6.569	0.012	*
Bloques	1.230	2	0.615	0.063	0.939	
Error	77.641	8	9.705			
Total	333.893	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	88.587	1.799
Humus	94.727	1.799
Bokashi	84.263	1.799
Vermicompost	93.307	1.799
Casting	94.833	1.799

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Bokashi	3	84.2633	
Sin fertilizante	3	88.5867	88.5867
Vermicompost	3		93.3067
Humus	3		94.7267
Casting	3		94.8333

Anexo 24. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde promedio (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	991.553	4	247.888	5.327	0.022	*
Bloques	35.418	2	17.709	0.381	0.695	
Error	372.262	8	46.533			
Total	1399.233	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	64.000	3.938
Humus	69.200	3.938
Bokashi	78.000	3.938
Vermicompost	85.000	3.938
Casting	64.663	3.938

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos	
		B	A
Sin fertilizante	3	64.0000	
Casting	3	64.6633	
Humus	3	69.2000	69.2000
Bokashi	3	78.0000	78.0000
Vermicompost	3		85.0000

Anexo 25. Análisis estadísticos de la producción de forraje en materia seca promedio (tn/ha/año), del pasto *Brachiaria brizantha* de dos cortes consecutivos, por efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos (humus, bokashi, vermicompost y casting).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal.	Prob.	
Tratamientos	14.851	4	3.713	0.928	0.494	ns
Bloques	4.587	2	2.294	0.573	0.585	
Error	32.022	8	4.003			
Total	51.460	14				

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

2. Cuadro de medias

Tipo de fertilizante	Media	Error estándar
Sin fertilizante	16.330	1.155
Humus	16.437	1.155
Bokashi	18.470	1.155
Vermicompost	18.377	1.155
Casting	16.417	1.155

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey

Tipo de fertilizante	Nº obs.	Grupos homogéneos
Sin fertilizante	3	16.3300
Casting	3	16.4167
Humus	3	16.4367
Vermicompost	3	18.3767
Bokashi	3	18.4700