



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES Y TIEMPOS DE
APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO BOKASHI EN LA
PRODUCCION DE FORRAJE DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*)”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR:

MARCELA DE LOS ÁNGELES CORDOVEZ BARAHONA

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.Cs. José Vicente Trujillo Villacis.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega. PhD.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Cs. José María Pazmiño Guadalupe.

ASESOR DE TESIS

v

Riobamba, 25 de Noviembre del 2009

RESUMEN

En la provincia de Chimborazo, Estación Experimental Tunshi, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se evaluó diferentes niveles de bokashi (3, 5 y 7 tn/ha) en diferentes tiempos de aplicación post corte (0, 5 y 10 días) en la producción de forraje de la alfalfa (*Medicago sativa*). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 27 parcelas de 15 m², distribuidas bajo un Diseño Bi factorial de Bloques Completamente al Azar, 3A * 3B con 3 repeticiones. La investigación tuvo una duración de 140 días y se realizó tres cortes consecutivos. Se determinó que al aplicar 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (B5T5), presentaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables de estudio. Registrándose un rendimiento forrajero de 95,92 tn/ha/año/FV o de 17,23 tn/ha/año de materia seca con un contenido de proteína cruda de 29,83 %, con 7,84 cortes en el año. Al efectuar el análisis económico se determinó que con la aplicación del tratamiento B5T5 se obtuvo un beneficio costo de 1,82 USD, por lo que se recomienda la utilización de 5 tn/ha de bokashi y aplicar en forma basal sobre la planta a los 5 días post corte, para incrementar el desarrollo y rendimiento forrajero de la alfalfa; además para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

ABSTRACT

In Chimborazo Province, Experimental Station Tunshi, Cattle and Livestock Sciences Faculty, ESPOCH, different bokashi levels (3, 5 and 7 t/ha) were evaluated in different times of application post cutting application (0, 5 and 10 days) in the alfalfa (*Medicago sativa*) production. The experimental units consisted of 27 15 m² plots distributed under a Bi factorial completely at random block design, 3A * 3B with 3 repetitions. The investigation lasted 140 days and 3 consecutive cutting were carried out. It was determined that upon applying 5 t/ha bokashi at 5 days post cutting (B5T5), there were significant statistical differences in all the variables. A forage yield of 95,92 t/ha/year/FV or 17,23 t/ha/year dry matter with 29,83 % raw protein content were recorded with 7,84 cutting per year. With the economic analysis it was determined that with the B5T5 treatment application a cost-benefit of 1,82 USD was obtained. It is therefore recommended to use 5 t/ha bokashi and apply in basal form on the plant at 5 days post cutting to increase the forage development and yield of the alfalfa and to improve the physical, chemical and biological features of the soil.

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecida al **TODO PODEROSO “DIOS”** por ser mi Amigo Incondicional al obsequiarme la vida, salud y sabiduría para lograr mi máximo anhelo.

A mis padres María y Carlos por ser mis Maestros de la vida.

A mis hermanos Patricio y Fernanda por creer en mi.

A todos mis amig@s por brindarme su amistad en cada uno de los momentos de mi vida.

Mi reconocimiento a todos mis maestros de la Escuela de Ingeniería Zootécnica por sus aportes y enseñanzas.

DEDICATORIA

La culminación de mi carrera la dedico con respeto y admiración a mis amados papis **MARÍA** y **CARLOS**, quienes con tanto esfuerzo y sacrificio me brindaron su amor y apoyo incondicional.

De la misma manera dedico mi esfuerzo a mis queridos hermanos **Patricio** y **Fernanda**, quienes están pendientes de mi proyecto de vida. Para mis familiares y mis grandes amig@s quienes me inculcaron a llegar a mis éxitos pasando por difíciles desafíos en mi vida.

A todos los soñadores con fuerza de voluntad que a pesar de la adversidad luchan y llegan a construir su realidad.

CONTENIDO

	Página
Lista de Cuadros	v
Lista de Gráficos	vi
Lista de Anexos	vii
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. BOKASHI O ABONO ORGÁNICO FERMENTADO	3
1. <u>Características</u>	3
2. <u>Objetivo principal del bokashi</u>	3
3. <u>Ventajas y desventajas del bokashi</u>	4
a. Ventajas	4
b. Desventajas	4
4. <u>Tipos de bokashi</u>	5
a. Bokashi tradicional	5
b. Bokashi con EM (microorganismos eficaces)	5
(1) Bokashi EM aeróbico	7
(2) Bokashi EM anaeróbico	8
c. Materias primas para la elaboración del bokashi	8
d. Preparación del bokashi	9
e. Uso del bokashi	10
f. Resultados de la aplicación de l bokashi en varios cultivos	10
g. Composición química del bokashi	11
B. LA ALFALFA	13
1. <u>Origen</u>	13
2. <u>Distribución geográfica</u>	13
3. <u>Importancia económica</u>	14
4. <u>Descripción botánica</u>	14
a. La raíz	14
b. El tallo	15
c. Las hojjas	15
d. La inflorescencia	16
e. El fruto	16

f. La semilla	17
5. <u>Clasificación taxonómica</u>	17
6. <u>Ecología y adaptación</u>	18
a. Factores climáticos	18
(1) Radiación solar	18
(2) Temperatura	18
(3) Humedad	19
b. Factores climáticos	19
(1) Ph	19
(2) Salinidad	20
(3) Alcalinidad	20
(4) Profundida del suelo	20
c. Factores bióticos	21
(1) En verde	21
(2) Henificado	21
(3) Ensilado	22
(4) Deshidratado	22
(5) Pastoreo	22
7. <u>Valor nutritivo</u>	23
8. <u>El cultivo</u>	24
a. Preparación del terreno	24
b. Siembra	25
(1) Época de siembra	25
(2) Dosis de siembra	25
(3) Profundidad de siembra	26
c. Abonado	26
(1) Nitrógeno	26
(2) Fósforo	27
(3) Potasio	27
d. Riego	27
e. Corte	27
9. <u>Plagas y enfermedades</u>	28
C. EL SUELO	28
1. <u>Características</u>	28

2.	<u>Importancia de la fertilización del suelo</u>	30
3.	<u>Componentes principales del suelo</u>	32
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	34
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	34
1.	<u>Condiciones meteorológicas</u>	34
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	35
C.	MATERIALES Y EQUIPOS	36
1.	<u>Materiales</u>	36
2.	<u>Equipos</u>	36
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
1.	<u>Esquema del Diseño Experimental</u>	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	38
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1.	Descripción del experimento	39
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	41
1.	<u>Análisis básico del suelo antes del experimento</u>	41
2.	<u>Altura de la planta</u>	41
3.	<u>Porcentaje de cobertura aérea</u>	41
4.	<u>Porcentaje de cobertura basal</u>	41
5.	<u>Número de tallos por planta</u>	42
6.	<u>Producción de forraje verde (tn/ha/año)</u>	42
7.	<u>Producción de materia seca (tn/ha/año)</u>	42
8.	<u>Análisis proximal completo bromatológico</u>	42
9.	<u>Análisis básico del suelo después del experimento</u>	43
10.	<u>Beneficio/costo</u>	43
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
A.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL NIVEL DE BOKASHI	44
1.	<u>Primer corte</u>	44
a.	Altura de la planta	44
b.	Porcentaje de cobertura aérea	46
c.	Porcentaje de cobertura basal	46
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	47

e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	47
f.	Número de tallos por planta	48
2.	<u>Segundo corte</u>	49
a.	Altura de la planta	49
b.	Porcentaje de cobertura aérea	49
c.	Porcentaje de cobertura basal	51
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	51
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	52
f.	Número de tallos por planta	52
3.	<u>Tercer corte</u>	53
a.	Altura de la planta	53
b.	Porcentaje de cobertura aérea	55
c.	Porcentaje de cobertura basal	55
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	56
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	56
f.	Número de tallos por planta	57
B.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL TIEMPO DE APLICACIÓN	58
1.	<u>Primer corte</u>	58
a.	Altura de la planta	58
b.	Porcentaje de cobertura aérea	61
c.	Porcentaje de cobertura basal	61
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	62
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	64
f.	Número de tallos por planta	65
2.	<u>Segundo corte</u>	65
a.	Altura de la planta	65
b.	Porcentaje de cobertura aérea	67
c.	Porcentaje de cobertura basal	67
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	68
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	70
f.	Número de tallos por planta	70
3.	<u>Tercer corte</u>	71
a.	Altura de la planta	71

b.	Porcentaje de cobertura aérea	73
c.	Porcentaje de cobertura basal	73
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	74
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	75
f.	Número de tallos por planta	75
C.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS NIVELES DE BOKASHI Y EL TIEMPO DE APLICACIÓN	76
1.	<u>Primer corte</u>	76
a.	Altura de la planta	76
b.	Porcentaje de cobertura aérea	78
c.	Porcentaje de cobertura basal	78
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	79
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	80
f.	Número de tallos por planta	82
2.	<u>Segundo corte</u>	84
a.	Altura de la planta	84
b.	Porcentaje de cobertura aérea	84
c.	Porcentaje de cobertura basal	86
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	87
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	89
f.	Número de tallos por planta	89
3.	<u>Tercer corte</u>	91
a.	Altura de la planta	91
b.	Porcentaje de cobertura aérea	93
c.	Porcentaje de cobertura basal	93
d.	Producción de forraje verde (tn/ha/año)	94
e.	Producción de materia seca (tn/ha/año)	95
f.	Número de tallos por planta	97
D.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO	97
E.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE	99
F.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	102
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	104
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	106

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BOKASHI	12
2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ALFALFA	17
3.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN ESTADO VERDE	23
4.	COMPOSICIÓN DE LA MATERIA SECA DE LAS HOJAS Y TALLOS DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)	24
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROTURÍSTICA TUNSHI	34
6.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROTURÍSTICA TUNSHI	36
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	37
8.	ESQUEMA DEL ADEVA	38
9.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL NIVEL DE BOKASHI EN EL PRIMER CORTE	45
10.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL NIVEL DE BOKASHI EN EL SEGUNDO CORTE	50
11.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL NIVEL DE BOKASHI EN EL TERCER CORTE	54

12.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DEL BOKASHI EN EL PRIMER CORTE	59
13.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DEL BOKASHI EN EL SEGUNDO CORTE	66
14.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) POR EFECTO DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DEL BOKASHI EN EL TERCER CORTE	72
15.	COMPORTAMIENTO DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE VERDE EN EL PRIMER CORTE POR EFECTO LA INTERACCIÓN ENTRE EL NIVEL DE BOKAHI (3, 5 Y 7 tn/ha), Y EL TIEMPO DE APLICACIÓN (0, 5 y 10 días)	77
16.	COMPORTAMIENTO DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE VERDE EN EL SEGUNDO CORTE POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL NIVEL DE BOKAHI (3, 5 Y 7 tn/ha), Y EL TIEMPO DE APLICACIÓN (0, 5 y 10 días)	85
17.	COMPORTAMIENTO DE LA ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE FORRAJE VERDE EN EL TERCER CORTE POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL NIVEL DE BOKAHI (3, 5 Y 7 tn/ha), Y EL TIEMPO DE APLICACIÓN (0, 5 y 10 días)	92
18.	ANÁLISIS DE SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA PALICACIÓN DE LOS TRATAMEINTOS EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i>	98
19.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> EN EL ESTADO FENOLÓGICO DE PREFLORACIÓN	100

20.	ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LA ALFALFA <i>Medicago sativa</i> POR EFECTO DE LA TRATAMEINTOS UTILIZADOS EN AL FERTILIZACIÓN	103
-----	--	-----

viii

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Línea de la regresión de la altura de la planta (cm) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el primer corte por efecto del tiempo de aplicación del bokashi.	60
2.	Línea de la regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el primer corte por efecto del tiempo de aplicación del bokashi.	63
3.	Línea de la regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el segundo corte por efecto del tiempo de aplicación del bokashi.	69
4.	Línea de la regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el primer corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicadas a los 0, 5 y 10 días post corte.	81
5.	Línea de la regresión de la producción de materia seca (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el primer corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicadas a los 0, 5 y 10 días post corte.	83
6.	Línea de la regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el segundo corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicadas a los 0, 5 y 10 días post corte.	88
7.	Línea de la regresión de la producción de materia seca (tn/ha/año) del <i>Medicago sativa</i> (alfalfa), en el segundo corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicadas a los 0, 5 y 10 días post corte.	90

-
- 8.** Línea de la regresión de la producción de materia seca (tn/ha/año) del *Medicago sativa* (alfalfa), en el primer corte por efecto del tratamiento de 5 tn/ha de bokashi aplicadas a los 0, 5 y 10 días post corte. 96

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Análisis estadísticos de la altura de la planta (cm) de la alfalfa del primer corte.
2. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el primer corte.
3. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el primer corte.
4. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el primer corte
5. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el primer corte
6. Análisis estadísticos del número de tallos por planta de la alfalfa en el primer corte
7. Análisis estadísticos de la altura de la planta (cm) de la alfalfa del segundo corte.
8. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el segundo corte.
9. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el segundo corte.
10. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el segundo corte
11. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el segundo corte
12. Análisis estadísticos del número de tallos por planta de la alfalfa en el segundo corte
13. Análisis estadísticos de la altura de la planta (cm) de la alfalfa del tercer corte.
14. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el tercer corte.
15. Análisis estadísticos del porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el tercer corte.
16. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el tercer corte

17. Análisis estadísticos de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el tercer corte
18. Análisis estadísticos del número de tallos por planta de la alfalfa en el tercer corte
19. Análisis de regresión de la altura de la planta en el primer corte bajo el efecto del tiempo de aplicación del bokashi (0, 5 y 10 días post corte)
20. Análisis de regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el primer corte por efecto del tiempo de aplicación del bokashi (0, 5 y 10 días post corte)
21. Análisis de regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el segundo corte por efecto del tiempo de aplicación del bokashi (0, 5 y 10 días post corte)
22. Análisis de regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el primer corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha del bokashi aplicada a (0, 5 y 10 días) post corte.
23. Análisis de regresión de la producción de materia seca (tn/ha/año) de la alfalfa en el primer corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha del bokashi aplicada a (0, 5 y 10 días) post corte.
24. Análisis de regresión de la producción de forraje verde (tn/ha/año) de la alfalfa en el segundo corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha del bokashi aplicada a (0, 5 y 10 días) post corte.
25. Análisis de regresión de la producción de materia seca (tn/ha/año) de la alfalfa en el segundo corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha del bokashi aplicada a (0, 5 y 10 días) post corte.
26. Análisis de regresión de la producción materia seca (tn/ha/año) de la alfalfa en el tercer corte por efecto del tratamiento de 5 tn/ha del bokashi aplicada a (0, 5 y 10 días) post corte.

I. INTRODUCCIÓN

A medida que el hombre fue desarrollando el cultivo en la tierra, ésta en sus inicios fue muy fértil y no era necesaria la utilización de ninguna clase de fertilizante, pero con el transcurso del tiempo, la agricultura se fue intensificando, aguardando aportar alternativas que vayan en beneficio del agricultor y del medio ambiente; pero más bien han promovido de alguna manera la tala de bosques, destrucción de manglares, uso desmedido de agroquímicos, inapropiadas prácticas de manejo y conservación de **suelos** cuyo resultado final son suelos erosionados, salinización, compactación, contaminación ambiental, o sea rompimiento del equilibrio ecológico.

Por ello, actualmente la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos está obligando a la búsqueda de alternativas tradicionales fiables y sostenibles, apoyadas en la tecnología actual para evitar el deterioro de nuestro ambiente y contribuyan a la producción eficiente y de calidad; ya que los grandes compradores (Norte América, Europa y Asia) de nuestros productos agropecuarios exigen un producto orgánico (natural).

Hoy en día, los productores alrededor del mundo han retomado a la agricultura orgánica en cultivos intensivos no sólo en productos para el consumo humano sino también a la producción de pastos y forrajes destinado a la alimentación animal; porque se ha comprobado que la utilización de los abonos orgánicos, tales como: Bokashi, humus de lombriz, humus líquido, compost, entre otros; actúa aumentando las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y fertilizan.

En vista de que los pastos constituyen la fuente de alimentación más económica de los animales herbívoros, desde hace tiempos la Alfalfa (*Medicago sativa*) es denominada la “Reina de las Leguminosas” por presentar un excelente valor nutritivo, por ser un pasto exquisito para los animales; además es una especie que prospera desde regiones semiáridas hasta húmedas, razones más que

suficientes para dirigir nuestra investigación a este recurso forrajero, de modo de encontrar un tipo de biofertilización eficiente para este pasto, destacar las ventajas y desventajas de este tipo de fertilización, que es lo que la demanda actual está pidiendo debido a la decadencia que está sobrellevando los agroquímicos, a más de esta buscar la forma de minimizar los costos de producción a través de los abonos y por supuesto de la forma más sustentable que se pueda.

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

- Evaluar diferentes niveles de bokashi (3, 5 y 7 tn/ha) y tiempos de aplicación (0, 5 y 10 días) en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa).
- Determinar el mejor nivel y tiempo de aplicación (bokashi/días) en la producción forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa).
- Conocer el mejor tratamiento económico mediante el análisis beneficio/costo.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

A. BOKASHI O ABONO ORGÁNICO FERMENTADO

1. Características

Shintani, M. (2000), explica que el Bokashi, es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra.

De acuerdo a <http://em.iespana.es/manuales/bokashi/bokashi.html>. (2003), opina que el bokashi es un abono orgánico fermentado con bacterias, con la finalidad de obtener fertilizante orgánico en menor tiempo que el humus, compost y otros que necesitan para la fertilización de su cultivo.

El bokashi para Restrepo, J. (2007), es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”, una traducción de esta palabra al español es abono orgánico fermentado. El bokashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

2. Objetivo del Bokashi

Asimismo, <http://em.iespana.es/manuales/bokashi/bokashi.html>. (2003), indica que la finalidad del bokashi manifiesta que 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 el suelo. El suministro deliberado de microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una

mayor actividad de estos, eliminando microorganismos patógenos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre lo 40 a 55°C.

3. Ventajas y desventajas del bokashi

a) Ventajas

Martínez, A. (2004), determina que el bokashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación), este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que suple nutrimentos al cultivo.

En http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. (2003), indica que se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además suministra órganocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micros y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de lo agregados del suelo. Se puede preparar el corto tiempo y no produce malos olores ni moscas.

b) Desventajas

Igualmente, http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. (2003), manifiesta que el mal manejo durante el proceso de producción puede desarrollarse algunos microorganismos patogénicos y malos e insectos no deseables. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales

inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos.

4. Tipos de bokashi

a) Bokashi tradicional

Restrepo, J. (2007), opina que el bokashi tradicional posee algunas características que permiten diferenciarlo fácilmente, tales como: El uso de altos volúmenes de suelo de bosque o montaña (suelo que contiene microorganismos benéficos, y que 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 sólo bajo condiciones aeróbicas.

Por otra parte, en <http://www.reboreda.es/manual%20bokashi%20galego.doc>. (2002), menciona que se puede agregar diferentes materiales como leche pasado, yogurt y otros fermentadores como los sedimentos de fermentación alcohólica. En los últimos años se ha incluido en la preparación del bokashi cultivos de *Trichoderma*, *Bauveria*, *Paeocilomyces*, etc., para asegurar la presencia de algunos antagonísticos a enfermedades comunes de los cultivos.

b) Bokashi con EM (microorganismos eficaces)

El bokashi EM <http://www.reboreda.es/manual%20bokashi%20galego.doc>. (2002), indica que puede ser utilizado entre 5 a 21 días después de su preparación. Además de proveer nutrientes y sustancias bioactivas a la planta, la materia orgánica en el bokashi es utilizada como alimento por los microorganismos benéficos, los que continuarán descomponiéndola, mejorando la vida del suelo y compitiendo contra los microorganismos que causan enfermedades a los cultivos.

En <http://www.eko-star.com/html/es/natu/bokashi/que/em.htm>. (2003), el bokashi

EM es un abono orgánico donde se utiliza EM (microorganismos eficaces) como inoculante microbiano en lugar de suelo del bosque. Su preparación puede ser aeróbica como anaeróbica depende de los materiales y de las necesidades de cada situación en particular.

De acuerdo con <http://www.lamolina.edu.pe>. (2003), informa que el EM es una solución que contiene varios microorganismos benéficos tanto como aeróbicos como anaeróbicos, los cuales tienen diferentes funciones. Entre ellos se encuentran bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores estos microorganismos existen en todos los ecosistemas naturales y son usados para el procesamiento de alimentos y comida animal fermentada. Son totalmente seguros para los seres humanos y animales.

En <http://www.eko-star.com/html/es/natu/bokashi/que/em.htm>. (2003), menciona que los microorganismos más utilizados del EM son los siguientes:

- **Bacterias Ácido Lácticas:** Producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium sp.*, Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.
- **Levaduras:** Degradan [proteínas](#) complejas y [carbohidratos](#). Producen sustancias bioactivas ([vitaminas](#), [hormonas](#), [enzimas](#)) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.
- **Bacterias fotosintéticas:** Pueden fijar el nitrógeno atmosférico y el bióxido de [carbono](#) en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y [carbohidratos](#), también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una [fotosíntesis](#) incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

- **Actinomicetos:** Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

En <http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml>. (2005), detalla, que los EM actúan como:

- **Corrector de salinidad:** Al tener **funciones** de intercambio de iones en el suelo y aguas duras, facilita el drenaje y lavado de sales tóxicas para los cultivos (Sodio y Cloro).
- **Desbloqueador de suelos:** Pues permite solubilizar ciertos **minerales** tales como la cal y los fosfatos.
- **Acelerador de la descomposición:** De los desechos orgánicos (Compost, Bokashi, Vermicompost) por medio de un proceso de fermentación.

(1) Bokashi EM aeróbico

De acuerdo con <http://www.lamolina.edu.pe>. (2003), indica que el bokashi EM aeróbico presenta ciertas características:

- **Ventajas:** Se puede producir a gran escala. El periodo de fermentación ocurre en un lapso más corto al compararlo con el tipo anaeróbico.
- **Desventajas:** La energía de la materia orgánica se puede perder por las altas temperaturas durante el proceso de fermentación y el material puede pudrirse, si el proceso no es manejado adecuadamente. Hay que revolver la masa de materiales regularmente para su aireación. Este trabajo requiere de mano de obra.

(2) Bokashi EM anaeróbico

En http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. (2003), informa que el bokashi anaeróbico presenta las siguientes características:

- **Ventajas:** Mantiene la energía (valor nutricional) de la materia orgánica. No se necesita revolver para su aireación. Poco riesgo de contaminación. El producto final se puede utilizar también como alimento fermentado para el ganado.
- **Desventajas:** Se debe utilizar materia orgánica de buena calidad y pulverizada como la semolina de arroz, harina de pescado o hueso y torta de soya. El proceso de fermentación es más largo que el del aeróbico.

c) Materias primas para la elaboración de bokashi

Restrepo, J. (2007), manifiesta que para la elaboración de bokashi las materias primas recomendadas son: Los salvados de diversos cereales (arroz, trigo), las oleaginosas (plantas ricas en aceites como soja, maní y semillas de algodón) y las harinas de origen animal (pescado, carne, hueso).

A continuación detalla los aportes que los ingredientes utilizados para elaborar bokashi:

El carbón: mejora las características físicas del suelo, pues facilita la aireación de absorción de humedad y calor, por su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo "esponja sólida", que consiste en retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes a las plantas, disminuyendo la pérdida y lavado de éstos en el suelo.

La gallinaza: es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos

fermentados, mejora las características de la fertilidad del suelo, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

La cascarilla de arroz: mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtrado de nutrientes, también beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra.

La melaza de caña: principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro.

La levadura: constituye la principal fuente de inoculación microbiológica, para la fabricación de abonos orgánicos.

La cal agrícola: regula la acidez que se presenta en todo el proceso de fermentación, así mismo puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas.

El agua: el principal objetivo del agua es homogenizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

Así que para la preparación de 80 sacos de 45 kg cada uno están los siguientes: 1000 kg de gallinaza, 1000 kg de cascarilla de arroz, 1000 kg de tierra de bosque, 250 kg de carbón molido, 50 kg de abono orgánico, 15 kg de cal o ceniza vegetal, 1 galón de melaza, 1 kg de levadura y 500 litros de agua.

d) Preparación del bokashi

Igualmente, Restrepo, J. (2007), indica que la preparación del bokashi se debe seguir los siguientes pasos: Mezclar en un recipiente el agua con la melaza y la levadura, enseguida aplicar la solución de manera homogénea todos los ingredientes secos, volteando el material una y otra vez. Finalmente, después de la preparación, el abono debe quedar extendido, para acelerar la fermentación

puede cubrirse el abono con un plástico y se protege del sol, el viento y las lluvias. Al cabo de 20 a 30 días estará listo para su uso o se procederá a envasarlo en sacos de polipropileno y guardarlo no más de dos meses.

e) Uso del bokashi

La cantidad de bokashi para <http://www.unalmed.edu.co>. (2003), menciona que 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 cultivo
- Manejo de producción (agroquímico o no)

En <http://www.proexant.org.ec>. (2001), indica que en general, se puede aplicar bokashi en una proporción de 200 gr/m² (2 Tn/ha), en la superficie e suelos en los cuales existe buen contenido de materia orgánica; en suelos pobres se puede llegar aplicar un máximo de 2 kg/ m² (20 Tn/ha/año).

Para <http://em.iespana.es/manuales/bokashi/bokashi.html>. (2003), recomienda el uso de bokashi de acuerdo a cultivos de hortalizas establecidos:

- Hortalizas de hoja (lechuga, acelga, perejil, apio, cilantro): 30 gr/planta.
- Hortalizas de raíz (zanahoria, rábano, remolacha): 50 gr/planta.
- Hortalizas de bulbo (cebolla, cebollín): 80 gr/planta.
- Hortalizas de cabeza (col, coliflor, brócoli): 80 gr/planta.
- Hortalizas de fruto (tomate, ají, pimiento): 125 gr/planta.

f) Resultados de la aplicación del bokashi en varios cultivos

Ureña, H. y Curimilma, V. (1982), probaron cuatro métodos de compostaje y su

efecto en el cultivo de maíz y maní en Zapotepamba (México), pese a no haber diferencia estadística entre los distintos tratamientos, obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento de fertilización química más compost con 2032,28 kg/ha. Así mismo la fertilización orgánica a través del compost, es más barata que la fertilización química ya que con ello se obtuvo una ganancia de 5,6% con fertilización orgánica, mientras que con la fertilización química se obtiene una pérdida de 28,73%.

Care, M. (1998), manifiesta, que en la comunidad Tañiloma, parroquia Tarqui, provincia del Azuay, se desarrollo una experiencia de preparación de bokashi, la cual tuvo excelentes resultados ya que se obtuvieron beneficios económicos para la comunidad, los cultivos evidenciaron mayor vigor y el suelo ha conservado su humedad y se nota más suelto que antes.

Agila, N. y Enríquez, C. (1999), concluyen que luego de los análisis de suelo antes y después de la aplicación de las dosis máximas de bokashi en un cultivo de brócoli, se observó un incremento de la fertilidad natural del mismo especialmente en nitrógeno y fósforo. Así mismo con la incorporación de bacterias eficaces, se logró un mayor contenido de nitrógeno total y elevados niveles de fósforo, potasio y calcio en el bokashi.

Zapata, G. (2005), explica que en la Universidad Earth, en Costa Rica, desde 1998 se está produciendo abono orgánico fermentado tipo bokashi a partir de la captación de las heces y la orina del ganado. Obteniendo un abono orgánico con un alto contenido de minerales y de materia orgánica, como producto adicional del sistema pecuario. Este abono orgánico es utilizado para el llenado de bolsas de vivero y para la fertilización orgánica de todo tipo de cultivos obteniendo excelentes resultados.

g) Composición química del bokashi

El bokashi esta constituido químicamente por los elementos que se detallan a

continuación en el cuadro 1.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BOKASHI.

Mineral	Porcentaje o ppm	Resultados
M.O	%	22.3
Nitrógeno	%	1.12
Fóforo	Ppm	1700
Potasio	Ppm	172.23
Calcio	Ppm	623.2
Aluminio	cmol	0.01
Magnesio	Ppm	309
Zinc	Ppm	0.55
Manganeso	Ppm	3.06
Boro	Ppm	5.83
Hierro	Ppm	0.5
Cobre	Ppm	0.01
Azufre	Ppm	3

FUENTE: <http://www.google.com.ec/ABONOFERMENTADOTIPOBOKASHI&sart=0&sa=N>. (2004).

B. LA ALFALFA

1. Origen

En <http://www.botanical-online.com>. (2001), informa que la alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV A. C. La gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa.

Mientras para <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), menciona que la planta es nativa de Asia Central (Transcaucasia, Armenia, Persia, etc.). Existen tipos silvestres en el Cáucaso y en las regiones montañosas de Afganistán, Irán y regiones adyacentes.

2. Distribución geográfica

Del Pozo, M. (1983), informa que es ampliamente cultivada en todo el mundo como planta forrajera para el ganado. En América se cultiva desde la llegada de los europeos se cultivan variedades tanto al nivel del mar como en los Andes hasta cerca de 3,700 m.s.n.m.

En <http://agronomord.blogspot.com>. (2001), expresa que se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado. La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria, dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer a la industria de piensos.

Para <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-1071.html>. (2003), explica que la especie se cultiva en zonas frías, entre 1.800 y 3.200

metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

3. Importancia económica

La importancia del cultivo de la alfalfa para http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUAL_DEL_CULTIVO_DE_ALFALFA_DORMANTE_HIBRIDA_W350_2.pdf. (2002), va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna. Además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte.

De acuerdo a <http://www.fredmeyer.com/Es-Herb/Alfalfa.htm>. (2002), informa que por ser una especie pratense y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación.

Por otro lado <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), expresa que la alfalfa es un componente básico de la dieta animal, en la producción de leche o carne. Se adapta a distintos tipos de clima y suelos, y tiene capacidad para recuperar la fertilidad del suelo a través del proceso de fijación biológica de nitrógeno.

4. Descripción botánica

a) La raíz

Así mismo, <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), menciona que la planta tiene una raíz principal pivotante que profundiza el suelo, extrae agua y le permite tolerar sequías, y un sistema radicular secundario, superficial, en cabellera que le permite absorber el 70% de los nutrientes. Por estas raíces, se introducen las bacterias *Rhizobium* (*Sinorhizobium meliloti*), que forman los nódulos.

Para <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-1071.html> (2003), indica que la raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos.

En <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), opina que al tener un gran sistema radicular (de 2 hasta 5 m de longitud, otros autores mencionan hasta 10 m), resiste mucho la sequía pues las raíces tienen un gran campo de acción. Por lo que habrá que utilizar suelos profundos en este cultivo.

b) El tallo

<http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), informa que los pequeños y delicados tallos crecen directamente de la raíz principal. La base de los tallos, perenne, subleñosa, formando una "corona" superficialmente enterrada, ramificada, con muchos rizomas breves y numerosas yemas de renuevo, que puede medir de 10 a 20 cm y más de diámetro; tallos erguidos o ascendentes, poco pubescentes, herbáceos, poco ramificados, de 30 a 90 cm de altura y aun más, de 3 a 5 cm de diámetro, subtetrágonos, con médula blanca a veces efímera (alfalfa de "caña hueca"), entrenudos hasta de 7 cm de largo.

En <http://html.rincondelvago.com/alfalfa.html>. (2005), menciona que son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega.

c) Las hojas

De acuerdo para Del Pozo, M. (1983), las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, aunque las normales son trifoliadas y pecioladas. Los folíolos se presentan en formas más o menos oblongas y anchas.

Para http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm.

(2002), informa que las hojas son alternas, compuestas, trifoliadas, con estipulas triangular-subuladas, dentadas, su tercio inferior soldado a la base del pecíolo, hasta de 17 mm de largo, pecíolo acanalado, de 1 a 6 cm de largo; 3 folíolos, el mediano sobre pecioluelo mayor que los laterales, de 3 a 6 mm de largo, los tres denticulados en la mitad o el tercio apicales, obovales u orbiculares abajo, en hojas superiores oblanceolados hasta oblongos, de 1.5 a 3.5 cm de largo por 0.5 a 2.2 cm de ancho.

d) La inflorescencia

En <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), menciona que son de color entre azul y púrpura. En racimos axilares, de aproximadamente 3 a 10cm de largo, sostenidas por una bráctea lineal pequeña y por un breve pedicelo; zigomorfas, pequeñas, papilionadas (amariposadas); cáliz verde, campanulado, pentadentado, dientes subulados, subiguales entre sí y algo más largos que el tubo calicinal; corola azul violácea, excepcionalmente blanca o blanquecina, de aproximadamente 1cm de largo, con 5 pétalos (1 estandarte libre, 2 alas libres y 2 pétalos unidos formando la quilla), caduca después de la floración; floración en el racimo de abajo hacia arriba, polinización por desenlace explosivo irreversible; antes del desenlace estambres y pistilo en la quilla, luego los mismos levantados y aplicados al centro del estandarte; 10 estambres, diadelfos (9 unidos en un tubo y 1 libre), encerrados en la quilla; ovario súpero, lineal, unicarpelar, unilocular, estilo brevemente incurvo, ancho, subcartilágineo, glabro (sin pelos), estigma capitado, apical.

e) El fruto

<http://www.mejorpasto.com.ar>. (2002), explica que es una vaina, que se enrolla en una característica forma en espiral apretada, de 1 a 4 vueltas, castaña o negruzca a la madurez, finamente reticulado-nerviosa, marginada, tardíamente dehiscente sin elasticidad, con varias semillas amarillas.

f) La semilla

http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm (2002), indican que las semillas son de color amarillo, albuminadas; diámetro de las espiras de aproximadamente 5 a 6 mm, con orificio central; semillas arriñonadas o de forma irregular, de 2 a 3.2 mm de largo.

5. Clasificación Taxonómica

La alfalfa, "reina de las plantas forrajeras", es un miembro de la familia del guisante, es una leguminosa perenne ideal para las rotaciones de cultivos de larga duración. (<http://html.rincondelvago.com/alfalfa.html>. (2005)).

A continuación se detalla en el Cuadro 2., la clasificación taxonómica de la *Medicago sativa* (alfalfa).

Cuadro 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*)

REINO	VEGETAL
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Rosidae
ORDEN	Fabales
FAMILIA	Leguminosae
SUBFAMILIA	Papilionoideae
TRIBU	Trifolieae
GÉNERO	<i>Medicago</i>
ESPECIE	<i>sativa</i>

FUENTE:<http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCULTIVODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>. (2002).

Por lo tanto, el nombre científico de esta leguminosa forrajera es *Medicago sativa*, siendo sus nombres vulgares: “alfalfa”, “medicago”. (<http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCULTIVODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>). (2002).

6. Ecología y adaptación

Del Pozo, M. (1983), indica que los factores ecológicos que determinan el desarrollo de la Alfalfa se resumen en tres grandes grupos: Climáticos, Edáficos y Bióticos.

a) Factores Climáticos

1. Radiación solar

Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la Alfalfa, informa <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. La radiación solar favorece la técnica del presecado en campo en las regiones más cercanas al Ecuador, y dificulta el secado en las regiones más hacia el norte.

2. Temperatura

Para <http://agronomord.blogspot.com>. (2001), la temperatura con la que germina la semilla es de 2 a 3 °C. Cuanta más alta sea esta temperatura, antes germinará la semilla, estando su óptimo en 28 - 30 °C. Esta planta es muy resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -15 °C.

Igualmente, <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), explica que la temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los

15° C. Siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades de 18 - 28° C. Existen variedades de alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10° C).

3. Humedad

Del Pozo, M. (1983), indica que la planta resistente a la sequía aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para 1 kg de materia seca). Si queremos que este cultivo sea aún más resistente a la sequía tendremos que hacer aportaciones importantes de potasio. En el invierno, tolera los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días, no así en el período de crecimiento vegetativo. Si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular.

b) Factores Edáficos

(1) pH

En <http://www.mejorpasto.com.ar>. (2002), el factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez, excepto en la germinación, pudiéndose ser de hasta 4. El pH óptimo del cultivo es de 7.2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6.8, además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y manganeso que son tóxicos para la alfalfa. Existe una relación directa entre la formación de nódulos y el efecto del pH sobre la alfalfa. La bacteria nodulante de la alfalfa es *Rhizobium meliloti*, esta especie es neutrófila y deja de reproducirse por debajo de pH 5. Por tanto si falla la asimilación de nitrógeno la alfalfa lo acusa.

Por otra parte, <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-1071.html>. (2003), indica que el suelo no debe tener una acidez elevada. Si el pH estuviese por debajo de 6 habría que encalar los suelos cada dos años. Los efectos de esta cal son muy beneficiosos para la alfalfa porque elevan el pH,

aumentan el contenido de ión cal y frena la absorción de aluminio y manganeso (perjudiciales para la planta).

(2) Salinidad

La alfalfa es muy sensible a la salinidad, menciona Del Pozo, M. (1983), cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

En http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm. (2002), expresa que cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo; esto no ocurre cuando la planta tiene mayor porte.

(3) Alcalinidad

Para <http://www.fredmeyer.com/Es-Herb/Alfalfa.htm>. (2002), indica que la alfalfa es una planta cuyo óptimo de pH se sitúa en la zona de neutralidad, si bien tolera mejor la alcalinidad que la acidez. Sin embargo, cuando esta alcalinidad alcanza valores muy altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el P, Fe, Mg, Bo y Zn, queda reducida llegando algunos casos hasta límites inadecuados para la planta.

(4) Profundidad del suelo

La alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de suelos. Los suelos con menos de 60 cm. de profundidad no son aconsejables para la alfalfa. (Del Pozo, M. (1983)).

c) Factores Bióticos

<http://html.rincondelvago.com/alfalfa.html>. (2005), manifiesta que este factor se refiere a la forma de aprovechamiento de la planta por el ganado. La alfalfa es la base de la alimentación animal en los planteos productivos de carne y leche, o como base de alimentación de equinos deportivos.

(1) En verde

La alfalfa para <http://www.mejorpasto.com.ar>. (2002), en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad y digestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra. Lo recomendable es usarlo al corte y pastoreo. Si se usa “al corte” el cultivo puede durar 15 años en el campo y 8 años si es “al pastoreo”.

(2) Henificado

Igualmente, <http://www.mejorpasto.com.ar>. (2002), indica que el uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo. El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde.

Por otra parte, <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-1071.html>. (2003), manifiesta que el proceso de henificación debe conservar el mayor número de hojas posible, pues la pérdida de las mismas supone una disminución en calidad, ya que las hojas son las partes más digestibles y como consecuencia se reduce el valor nutritivo. El periodo de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hoja/tallo (es más lento a mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de

agua a evaporar).

(3) Ensilado

En <http://www.mejorpasto.com.ar>. (2002), es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento. Para conseguir un ensilado de calidad, la Alfalfa debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30 – 40 %), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

(4) Deshidratado

De acuerdo para <http://agronomord.blogspot.com>. (2001), es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y el secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía del transporte y almacenamiento, permaneciendo sus características nutritivas casi intactas. Los productos obtenidos se destinan fundamentalmente a las industrias de piensos compuestos.

(5) Pastoreo

En <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), menciona que el pastoreo es una alternativa a su cultivo en zonas con dificultades de mecanización de las labores de siega y recolección, además de ser un sistema económico de aprovechamiento en la que se reducen los costos de la explotación ganadera. Los inconvenientes que limitan el pastoreo de la alfalfa son los daños del animal sobre la planta (reducen su producción y persistencia) y los trastornos digestivos sobre el animal.

7. Valor nutritivo

Para <http://www.abcgro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), manifiesta que la alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Además es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos.

En el Cuadro 3. Se indica la composición bromatológica de la *Medicago sativa* (alfalfa).

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

PARÁMETROS	VALORES	CONTENIDO
Humedad	%	83,00
Materia seca	%	17,00
Proteína	%	24,30
Fibra bruta	%	8,00
Cenizas	%	2,10
Extracto etéreo	%	2,66
Extracto libre de nitrógeno	%	1,80
Calcio	%	0,39
Fósforo	%	0,07
Sodio	%	0,08
Potasio	%	2,50
Magnesio	%	0,32
Metionina	%	0,36
Cistina	%	0,23
Vitamina A	U.I.	60,00
Vitamina E	U.I.	40,00

FUENTE: <http://html.monografias.com/alfalfa.html>. (2005).

En el Cuadro 4. Se muestra la composición de la materia seca de hojas y tallos de la alfalfa.

Cuadro 4. COMPOSICIÓN DE LA MATERIA SECA DE HOJAS Y TALLOS DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*).

NUTRIENTES	HOJAS (%)	TALLOS (%)
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra bruta	16.4	44.4
Cenizas	10.7	6.3

FUENTE: <http://html.rincondelvago.com/alfalfa.html>. (2005).

8. El cultivo

a) Preparación del terreno

Antes de realizar la siembra Del Pozo, M. (1983), recomienda que sea necesario conocer las características del terreno, contenido de fósforo y potasio, condiciones de drenaje y sobre todo el pH.

En <http://www.fredmeyer.com/Es-Herb/Alfalfa.htm>. (2002), informa que las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) que mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. A continuación se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes.

b) Siembra

<http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCULTI VODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>. (2002), indica que los métodos de siembra son a voleo o con sembradoras específicas de pratenses. La mayoría de las siembras se hacen sólo con alfalfa, pero también puede asociarse con gramíneas. Al voleo, se efectúa lanzando las semillas de manera que caiga uniformemente sobre la superficie del suelo preparado (melga o surco).; y siembra en líneas o surco, se esparce la semilla al fondo o costado de los surcos en forma continua.

(1) Época de siembra

Para <http://html.monografias.com/alfalfa.html>. (2005), determina que en regiones cálidas y praderas de sequío la siembra se realizará en otoño, pues el riesgo de heladas tempranas es muy reducido; además la planta desarrolla su sistema radicular, almacena las reservas y a partir de la primavera siguiente la explotación está en un nivel alto de producción. Se aconsejan las siembras primaverales en zonas frías de sequío. En cultivos de regadío la siembra se realizará en primavera, aún teniendo en cuenta que su mayor inconveniente es la presencia de malas hierbas

(2) Dosis de siembra

Por otra parte para <http://agronomord.blogspot.com>. (2001), la dosis de siembra son de 15 - 25 kg /ha (sola) y de 15 - 17 kg /ha (asociada).

<http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCULTI VODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>. (2002), indica que si la siembra es con ayuda de una sembradora o se hace en líneas se utiliza 20 kg/ha, si la siembra es en forma manual “al voleo” se debe utilizar 25 kg /ha.

En siembras asociadas con gramíneas la dosis de alfalfa debe reducirse a 6 - 8 kg/ha en praderas con pastoreo, y a 12 -16 kg/ha en el caso de praderas de cosecha. (<http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003)).

(3) Profundidad de siembra

Además, <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), explica que depende del tipo de suelo: En terrenos pesados la profundidad está comprendida entre 1 - 1.25 cm, en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2.5 cm.

c) Abonado

Se aplicará una enmienda caliza a voleo y enterrada con anterioridad a la siembra <http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCULTIVOODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>. (2002), indica ya que el calcio es muy importante para el crecimiento de la planta y es esencial para la nodulación. La presencia de manganeso y aluminio reduce el crecimiento de las plantas, afectando negativamente al desarrollo de las raíces. Entre el fósforo y el aluminio se produce una interacción negativa. La presencia de aluminio libre en el suelo disminuye la cantidad de fósforo disponible.

(1) Nitrógeno

En <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-071.html> (2003), menciona que en condiciones óptimas de cultivo; cuando el pH no es muy ácido y no existe déficit de ningún elemento esencial, la alfalfa obtiene el nitrógeno por las bacterias de sus nódulos. Pero durante el estado vegetativo de las plántulas, éstas requieren nitrógeno del suelo, hasta que se formen los nódulos y comience la fijación. Por tanto se debe abonar 20 kg/ha de N, pues cantidades mayores producirán un efecto negativo al inhibir la formación de nódulos.

(2) Fósforo

Según, <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), recomienda que la fertilización fosfórica es muy importante en el año de establecimiento del cultivo, pues asegura el desarrollo radicular. Como el fósforo se desplaza muy lentamente en el suelo se recomienda aplicarlo en profundidad incluso en el momento de la siembra con la semilla. En alfalfares de regadío con suelos arcillosos y profundos la dosis de P₂₀₅ de fondo para todo el ciclo de cultivo es de 150-200 kg/ha.

(3) Potasio

Asimismo, <http://www.fredmeyer.com/Es-Herb/Alfalfa.htm>. (2002), informa que la alfalfa requiere grandes cantidades de este elemento, pues de él depende la resistencia al frío, sequía y almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar abonado potásico de fondo antes de la siembra junto con el fósforo. En suelos pobres se recomienda un abonado potásico de fondo de 200-300 kg/ha y restituciones anuales de 100-200 kg /ha.

d) Riego

Para <http://agronomord.blogspot.com>. (2001), la cantidad de agua aplicada depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. La alfalfa requiere la administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000 m³/ha. En riego por aspersion será de 880 m³/ha.

e) El corte

En <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. (2003), expone que los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una

reducción en su rendimiento y densidad. En las regiones cálidas la alfalfa se corta con el 10 % de floración en otoño, en primavera y a principios de verano, y con el 25 – 50 % de floración durante el verano.

Además, <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), informa que la alfalfa cortada alta deja en la planta tallos ramificados y yemas que permiten el rebrote continuado. La altura de corte resulta un factor crítico si se corta frecuentemente en estados tempranos de crecimiento, pues implica una reducción en el rendimiento y una disminución de la densidad de plantas del alfalfar a causa de las insuficientes reservas acumuladas en los órganos de almacenamiento. La máxima producción se obtiene con menores alturas de corte y cortadas a intervalos largos.

9. Plagas y enfermedades

Para <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002), las plagas reducen los rendimientos del forraje y vida de esta leguminosa, por los daños ocasionados en sus órganos. Las lesiones que dejan los insectos son puerta abierta a los inóculos de enfermedades fungosas y bacterianas que son el principio del fin de un vigoroso alfalfar. Existen muchas plagas y enfermedades de la alfalfa, pero de mayor peligro son: El pulgón manchado de la alfalfa, el barrenador de la raíz de la alfalfa, la peca de la alfalfa, el mildew veloso, pudrición de la raíz y corona, marchites bacteriana, mal vinoso y roya de la alfalfa.

C. EL SUELO

1. Características

En <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm>. (2001), indica que el suelo constituye junto con el agua, el aire y la luz solar, el fundamento de la vida en los sistemas ecológicos terrestres. El suelo proporciona hábitat biológico para numerosos organismos y microorganismos, además de ser una reserva genética.

Es el punto de partida y destino final de la mayor parte de las actividades desarrolladas por los seres vivos. Un descenso en la calidad del suelo contribuye generalmente a un descenso en la biodiversidad, con las consecuencias, muchas veces irreversibles, de pérdidas de especies y **ecosistemas** que esto implica.

En <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa071.html> (2003), menciona que la alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de suelos. Los suelos con menos de 60 cm. de profundidad no son aconsejables para la alfalfa. Requiere suelos profundos y bien aireados, ya que es muy sensible al anegamiento y disminuye notablemente las tasas fotosintéticas ante estas situaciones. Se comporta mejor con pH mayores 6.5. Es exigente en calcio, azufre y fósforo. Esta especie vegetal principalmente en verano y algunos cultivares se caracterizan por detener su crecimiento en invierno.

Los suelos para <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm>. (2004), se dividen según sus características generales, tales como la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química.

De acuerdo para <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Suelos.htm>. (2005), el suelo procede de la interacción entre la atmósfera, y biosfera. El suelo se forma a partir de la descomposición de la roca madre, por factores climáticos y la acción de los seres vivos. Esto implica que el suelo tiene una parte mineral y otra biológica, lo que le permite ser el sustento de multitud de especies vegetales y animales.

Mientras para <http://www.monografias.com/trabajos15/suelo-erosion/sueloerosion.shtml?monosearch>. (2006), en general existen tres tipos de suelo: Arenosos, Limosos y Arcillosos, y los intermedios se llaman francos, los mismos que se caracterizan por poseer gran cantidad de materia orgánica. En el caso del suelo arcilloso es un suelo cuya textura es muy fina que impide el rápido paso del agua

a las raíces de la planta. El suelo limoso es un suelo medio entre el arcilloso y el arenoso, adecuado para emplear cultivos, previo la aplicación de fertilizantes orgánicos preferentemente. El suelo arenoso es demasiado grueso, que permite una fácil evaporación del recurso hídrico, o la lixiviación de minerales aplicadas en el suelo.

La Revista "El Agro" (2002), informa que en base a las agrupaciones ecológicas del Ecuador, las principales zonas para el cultivo de la alfalfa en la provincia de Chimborazo son:

- Cantón Alausí: Pistishi, Multitud, Alausí, Sibambe, Tixán
- Cantón Colta: Cañi
- Cantón Pallatanga: Pallatanga
- Cantón Chunchi: Chunchi, Capzol
- Cantón Guano: Altar, Guanando, Guano, La Providencia, San Andrés, San Gerardo
- Cantón Penipe: Penipe, Matus, San Antonio de Bayushi, Puela
- Cantón Riobamba: Calpi, Cubijíes, Licto, Licán, Punin, Riobamba, San Luís, Pungalá
- Cantón Chambo: Chambo

Los rendimientos alcanzados en los lugares señalados son altos, además una pequeña parte de la producción es convertida en heno y alfarina.

2. Importancia de la fertilización del suelo

En <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html>. (2002), informa que la importancia fundamental de la fertilización de las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas. Para aprovechar la aplicación de los minerales contenidos en los fertilizantes químicos, las plantas requieren que se los den

"listos" para asimilarlos y esto solo es posible con la intervención de los millones de microorganismos contenidos en los abonos orgánicos que transforman los minerales en elementos "comestibles" para las plantas. Dicho de manera concreta, sin abonos orgánicos no hay proceso alimenticio aunque se apliquen fertilizantes, y lo que es peor aún, si no son aprovechados los minerales adicionados de los fertilizantes éstos se convierten en sales insolubles y lejos de ayudar al desarrollo de las plantas las deprime, abate y mata.

Por otro lado, <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm>. (2001), informa que no sólo de nitrógeno, fósforo y potasio vive la planta. Para que ella crezca saludable, es también indispensable la materia orgánica, importante para la aireación, el drenaje y la vida del suelo.

En http://www.sagangea.org/hojaresuelo/paginas/formac_suelo.jpg&imgrefurl=http (2002), manifiesta que si no fuesen por los macro y microorganismos del suelo, los residuos orgánicos jamás podrían ser aprovechados por las plantas. Los macroorganismos son por todos conocidos: las lombrices, hormigas y muchos otros. Los microorganismos son menos conocidos, por ser muy pequeños, la mayor parte invisible al ojo humano. Son las amebas, las bacterias, los hongos, etc. Juntos, trituran la materia orgánica hasta que se transforma en gas carbónico y agua.

Mientras que <http://ajonjoli.sian.info.ve/cap03.html>. (2003), expresa que la materia orgánica se encuentra en la naturaleza bajo muchas formas: restos vegetales, estiércol y otros residuos animales. Hasta que ella pueda ser aprovechada por las plantas pasa un largo tiempo, camino recorrido desde hace milenios por la naturaleza.

Para <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm>. (2004), explica que los abonos orgánicos actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra, mejoran su condición física, aportan materia orgánica y por supuesto fertilizan. Actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero y

pueden aplicarse frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales. Además, 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.

3. Componentes principales del suelo

En <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm>. (2001), indica que los componentes primordiales que debe tener un suelo son: Los compuestos inorgánicos no disueltos producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales; los nutrientes solubles utilizados por las plantas; distintos tipos de materia orgánica tanto viva como muerta; gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

Por otro lado, <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm>. (2001), menciona que la fracción orgánica representa entre el 2 y el 5 % del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5 % en suelos áridos o más del 95 % en suelos de turba.

Los procesos biológicos más importantes que se desarrollan en el suelo <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html>. (2002), menciona que son: humificación (descomposición de la materia orgánica por hongos, bacterias, actinomicetos, lombrices y termitas), transformaciones del nitrógeno (amonificación, nitrificación, fijación) y mezcla-desplazamiento (lombrices y termitas principalmente).

En, <http://ajonjoli.sian.info.ve/cap03.html>. (2003), expone que los países fríos son ricos en humus, porque las condiciones del ambiente (baja temperatura), impiden la proliferación exagerada de la bacteria que descompone ese humus. Más en los países tropicales, eso no ocurre, los microorganismos descomponen rápidamente la materia orgánica. Por eso, los agricultores de los países tropicales deben saber

como tratar y como incorporar al suelo la materia orgánica lo que exige cierto conocimiento del proceso de descomposición que ocurre de dos formas: Aerobia o anaerobia.

En <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm>. (2004), expresa que la materia orgánica procede, fundamentalmente, de la vegetación que coloniza la roca madre. La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y gases: amoníaco, nitratos, fosfatos. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos y conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad.

De acuerdo a <http://www.monografias.com/trabajos15/suelo-erosion/sueloerosion.shtml?monosearch>. (2006), en el suelo se encuentran bacterias, hongos, protozoarios, ácaros, coleópteros, hormigas, nemátodos, miriápodos, colémbolos, rotíferos, larvas, lombrices y otros microorganismos que participan en fenómenos de increíble complejidad, dentro de redes tróficas, para la transformación de la materia orgánica e inorgánica. La actividad de los microorganismos es muy importante para la transformación y la vida de los suelos. Las bacterias y los hongos participan en los ciclos del carbono, nitrógeno, azufre, fósforo y en la incorporación del potasio y el magnesio, entre otros, para su asimilación por los vegetales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación, se realizó en la Estación Agroturística Tunshi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el kilómetro 12 de la vía Riobamba Licto, Provincia de Chimborazo, con una longitud de 79° 40´ Oeste, y longitud de 0.1° 65´ Sur a 2.750 m.s.n.m. La investigación tuvo una duración de 140 días.

1. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas de la Estación Experimental Tunshi se describen a continuación en el Cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

CARÁCTERÍSTICAS	AÑOS			
	2006	2007	2008	Promedio
Temperatura °C	13.20	13.50	12.70	13.13
Precipitación mm	551.80	508.40	579.60	546.60
Humedad relativa %	72.01	62.80	60.89	65.23

FUENTE: Estación Meteorológica Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH (2008).

En el Cuadro 6. Se describe las características del suelo de la Estación Experimental Tunshi.

Cuadro 6. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.

PARÁMETROS	VALORES
pH	6.3
Relieve	Plano
Tipo de suelo	Franco arenoso
Riego	Disponible
Drenaje	Bueno

FUENTE: P.BID-016 (2002).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La investigación estuvo constituida por 27 parcelas cuyas dimensiones son de 15 m², con una superficie total de 405 m². Se evaluó 2 factores:

- El factor A determinado por 3 diferentes niveles de aplicación del abono orgánico bokashi (3, 5, 7 tn/Ha).
- El factor B estuvo conformado por la diferentes tiempos de aplicación del abono orgánico bokashi (0, 5, 10 días).

El tamaño de cada unidad experimental (UE), correspondió a una parcela de

Medicago sativa (alfalfa), de 5 metros de ancho por 3 metros de largo, teniendo un área total de 15 m² con 3 repeticiones obteniéndose 27 unidades experimentales en un área total de 405 m².

C. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

- Bokashi
- Material vegetativo establecido
- Pingos
- Azadones
- Carretilla
- Rótulos de identificación
- Fundas de papel
- Metro
- Libreta de apuntes
- Esferos
- Hoces
- Piolas
- Flexómetro
- Botas de caucho

2. Equipos

- Equipo de computación
- Cámara de fotos
- Impresora

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la investigación se evaluó el efecto de diferentes niveles de bokashi (3, 5, 7 tn/ ha), en la producción primaria forrajera del *Medicago sativa* (alfalfa), aplicado en distintas edades (0, 5 y 10 días), después del corte de igualación.

El experimento fue analizado bajo un Diseño Bi factorial de Bloques Completamente al Azar (DBBCA), 3A * 3B con 3 repeticiones cuya ecuación de rendimiento es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i \beta_j + \Sigma_{ij}$$

Donde,

Y_{ij} : Valor estimado de la variable

μ : Efecto de la media general

α_i : Efecto del factor A

β_j : Efecto del factor B

$\alpha_i \beta_j$: Efecto de la interacción (niveles de bokashi * tiempo de aplicación)

Σ_{ij} : Efecto del error experimental

1. Esquema del experimento

A continuación se detalla en el Cuadro 7, el Diseño Experimental utilizado en la presente investigación.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Niveles de Bokashi (tn/ha)	Tiempo de aplicación (días)	Código	T/U (m ²)	Repeticiones	Total en m ²
3	0	B3T0	15	3	45
3	5	B3T5	15	3	45
3	10	B3T10	15	3	45
5	0	B5T0	15	3	45
5	5	B5T5	15	3	45
5	10	B5T10	15	3	45
7	0	B7T0	15	3	45
7	5	B7T5	15	3	45
7	10	B7T10	15	3	45

ELABORACIÓN: Cordovez, M. (2008).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Análisis básico del suelo antes del experimento
- Porcentaje de Cobertura basal
- Porcentaje de Cobertura aérea
- Altura de la planta
- Número de tallos por planta
- Producción forrajera en Materia verde en prefloración
- Producción forrajera en Materia seca en prefloración
- Análisis bromatológico proximal completo del forraje (*Medicago sativa*) en prefloración
- Análisis básico del suelo después del experimento
- Rentabilidad (beneficio/costo)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias.
- Pruebas de significación según Tukey, en la separación de medias con el nivel $P \leq .05$ y $P \leq .01$.
- Análisis de regresión y correlación lineal y no lineal.

A continuación en el Cuadro 8, se describe el esquema del Análisis de Varianza:

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	26
REPETICIONES	2
TRATAMIENTOS	8
A	2
B	2
A * B	4
ERROR	16

ELABORACIÓN: Cordovez, M. (2008).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

- Antes del trabajo de campo que se desarrolló en la Estación Experimental Tunshi, se realizó previamente el análisis de suelo y se procedió a establecer una nueva pradera del *Medicago sativa* (alfalfa), utilizando material vegetativo para una área total de 405 m² de terreno. Luego se elaboró el

bokashi con la metodología descrita con anterioridad; una vez elaborado fue convenientemente almacenarlo, cuidando de que no se seque demasiado.

- Una vez establecida la pradera se procedió a delimitar las unidades experimentales que tuvieron una dimensión de 5 metros de ancho por 3 metros de largo, teniendo un área total de 15 m² por parcela; con 3 repeticiones, cada factor con un total de 27 unidades experimentales y un área total de 405 m².
- Luego se realizó las distintas labores culturales necesarias, principalmente las deshierbas y el riego del agua que se efectuó en función a las condiciones ambientales imperantes en la zona y en época del experimento.
- Después de 3 meses de haber establecido las unidades experimentales se realizó el primer corte de igualación, se efectuó a los 5 cm., para favorecer el vigor del material vegetativo. Además, se procedió con la aplicación del biofertilizante de forma basal de acuerdo a los tratamientos, es decir en sus diferentes niveles (3, 5, 7 tn/ha), de bokashi a las distintas edades de aplicación (0, 5, 10 días).
- Durante el desarrollo vegetativo de la alfalfa después del primer corte, cuando alcanzó la época de prefloración, considerando cuando el cultivo presentó el 10 % de floración, se realizó la toma de datos de altura de la planta, porcentaje de cobertura área y basal, número de tallos/planta, el peso del forraje verde (Kg/ m²).
- El segundo corte se efectuó a los 47 días después del primer corte, para la toma de datos se procedió de forma similar del primer corte, adicionando la toma de una muestra de forraje verde por cada tratamiento para el respectivo análisis bromatológico de la alfalfa.

- El tercer corte se efectuó a los 46 días después del segundo corte, para la toma de datos se procedió de forma similar del primer corte, las mediciones experimentales fueron tomadas en tres cortes.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis de suelo antes del experimento

Previo a la aplicación del tratamiento se tomó una muestra del suelo antes del establecimiento de la pradera del *Medicago sativa* (alfalfa) y se analizó en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, en donde determinó el análisis básico del contenido del suelo.

2. Altura de la planta

Utilizando un metro en centímetros se registró desde la superficie basal de la planta, hasta la media terminal de la hoja más alta, se evaluó la altura de 15 plantas al azar de los surcos intermedios para sacar un promedio general del tratamiento y eliminar el efecto borde.

3. Cobertura basal

Se utilizó el método de la Línea de Canfield, que consiste en determinar por medio de una cinta métrica el área ocupada por la planta en el suelo. Se suma el total de cobertura basal en centímetros de las plantas presentes en las parcelas y por regla de tres simple se obtiene el porcentaje de cobertura.

4. Cobertura aérea

Se procedió de manera similar que la basal, diferenciándose por ubicar a la cinta métrica a una altura media de la planta, y con el mismo procedimiento

matemático se determinó el porcentaje de cobertura aérea.

5. Número de tallos

Para evaluar se seleccionó 15 plantas al azar de los surcos intermedios y se procedió a contar los tallos por planta, se realizó por cada tratamiento y se calculó sus respectivos promedios.

6. Producción de forraje verde (tn/ha/año) en prefloración

Se realizó en función al peso, cortando una muestra representativa de cada parcela, utilizando el método del cuadrante, dejando para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso obtenido fue relacionado al 100 % y luego lo transformamos a Tn/ha.

7. Producción de materia seca (tn/ha/año) en prefloración

Para obtener la producción de materia seca se procedió a multiplicar la producción de forraje verde por el contenido de materia seca proveniente del análisis bromatológico proximal de cada tratamiento.

8. Análisis bromatológico proximal completo

Se tomaron muestras del pasto en prefloración que es la etapa que mayor contenido de nutrientes presenta, y se analizaron en el laboratorio de bromatología de Agro calidad SESA – Quito.

9. Análisis del suelo después del experimento

Al finalizar la aplicación del tratamiento se tomó una muestra del suelo y se realizó el respectivo análisis completo del suelo en el laboratorio de Agro calidad SESA –

Quito.

10. Evaluación económica

Se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo por la siguiente expresión:

$$\text{Beneficio-costo} = \text{Ingreso Totales \$} / \text{Egresos totales \$}$$

El beneficio/costo de la producción del *Medicago sativa* (alfalfa), se estableció a través de la división de los ingresos totales en los que se incluyen la venta del forraje verde calculados en Tn/ha, dividido para los egresos totales en los que se han incluido el costo por planta, costo del abono orgánico, labores culturales, y el alquiler del terreno, sin tomarse en cuenta las inversiones fijas si no únicamente la depreciación de las mismas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. **EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*) POR EFECTO DEL NIVEL DE BOKASHI**

1. Primer corte

a) **Altura de la planta (cm.)**

La altura de las plantas de *Medicago sativa* (alfalfa), en la etapa de prefloración del primer corte cuyos resultados se exponen en el Cuadro 9, registraron que no existe diferencia significativa ($P \geq 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de los niveles de bokashi, observándose la mayor altura cuando se aplica 5 tn/ha de bokashi (B5), con un promedio de 71,83 cm., seguidas de las parcelas fertilizadas con 7 tn/ha (B7), con medias de 70,17 cm., mientras que con la incorporación de 3 tn/ha de bokashi (B3) se reportaron alturas de 67,82 cm; lo que permite argumentar que el abono orgánico bokashi no afectó de ninguna manera éste parámetro.

Es indudable que no se afectó mayormente la altura de la planta con los diferentes tratamientos, el comportamiento por lo tanto fue similar desde el punto de vista estadístico. Este comportamiento posiblemente se debe a que en el presente análisis investigativo se trabajó con biofertilizante que según http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. (2003), informa que los abonos orgánicos actúan progresivamente a medida que se van mineralizando y mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que se refleja directamente sobre el desarrollo de la planta en lo que tiene que ver con su altura, ya que las plantas tendrá mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos; en cambio los fertilizantes químicos, tienen acción inmediata pero su efectividad es limitada.

Por su parte Guzmán, F. (1989), al investigar varias fertilizaciones en *Medicago*

sativa a base de N, P, K, Mg, y B, en el cantón Cuenca, y en relación a nuestros hallazgos, se aprecian en nuestro estudio valores ligeramente superiores sobre la altura de la planta que fueron de 43,65 a 60,51 centímetros, reportadas en el primer corte.

b) Porcentaje de cobertura aérea

El análisis de varianza para el porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa en el primer corte (anexo 2), presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), lo que corrobora con la separación de medias. Sin embargo los mejores resultados lo presento al aplicar 5 tn/ha (B5), con un promedio de 95,16 %, seguido de la aplicación con 7 tn/ha (B7), con una media de 89,50 %; mientras que las parcelas fertilizadas con 3 tn/ha (B3), reportaron 82,55 % de cobertura aérea de la planta. Por cuanto <http://em.iespana.es/manuales/bokashi/bokashi.html>. (2003.), informa que el uso del abono orgánico fermentado sirven para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos de los forrajes.

c) Porcentaje de cobertura basal

Los resultados de cobertura basal en el primer corte, registraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los niveles de bokashi (tn/ha) en el primer corte (cuadro 9); con valores de 39,77 % del tratamiento 5 tn/ha (B5); seguidas de los tratamientos de 7 tn/ha (B7), con un porcentaje de 36,00 %; mientras que la aplicación de 3 tn/ha (B3), reportó un 34.16 % de cobertura basal de la alfalfa, a lo que <http://www.lamolina.edu.pe>. (2003), informa que los abonos orgánicos actúan más lentamente que los fertilizantes químicos pero su efecto es más duradero y pueden aplicarse más frecuentemente pues no tienen secuelas perjudiciales en los cultivos o forrajes.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

Al realizar el análisis de varianza en la producción de forraje verde (tn/ha/año) se observa en el Anexo 4, la alfalfa en el primer corte reportó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre los niveles de bokashi (tn/ha). La separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$), indica que la mayor producción de forraje verde lo reporta las parcelas fertilizadas con 5 tn/ha de bokashi, con producción media de 70,32 tn/FV/ha/año, en tanto que la menor producción fue del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi, con un valor medio de 58,09 tn/FV/ha/año, de acuerdo a <http://www.proexant.org.ec>. (2001), informa que los fertilizantes orgánicos ejercen multilateral efecto sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, en caso de adecuada utilización, elevan de manera importante la producción de los cultivos agrícolas.

En estudios realizados por Gaspar, S. (1997), evaluó el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo establecido de alfalfa, reportó un promedio de 81,18 tn/ha/año de forraje verde, el mismo que supera levemente a nuestros resultados; es importante mencionar que los abonos inorgánicos aportan inmediatamente los nutrientes minerales que la planta necesita para su normal desarrollo, mientras que los abonos orgánicos necesitan de un proceso de descomposición para liberar los nutrientes en formas más asimilables para las plantas.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

En la evaluación de la producción de materia seca del *Medicago sativa* (alfalfa) del primer corte de acuerdo al análisis de varianza que se observa en el Anexo 5, se reporta que no existe diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los niveles de bokashi (tn/ha), pero numéricamente existe una leve diferencia entre las medias. Analizando el Cuadro 9., las medias de los distintos niveles reportó que el nivel 5 tn/ha de bokashi, presentó la mejor producción de materia seca, con valor medio de 12,52 tn/MS/ha/año; mientras que la menor producción fue del nivel 3 tn/ha de bokashi, con una producción de 11,09 tn/MS/ha/año. <http://www.cafe>

honduras.org/ihcafe/administrador/archivo/documentos/manualtecnico.pdf.(2005.), indica que el bokashi permite aumentar la capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes y agua utilizados por la planta, debido a que tiene una gran capacidad de intercambio de cationes, mejorando la estructura, al darles soltura a los suelos pesados y compactos y liga a los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora la porosidad lo que contribuye a la asimilación eficiente de los nutrientes para el desarrollo de las plantas, y ésta a la vez lo manifiesta en la producción (frutos, forraje, etc.).

Gaspar, S. (1997), en su investigación reportó un valor medio de 23,91 tn/ha/año de materia seca al realizar una fertilización orgánica e inorgánica en la alfalfa; y relacionándola con nuestros hallazgos son inferiores, esto es posible a que las dos investigaciones se trabajaron en diferentes tiempos y lugares, por lo tanto las condiciones ambientales no fueron las mismas.

f) Número de tallos/planta

De acuerdo al análisis de varianza Anexo 6, en el primer corte no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$), numéricamente se observa que existe una leve diferencia, de acuerdo a la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), siendo el tratamiento 5 tn/ha de bokashi, reportó el mayor número de tallos por planta de alfalfa, con un valor medio de 10.97 tallos/planta; y el menor número de tallos por planta se observó en el tratamiento 3 tn/ha de bokashi, que alcanzó 9.46 tallos/planta. Los fertilizantes orgánicos no son sólo fuente de alimentación nutricional para las plantas, sino que también lo son de anhídrido carbónico. En la descomposición de estos abonos se desprende mucho gas carbónico que satura el aire del suelo y como resultado mejora la nutrición aérea de las plantas, necesaria para la obtención de un buen desarrollo de la planta, incrementando el número de tallos, lo informa Restrepo, J. (2007).

Por su parte Gaspar, S. (1997), en el primer corte de su investigación logró una media de 26,10 tallos/planta al evaluar la fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo de alfalfa, éste reporte supera altamente a los nuestros.

2. Segundo corte

a) **Altura de la planta (cm)**

Para el segundo corte (cuadro 10); igualmente los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), es decir, estadísticamente son iguales. Nuevamente la aplicación de 5 tn/ha de bokashi (B5) reportó los mejores rendimientos, con un promedio de 91,20 centímetros superando a los demás; los tratamientos 7 tn/ha (B7), con medias de 88,62 cm y el tratamiento 3 tn/ha de bokashi (B3), con una media de 87,81 centímetros, esto es posible que se deba a que el fósforo proporcionado por el bokashi a través del estiércol de bovino, por ser un elemento esencial para la vida, las plantas lo necesitan para crecer y desarrollar su potencial genético. Además, en condiciones adversas como suelos fríos o secos, que reducen la absorción de los nutrientes, ayuda a que continúe el desarrollo radicular y se asegure la supervivencia de la planta, como lo menciona <http://www.fertilizando.com/forrajeras/alfalfa> (2007).

En la investigación de Guzmán, F. (1981), quién fertilizó *Medicago sativa* (alfalfa), a base de N, P, K, Mg y B, y en relación a nuestros resultados, éstos no superan a los nuestros ya que alcanzó alturas de las plantas de 62,04 a 71,51 centímetros en el segundo corte de su investigación.

b) **Porcentaje de cobertura aérea**

En el segundo corte Cuadro 10, la variable demostró igualmente no diferencias significativas en los niveles de bokashi (tn/ha) ($P \geq 0.05$); en donde el tratamiento 5 tn/ha (B5), con una media de 100,00 % numéricamente superó a los niveles de 7 tn/ha (B7), con un valor medio de 99,05 % y al de 3 tn/ha (B3), con un promedio de 98,55 % de cobertura aérea de la alfalfa; es importante indicar que el contenido de potasio que aportó el bokashi, siendo el potasio el nutriente más importante para la producción de alfalfa. Es el de mayor requerimiento para la producción de pasto. Durante la implantación el requerimiento es

bajo, la demanda aumenta rápidamente con el crecimiento de la planta. Estimula el rebrote, momento en el que puede duplicar el área foliar compitiendo mejor contra las malezas como lo indica <http://www.ppippic.org/nutrientes-potasio>. (2007).

c) Porcentaje de cobertura basal

El análisis de varianza para el porcentaje de cobertura basal de la alfalfa en el segundo corte (cuadro 10), expresó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los tratamientos aplicados, los promedios fueron distribuidos de la siguiente manera: 43,27 % para el tratamiento 5 tn/ha (57); 38,33 % en parcelas fertilizadas con 7 tn/ha (B7), y finalmente 37,33 % en los alfalfares abonadas con 3 Tn/ha (B3). Por cuanto http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?Article_SKU=Organic-Fertilizer.(2008), indica que los abonos orgánicos 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.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

Los resultados del segundo corte, presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), así podemos observar en el Anexo 10. La mejor producción de forraje verde del segundo corte, del tratamiento 5 tn/ha de bokashi, con una producción media de 107,03 tn/FV/ha/año, mientras que la menor producción fue de las parcelas fertilizadas con 3 tn/ha de bokashi, con un valor medio de 97,65 tn/FV/ha/año, sin duda la mejor producción de forraje verde se obtuvo durante este corte porque los abonos orgánicos aumentan la fertilidad del suelo, permitiendo que las plantas adquieran con mayor facilidad los nutrientes que necesitan para su crecimiento, desarrollo y producción ya que son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos; como lo indica <http://www.infoagro.com/abonos/abonosorganicos.htm>. (2003).

En referencia a estudios realizados por Gaspar, S. (1997), quien evaluó el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la alfalfa, y al comparar con los nuestro reporte, los resultados de Gaspar son muy inferiores logrando un valor medio de 78,56 tn/ha/año de forraje verde en el segundo corte.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

En el segundo corte, los tratamientos no presentaron diferencia significativa ($P \geq 0.05$), numéricamente existe una ligera diferencia en las producciones de forraje en materia seca, como se observa en el Cuadro 10. El tratamiento 7 tn/ha de bokashi logró una producción superior de 19,54 tn/MS/ha/año, mientras que el tratamiento 3 tn/ha de bokashi presentó una producción inferior de 18,44 tn/MS/ha/año, se corrobora con la separación de medias según TuKey ($P \geq 0,05$) que se presenta en el Anexo 11. Sin duda, la alfalfa con el sistema radicular secundario absorbe los nutrientes de la capa superficial del suelo para utilizarlos en el desarrollo normal de la planta, rendimiento forrajero y en otras actividades importantes. La actividad en esta zona del suelo es tal que la alfalfa toma el 70 - 80% de los nutrientes de los primeros 20 centímetros del suelo.

Gaspar, S. (1997), fertilizando la alfalfa con el uso de fertilizantes químicos y orgánicos obtuvo un promedio de 23,13 tn/ha/año de materia seca, es posible este resultado debido a que el porcentaje de humedad del forraje fue distinto al que nosotros hallamos en nuestra investigación.

f) Número de tallos/planta

Con respecto al segundo corte igualmente no existe diferencia significativa ($P \geq 0.05$), en los tratamientos, pero numéricamente existe una pequeña diferencia en los promedios, como se puede apreciar en la separación de medias por Tukey ($P \geq 0.05$), ubicado en el Anexo 12. La fertilización de parcelas con el tratamiento 5 tn/ha de bokashi, reportó los mejores rendimientos con 22,97 tallos/planta superando a los demás; en cambio el tratamiento de 3 tn/ha de bokashi tuvo

20,88 tallos/planta.

Con respecto a la investigación de Gaspar, S. (1997), realizó una fertilización orgánica e inorgánica en la alfalfa, obtuvo un valor medio de 25,55 tallos/planta; y al relacionarla con nuestros hallazgos, éstos nuevamente son inferiores al del mencionado autor. Esto es posible ya que en nuestra investigación únicamente se trabajó con bokashi sin el complemento de un agroquímico, mientras que Gaspar realizó la fertilización química conjuntamente con humus.

3. Tercer corte

a) Altura de la planta (cm.)

En el tercer corte (cuadro 11), el análisis de varianza determinó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los niveles de bokashi utilizados; el tratamiento 5 tn/ha de bokashi (B5) reportó la mayor altura, con un promedio de 77,66 cm, seguidamente se ubicaron las parcelas fertilizadas con el tratamiento 7 tn/ha de bokashi (B7), con medias de 73,55 cm y el tratamiento 3 Tn/ha (B3) con una media de 72,80 centímetros se puede observar en el Anexo 13.

Respuestas que denotan que la aplicación de fertilización si afectaron las alturas de las plantas en la etapa de prefloración, valores que son levemente superiores en comparación con los reportados por Guzmán, J. (1989), quien al realizar varias fertilizaciones en *Medicago sativa* a base de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y boro; reportó en el tercer corte una altura de la planta, entre 53,53 a 63,87 centímetros, comportamiento que permite ratificar que las plantas forrajeras presentan diferentes respuestas, no solo por efecto de los tipos de fertilización empleados, sino que están sujetos a las condiciones ambientales reinantes en las épocas de producción.

b) Porcentaje de cobertura aérea

El porcentaje de cobertura aérea que se obtuvo en el tercer corte (cuadro 11), los resultados no reportaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en los diferentes tratamientos aplicados a la *Medicago sativa* (alfalfa); sin embargo, los tres tratamientos alcanzaron un promedio del 100,00 % de cobertura aérea de ahí que podríamos inferir que la alfalfa responde positivamente a la fertilización orgánica.

Siendo importante que se tenga en cuenta que en todo el proceso se pudo notar que el bokashi mejoró el rendimiento de la alfalfa puesto que en la evaluación de la cobertura aérea mejoró notablemente y directamente proporcional en función al tiempo (a mayor número de cortes, mejor cobertura aérea).

c) Porcentaje de cobertura basal

Para el tercer corte (anexo 15), la presente variable en estudio igualmente no presentó diferencia estadística ($P \geq 0.05$), en tal virtud todos los tratamientos estadísticamente presentaron similar porcentaje de cobertura basal, aunque numéricamente difieren con un valor medio de 48,16 % del tratamiento 5 tn/ha (B5); 47.61 % de 7 Tn/ha (B7); y finalmente 47,00 % del tratamiento 3 tn/ha (B3).

Es indudable que no se afectó mayormente la cobertura basal con los diferentes tratamientos, el comportamiento por lo tanto fue similar desde el punto de vista estadístico; mientras que numéricamente se apreció una imperceptible diferencia. Esta respuesta es lógica, toda vez que la cobertura basal no puede en la mayoría de los casos afectarse con la fertilización cuando la alfalfa esta ya establecida, puesto que no es un vegetal rastrero; no sucede lo mismo en la cobertura aérea que se puede considerar como un parámetro técnico sujeto a cambio (aumento) con una buena fertilización.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

Los resultados reportados del tercer corte, existió diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$), entre las medias de los tratamientos, se puede evidenciar en la separación de medias según Tukey ($P \leq 0.05$), que se exponen en el Anexo 16. La mejor producción de forraje verde del tercer corte, lo reportó el nivel de 5 tn/ha de bokashi, con un promedio de 92,63 tn/FV/Ha/año y la baja producción reportó el nivel de 3 tn/ha de bokashi, con una producción de 83,85 tn/FV/Ha/año, este declive se podría deberse a las malas condiciones ambientales (falta de lluvia y agua de riego) que se presentaron en la última etapa de la investigación; además <http://www.unalmed.edu.co> (2003), informa que el abono orgánico fermentado tipo "bokashi" es uno de los abonos orgánicos más completos, porque con el se incorpora al suelo macro y micro nutrientes básicos para las plantas.

El rendimiento forrajero de Gaspar, S. (1997), fue de 60,42 tn/ha/año al realizar una fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo de alfalfa, valor que no supera a nuestros resultados, es posible a que nuestra investigación se trabajó con un abono orgánico, el mismo que se caracteriza por mantenerse en el suelo y aportando lentamente los nutrientes a las plantas por mucho más tiempo que los agroquímicos.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

Los resultados obtenidos en el tercer corte, indican que existe diferencia numérica en la producción de materia seca entre los niveles de bokashi (tn/ha), ya que estadísticamente son iguales ($P \geq 0.05$). La mejor producción presentó el tratamiento 5 tn/ha de bokashi, con una producción media de 16,50 tn/MS/ha/año y la menor producción fue del tratamiento 3 tn/ha de bokashi, con un valor medio de 15,87 tn/MS/ha/año. No existe una relación directa entre la producción de forraje verde y materia seca debido a las variaciones en el contenido de humedad que reporta el análisis bromatológico de la *Medicago sativa* (alfalfa).

Gaspar, S. (1997), quién evaluó la fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo de alfalfa con diferentes dosis de fertilizantes, nuestros datos nuevamente son inferiores para el tercer corte que logró respuestas de 22,16 tn/ha/año de materia seca.

f) Número de tallos/planta

Para el tercer corte, (cuadro 11), igualmente indica que no hay diferencia significativa ($P \geq 0.05$), entre los tratamientos utilizados en la fertilización de la alfalfa; pero se puede observar el Anexo 18, de las separación de medias que existe una leve diferencia numérica entre las medias de los tratamientos, siendo el mejor tratamiento de 5 tn/ha de bokashi, con un valor medio de 20,88 tallos/planta; mientras que el tratamiento 3 tn/ha de bokashi, presentó un valor medio de 19,80 tallos/planta. Por lo tanto, el comportamiento del número de tallos por planta de la alfalfa sometida a diferentes niveles de bokashi, podemos anotar que la respuesta a la fertilización fue progresiva es decir, que a medida que se incrementaron los cortes, igualmente la variable respondió con mejores promedios.

En la investigación de Gaspar, S. (1997), reportó un promedio de 25,12 tallos/planta de alfalfa, al realizar una fertilización orgánica e inorgánica; y comparando con nuestros resultados, éstos nuevamente no logran superar a la respuesta de dicho autor.

B. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*) POR EFECTO DEL TIEMPO DE APLICACIÓN DEL BOKASHI

1. Primer corte

a) Altura de la planta (cm)

Las alturas de las plantas de la *Medicago sativa* (alfalfa), en la etapa de prefloración del primer corte, como lo demuestra el Cuadro 12. No registró diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto del tiempo de aplicación (0, 5 y 10 días) post corte del abono orgánico bokashi, aunque numéricamente si se evidenciaron diferencias, por cuanto las mayores alturas (71,49 cm.), fueron reportadas por las plantas de las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte (T5), seguidas de las parcelas aplicadas a los 10 días post corte (T10), con medias de 71,39 cm., mientras que al fertilizar las parcelas a los 0 días post corte (T0) se registraron los valores más bajos de la experimentación con alturas de 66,94 cm., comportamiento que es evidenciado en la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \geq 0.05$), en el Anexo 1.

Como se observa en el (grafico 1), se puede manifestar que la altura de la planta del *Medicago sativa* (alfalfa), registró una tendencia cuadrática significativa ($P < 0,0397$), de la misma manera podemos mencionar que por cada día que pase desde 0 hasta los 5 días post corte se espera un aumento de la altura de la planta en 1,374 centímetros, para posteriormente empezar a decrecer en 0,093 centímetro cuando se incrementa los días de la aplicación a partir del día cinco hasta los diez después del corte, demostrando además que la altura de la planta esta relacionado en 21,62 % al tiempo de aplicación del biofertilizante; y con una asociación media de 46,49%.

En el estudio de Andrade, L. (2002), mediante la fertilización foliar en el cultivo de alfalfa establecida usando diferentes fertilizantes, reportó una media de 62,94

centímetros de altura de la planta; comparando con nuestros promedios, éstos superan altamente a los que reporta dicho autor.

b) Porcentaje de cobertura aérea

La evaluación del porcentaje de cobertura aérea de la *Medicago sativa* (alfalfa), en el primer corte presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en todos los tratamientos evaluados. En esta variable analizada reporta la mayor respuesta en las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte, cuyo porcentaje de cobertura aérea fue de 100,00 %, seguidas por las plantas a las que se aplicó bokashi a los 10 días post corte con medias de 84,55 %; en tanto que el porcentaje más bajo le corresponde a las parcelas abonadas a los 0 días post corte, con un porcentaje de cobertura aérea de 82,66 %, además se puede observar (anexo 2), que comparten significancias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$), lo que puede deberse a lo que manifiesta <http://www.unalmed.edu.co>. (2003), que los abonos orgánicos son sustancias de naturaleza ácida, que da al suelo una mejor estructura a la vez que suministra sustancias nitrogenadas indispensables para el desarrollo de las plantas adquieren con mayor facilidad los nutrientes que necesitan para su crecimiento, desarrollo y producción.

c) Porcentaje de cobertura basal

El porcentaje de cobertura basal promedio en el primer corte es de 36,64 % presentando diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), entre los diferentes tiempos de aplicación del abono orgánico bokashi, en la separación de medias (anexo 3), por medio de Tukey ($P \leq 0.05$), refleja diferencias entre los resultados obtenidas corresponde al aplicar a los 5 días post corte, con un valor de 38,77 %; seguida por las parcelas a las que se les aplicó tanto a los 10 y 0 días post corte, con promedios de 37,22 y 33,94 % respectivamente. Por cuanto <http://www.terra.es>.(2008), manifiesta que los abonos orgánicos, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras

sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

El análisis de varianza de la producción de forraje verde del primer corte reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los tratamientos, por efecto del tiempo de aplicación del abono orgánico bokashi, estableciéndose al realizar la separación de medias (anexo 4), la mejor producción de forraje verde (tn/ha/año) corresponde a las parcelas del *Medicago sativa* (alfalfa), fertilizadas a los 5 días post corte (72,85 tn/FV/ha/año), mientras que el menor rendimiento forrajero fueron de las parcelas abonadas a los 0 días post corte, con un valor de 53,95 tn/FV/ha/año, como lo demuestra la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.01$), y esto se puede deber a lo manifestado en <http://www.mirat.net/fertilizantes/nutricion/macronutrientes.htm>. (2008), que si se quiere obtener el máximo aprovechamiento de los cultivos no queda otro remedio que suministrarles los elementos que precisen para completar su nutrición y uno de éstos que es insustituible es el fósforo por se un componente esencial en los vegetales que interviene activamente en la mayor parte de las reacciones bioquímicas de la planta: respiración, síntesis y descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, etc.

El modelo de regresión para la producción de forraje verde (tn/ha/año) del primer corte se observa en el Gráfico 2. Indica una tendencia cuadrática significativa ($P < 0,0331$), con una ecuación de regresión para esta variable dependiente igual a $54,37 + 4,29 (\text{tiempo de aplicación}) - 0,28 (\text{tiempo de aplicación})^2$, lo que refleja que a medida que incrementa el tiempo de aplicación del abono orgánico bokashi, desde el 0 hasta los 5 días, la producción de forraje verde inicialmente también aumentar en 4,29 tn/ha/año para posteriormente empezar a disminuir en 0,28 tn/ha/año por cada unidad de cambio de la variable independiente, con un coeficiente de determinación (R^2), de 47,38 % por parte del tiempo de aplicación del biofertilizante, en tanto que el 52,62 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación como son las condiciones ambientales imperantes en la época de producción del *Medicago sativa* (alfalfa).

En referencia a los estudios realizados por Andrade, L. (2002), quién evaluó el efecto de la fertilización foliar en la alfalfa, obtuvo una producción de forraje verde de 111,65 tn/ha/año, mientras que nuestro rendimiento fue de bajo, es posible este alcance forrajero porque los fertilizantes químicos contienen los macroelementos en las formas que la planta necesita, logrando así su efectividad en menor tiempo.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

En el Cuadro 12, la evaluación del rendimiento de materia seca (tn/ha/año) de la *Medicago sativa* (alfalfa), al primer corte presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en todos los tratamientos evaluados. La mejor producción corresponde a las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte (T5), cuya producción fue de 13,86 tn/MS/ha/año, seguidas por las parcelas a las que se aplicó bokashi a los 10 y 0 días post corte (T10 y T0), con medias de 12,28 y 9,56 tn/MS/ha/año respectivamente, además se corrobora que comparten significancia de acuerdo a las separación de medias (Anexo 5.), según Tukey ($P \leq 0.01$); y esto se debe a lo señalado en <http://www.bioteconologia.com>. (2007), donde indica que los abonos orgánicos son sustancias muy especiales y beneficiosas para el suelo y para las plantas, por cuanto aporta lentamente nutrientes minerales para las plantas a medida que se descompone, a la vez que produce activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorecen la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de materia seca.

En la investigación de Andrade, L. (2002), al utilizar fertilizantes químicos en forma foliar obtuvo un rendimiento de materia seca de 34,65 tn/ha/año, sin duda lo logró porque como lo indica http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. (2003), los fertilizantes químicos tienen su acción inmediata pero su efectividad no se prolonga, es así que a medida que existe mayor número de corte el rendimiento forrajero disminuirá porque la efectividad del fertilizante va desapareciendo.

f) Número de tallos/planta

En el primer corte Cuadro 12, el número de tallos por planta de alfalfa, indica que no existieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los tratamientos. Sin embargo, la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), manifiesta que existe diferencias numéricas, por cuanto el mayor número de tallos por planta fueron de las plantas fertilizadas a los 5 días post corte (10,92 tallos/planta), mientras que las plantas abonadas a los 10 días post corte (9.60 tallos/planta) presentaron el menor resultado.

Andrade, L. (2002), quién al evaluar el efecto de la fertilización foliar con el uso de diferentes fertilizantes en la alfalfa, estableció un promedio de 14,51 tallos/planta, resultados que superan altamente a los nuestros, debido al efecto inmediato de los agroquímicos, característica sobresaliente que se refleja en los cultivos.

2. Segundo corte

a) Altura de la planta (cm)

Al realizar el análisis de varianza de la altura de la planta del segundo corte (cuadro 13), se determinó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, ($P \geq 0.05$), por efecto del tiempo de aplicación (días) post corte del bokashi. La separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), manifiesta que numéricamente la mayor altura del *Medicago sativa* (alfalfa), a la época de prefloración fue con la aplicación del biofertilizante a los 5 días post corte (90,26 cm.), y la menor altura se consiguió al aplicar a los 0 días post corte, con medias de 87,31 cm. (anexo 7).

Andrade, L. (2002), en su investigación demuestra que alcanzó una altura promedio de 56,62 centímetros en el segundo corte, al aplicar varios fertilizantes en forma foliar en un cultivo establecido del *Medicago sativa* (alfalfa), comparando

con nuestros resultados, éstos superan exitosamente (90,26 cm.), al de dicho autor, esto es posible ya que los abonos orgánicos necesitan se descomponen y aportan los nutrientes minerales para el suelo y la planta lentamente, esto lo manifiesta

b) Cobertura aérea (%)

Los valores reportados de la alfalfa para el segundo corte no presentan diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los tratamientos. Numéricamente existe diferencias y se puede observar (anexo 8), de la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), siendo la aplicación del bokashi a los 5 días post corte (99,94 %) el mayor porcentaje de cobertura aérea que han alcanzado las plantas de *Medicago sativa* (alfalfa) en la etapa de prefloración; mientras que las parcelas fertilizadas a los 0 días post corte (97,94 %) presentan el menor rendimiento en esta variable, y esto se puede deber a lo manifestado en <http://www.info@naturalenvirocom.com>. (2007), quien indica que el abono orgánico, tiene un elevado contenido de aminoácidos libres, que actúan como activadores del desarrollo vegetativo por lo tanto presentaron una mejor cobertura (mayor desarrollo foliar).

c) Cobertura basal (%)

Las respuestas obtenidas en el segundo corte, indican de igual manera no existe diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre las medias de los tratamientos. Sin embargo, se puede apreciar una ligera diferencia numérica (anexo 9), de acuerdo a la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte presentó los mejores rendimientos, con un promedio de 41,61 % de cobertura basal; mientras que las plantas abonadas a los 0 días post corte (T0), presentaron los menores resultados, con un valor de 37,00 %, y esto se puede deber a lo que Restrepo, J. (2007), expresa que los abonos orgánicos aportan nutrientes minerales lentamente para las plantas a medida que se descompone (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, etc.).

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

El Cuadro 13. De la producción de forraje verde (tn/ha/año) del segundo corte de forma similar presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los tratamientos. El mejor rendimiento forrajero presentó las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte, con un promedio de producción de 107.03 tn/FV/ha/año, seguidas de las parcelas que se aplicó el biofertilizante a los 10 días post corte (105,35 tn/FV/ha/año), mientras que las parcelas abonadas a los 0 días post corte presentaron los más bajos rendimientos, con un valor de 98,27 tn/FV/ha/año.

Mediante el análisis de regresión (gráfico 3), que existente entre el tiempo de aplicación del bokashi y la producción de forraje verde del *Medicago sativa* (alfalfa) en el segundo corte se evidenció una tendencia cuadrática significativa ($P < 0.0246$), lo que indica que desde 0 a 5 días post corte de la aplicación de bokashi incrementa el rendimiento forrajero en 1,956 tn/ha/año, y al incrementar este tratamiento hasta 10 días post corte el rendimiento decrece en 0,108 tn/ha/año, demostrando además que esta variable dependiente está relacionado en 20,96 % a los días de aplicación post corte; con una asociación media de 45,78 %.

En la investigación de Andrade, L. (2002), quien realizó la fertilización foliar en la alfalfa obtuvo una producción promedio de forraje verde de 83,65 tn/ha/año en el segundo corte; y en relación a nuestros hallazgos en el segundo corte nuestros resultados le superan significativamente; sin duda se debe a la presencia de los macronutrientes (N, P, K) proporcionado por el bokashi ya descompuesto en el suelo en forma de compuestos asimilables para la planta.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

Al realizar el análisis de varianza de la producción de materia seca (tn/ha/año) del segundo corte, se determinó que existe diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los tiempos de aplicación del bokashi. La separación de medias según Tukey ($P \leq 0.05$), manifiesta que la mayor producción fueron de las parcelas abonadas a los 5 días post corte (21,21 tn/MS/ha/año), mientras que las parcelas fertilizadas a los 10 y 0 días presentaron bajas producciones, con valores de 19,10 y 17,10 tn/MS/ha/año respectivamente, esto es posible a lo que <http://www.pasturasyforrajes.com>. (2002.), informa que entre un pH 6,5 y 7,5 se encuentra la máxima disponibilidad de los nutrientes necesarios para la alfalfa, puesto que las plantas estarán bien nutridas y por lo tanto tendrán mejor comportamiento frente a las enfermedades y una mayor producción de pasto.

Las respuestas de Andrade, L. (2002), sobre la producción de materia seca en el segundo corte fue de 23,60 tn/ha/año; al compara con el rendimiento en materia seca de nuestro estudio, ésta se asemeja, sin duda el contenido de materia seca que reportó en nuestro análisis bromatológico, fue diferente al porcentaje que halló Andrade; a más de ello se suma las condiciones ambientales en las que se realizaron la investigaciones fueron diferentes.

f) Número de tallos/planta

El análisis de varianza del segundo corte, manifiesta que no existe diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los distintos tiempos de aplicación del biofertilizante, pero numéricamente hay una ligera diferencias, cuyos mejores resultados lo presentaron las plantas que fueron abonadas a los 5 días post corte (22,82 tallos/planta), en cambio las plantas a las que se aplicó bokashi a los 0 días post corte (20.68 tallos/planta) reportó los más bajos valores, se puede apreciar en la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \geq 0.05$), en el Anexo 12.

Con respecto a investigaciones realizadas por Andrade, L. (2002), quien evaluó el efecto de la fertilización foliar en cultivos establecidos de alfalfa con diferentes fertilizantes inorgánicos, reportó en su estudio un promedio de 14,22 tallos/planta; al comparar con nuestros resultados se puede mencionar que nuestros resultados superan significativamente al del mencionado autor.

3. Tercer corte

a) Altura de la planta (cm.)

Los resultados del tercer corte que se encuentran en el Cuadro 14, registró diferencias significativas entre las medias del tiempo de aplicación del abono orgánico, ($P \leq 0.05$), corroborando la separación de medias (anexo 13), obteniendo los mejores rendimientos de la altura de las plantas las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte (76,23 cm.), seguida de las parcelas que se incorporó bokashi a los 10 días post corte (76,02 cm.), mientras que las parcelas abonadas a los 0 días post corte (71,96 cm.), reportó la menor altura de la planta.

Lo que demuestra que al emplearse el abono orgánico aplicado a los 5 días post corte (T5), las plantas presentan un mejor desarrollo, reflejados en su altura, lo que se debe a lo manifestado por <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=ABONO+FERMENTADO+TIPO+BOKASHI&start=0&sa=N>. (2004), que el abono tipo bokashi, produce activadores del crecimiento, (auxinas, giberelinas, citoquininas) y sustancias con propiedades de antibióticos que juega un papel fundamental en el desarrollo de la planta ya que están tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos.

Por su parte Andrade, L. (2002), al investigar varias fertilizaciones en *Medicago sativa* en forma foliar, reportó un valor medio de 47,69 centímetros en altura de la planta; y nuestros resultados evidenciaron ser superiores al expuesto por Andrade. Este comportamiento posiblemente se deba a que el presente estudio se trabajó con un biofertilizante (bokashi) que según manifiesta Restrepo, J.

(2007), éstos actúan progresivamente a medida que se va mineralizando, y su acción puede durar hasta por 5 años; en cambio los fertilizantes químicos, tienen acción inmediata pero su efectividad no se alarga.

b) Cobertura aérea (%)

En el tercer corte Cuadro 14, la presente variable demostró igualmente que no existe diferencias significativas en los tratamientos ($P \geq 0.05$), en donde aplicar el biofertilizante tanto a los 0 , 5 y 10 días post corte el porcentaje de cobertura aérea en las parcelas llegó al 100.00 %.

Es incuestionable que no influyó mayormente al porcentaje de cobertura aérea de las plantas del *Medicago sativa* (alfalfa), con los diferentes tratamientos, el comportamiento por lo tanto fue equidistante desde el punto de vista estadístico, mientras que numéricamente se apreció una gradual diferencia, y esto se debe a lo señalado por <http://www.biotechnologia.com> (2007), en donde indica que el bokashi es un abono rico en microorganismos; su objetivo fundamental es mejorar la diversidad microbiológica del suelo para de esa manera favorecer la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo y la agregada por el abono mismo, que también favorece a la nutrición y resistencia de los cultivos, mejorando en su crecimiento, desarrollo y producción .

c) Cobertura basal (%)

El intervalo de días para la aplicación del bokashi no influyó estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$), en el tercer corte, presentándose los mejores resultados numéricamente al aplicar el biofertilizante a los 5 días post corte (48,22 %), mientras que las plantas del *Medicago sativa* (alfalfa), fertilizadas a los 0 días post corte registró bajos promedios (47,00 %) de cobertura basal. Los resultados se corroboran de acuerdo a la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el Anexo 16.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

Los resultados obtenidos para la producción de forraje verde (tn/ha/año) del tercer corte no establecieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los distintos tiempos de aplicación del bokashi. Sin embargo, la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), se ubican como mejores resultados a las parcelas que fueron fertilizadas a los 5 días post corte (90,36 tn/FV/ha/año); mientras que las más bajas producciones de forraje verde fueron reportadas por las parcelas de alfalfa que fueron fertilizadas a los 10 y 0 días post corte con valores medios de 86,59 y 83,89 tn/ha/año. posiblemente se deba a lo que menciona <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>. (2007.), a que el abono orgánico fermentado tiene como objetivo principal activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, y por el aporte principal de fósforo interviene en la fotosíntesis al ayudar a transformar la energía solar en energía química, la misma que es almacenada en forma de fosfatados que posteriormente serán utilizados para en crecimiento y la reproducción de la planta, además participa activamente en todos los procesos de desarrollo y multiplicación, forma parte de los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y otros compuestos que llevan acabo funciones tan importantes como la recepción, reserva y trasmisión de la energía que las plantas absorben de las fuentes luminosas.

En comparación al estudio de Andrade, L. (2002), quien evaluó el efecto de la fertilización foliar en la alfalfa, reportó un promedio de forraje verde de 47,25 tn/ha/año en el tercer corte; mientras que los resultados de nuestra investigación supera altamente a dicho autor.

En un análisis general se puede manifestar que la adición del bokashi afectó positivamente en el rendimiento de forraje verde de *Medicago sativa*, puesto que es considerado como el abono orgánico más completo, además los biofertilizantes se caracterizan por liberar lentamente los macro y micronutrientes que la planta necesita para su desarrollo y todos los procesos que tendrá en su ciclo de vida.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

Los valores reportados del tercer corte, indican que existe diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos, como se puede observar en el Cuadro 14, por cuanto el mejor rendimiento forrajero de materia seca reportaron las parcelas fertilizadas a los 5 días post corte, con un valor medio de 18,21 tn/ha/año; seguida de las parcelas a las que se aplicó bokashi a los 10 días post corte, con un promedio de 19,14 tn/ha/año, mientras que las parcelas abonadas a los 0 días post corte (14,65 tn/ha/año) presentaron los más bajos rendimientos forrajeros en materia seca.

Andrade, L. (2002), en su investigación reportó un valor medio de 14,35 tn/ha/MS/año en el tercer corte; al realizar la fertilización foliar en alfalfa; y en relación a nuestro estudio, nuestro rendimiento forrajero supera al del mencionado autor. Este descenso en la producción de materia seca de Andrade es posible por las condiciones ambientales adversas durante su investigación y a que los nutrientes minerales aportados por los agroquímicos fueron absorbidos por la planta en su totalidad durante el primer corte.

f) Número de tallos/planta

El número de tallos por planta de *Medicago sativa* (alfalfa), en el tercer corte estadísticamente no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), en todos los tratamientos evaluados, se corrobora con la separación de medias (Anexo 18), según Tukey ($P \geq 0.05$), quien reporta que los mejores valores fueron las plantas a las que se les aplicó el abono orgánico bokashi a los 5 días post corte (20,75 tallos/planta); mientras que las plantas fertilizadas a los 0 días (19,73 tallos/planta) reportaron menor número de tallos en las plantas de alfalfa.

En referencia a estudios realizados por Andrade, L. (2002), en el tercer corte alcanza un promedio de 14,03 tallos/planta al utilizar fertilizantes en forma foliar

en las plantas de alfalfa; al comparar con nuestros valores, éstos superan altamente al de dicho autor, ya que el potasio (presente en el bokashi), es el nutriente más importante para la producción de alfalfa. Durante la implantación el requerimiento es bajo, la demanda aumenta rápidamente con el crecimiento de la planta y además estimula el rebrote, momento en el que puede duplicar el área foliar compitiendo mejor contra las malezas.

C. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL FORRAJE DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*) POR EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL NIVELES DE BOKASHI Y EL TIEMPO DE APLICACIÓN

1. Primer corte

a) Altura de la planta (cm)

Las alturas de las plantas de alfalfa en la etapa de prefloración, al primer corte no registraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación del abono (cuadro 15). Sin embargo al realizar la separación de medias por Tukey ($P \geq 0.05$), se identifican las mayores alturas en las parcelas experimentales a las que se aplicó 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (B5T5), con medias de 74,98 cm., en tanto que las alturas más bajas fueron registradas por las parcelas a las que se incorporó 3 tn/ha de bokashi a los 0 días post corte (B3T0), con valores de 64.98 cm.

En referencia a estudios realizados por Baya, A. (2003), quién fertilizó alfalfa con diferentes biofertilizantes (sólidos y líquidos) en la Parroquia Licto (Riobamba), nuestros datos superan ligeramente al mencionado autor, quién indica que las parcelas fertilizadas con bokashi alcanzaron una altura de 40,60 centímetros, pero las mejores repuestas las obtuvo al utilizar biol (56,63 cm.) en el primer corte. Es posible que como manifiesta Restrepo, J. (2007), los biofertilizantes líquidos actúan como potenciadores o estimuladores de procesos fisiológicos en

los vegetales, en esta oportunidad el biol presentó todas las características de importancia.

Realizando una comparación con nuestros datos, éstos superan significativamente a Bayas, por lo que no debemos descuidar que el bokashi es una buena alternativa de fertilización orgánica; además se debe recalcar que el contenido de nutrientes en los estiércoles de los animales, varían muy ampliamente. La cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos depende de la especie animal, de la alimentación, forma de recolección y la edad.

b) Porcentaje de cobertura aérea

Los resultados obtenidos de acuerdo al análisis de varianza del primer corte se determinó diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), como se observa en el (cuadro 15), alcanzando el mejor porcentaje de cobertura aérea con el empleo de 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (100,00 %), en tanto que las parcelas a las que se aplicó 3 tn/ha del biofertilizante a los 0 días post corte (74,83 %), registró los más bajos porcentajes de cobertura aérea; lo que indica que a mayores niveles de fertilizante orgánico y en menor tiempo de aplicación existe mejores porcentajes de cobertura aérea.

Realizando un estudio comparativo con los evidenciados por Bayas, A. (2003), son inferiores, por cuanto este investigador reportó un porcentaje de cobertura aérea del 63,56 % en plantas aplicadas bokashi; mientras que al utilizar biol alcanzó una altura máxima de 88,50 %; pero sin embargo los reportes son satisfactorios con la aplicación de fertilizantes orgánicos; como indica Cruz, M. (2002), los abonos orgánicos sirven como medio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.

c) Porcentaje de cobertura basal

Los porcentajes de cobertura basal del *Medicago sativa* (alfalfa), del primer corte presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en todos los tratamientos evaluados por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación. En esta variable analizada se reporta la mayor respuesta en las parcelas fertilizadas con 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte, con una media de 45.67 %; mientras que al aplicar 3 tn/ha de bokashi a los 0 días post corte (31.00 %), reportó el más bajo rendimiento en esta variable de estudio, se corrobora con la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$). Este comportamiento es posible a lo que indica <http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=Organic-Fertilizer>. (2008), que a medida que se descomponen los residuos orgánicos, éstos suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.

Si tomamos como referencia los resultados obtenidos por Bayas, A. (2003), quien al emplear bokashi alcanzó 19.70 % de cobertura basal, mientras que con el biol logró una media de 25.24 %, en las plantas durante el primer corte, por lo que podemos inferir que éstos resultados son muy inferiores a los que se presenta en nuestra investigación.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

El rendimiento de forraje verde (tn/ha/año) del *Medicago sativa* (alfalfa), del primer corte presenta diferencias significativas ($P \leq 0.05$), en todos los tratamientos evaluados. De acuerdo a la separación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$), que se observa en el anexo 4. La mejor producción de forraje verde corresponde a las parcelas fertilizadas con 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B5T5), con valor medio de 73,61 tn/ha/año, seguidas de las parcelas abonadas con 5 tn/ha de abono a los 10 días post corte (69,61 tn/ha/año), en tanto que aplicar 3 tn/ha de biofertilizante a los 0 días post corte (42,45 tn/ha/año), presentó

resultados menos satisfactorios en la producción de forraje verde. Es posible que se deba a que el potasio proporcionado por el bokashi a través del estiércol de bovino, interviene en el crecimiento de las plantas por su poder de activar las enzimas, que son catalizadores de muchas reacciones químicas, además el potasio se encuentra muy relacionado con el nitrógeno, de manera que ambos resultan necesarios para que se formen las proteínas necesarias que favorece la resistencia a enfermedades, consiguiendo enriquecer los frutos y la formación de tallos y hojas, por lo tanto aumenta su densidad reflejada en la producción de forraje, consiguiendo que la resistencia de la planta sea más prolongada como lo menciona <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>. (2007).

Como se observa en el (grafico 4), en el tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicada a los 0, 5 y 10 días post corte (B3T0, B3T5 Y B3T10), evidenció una tendencia cuadrática significativa ($P < 0,0402$) para esta variable dependiente, lo que revela que a medida que incrementa el tiempo de aplicación del bokashi (0 hasta 5 días post corte), la producción de forraje verde inicialmente también se incrementa en 6,117 tn/ha/año para posteriormente empezar a disminuir en 0,3586 tn/ha/año por cada unidad de cambio de la variable independiente, demostrando además con un grado de asociación alto de 74,39 %, por parte del tratamiento, en tanto que el 25,61 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación como son las condiciones ambientales imperantes en la época de producción de la alfalfa.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

Al realizar el análisis de varianza en la producción de materia seca de la alfalfa en el prime corte, se determinó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre los tratamientos, por efecto del nivel de fertilizante orgánico y el tiempo de aplicación en la parcela experimental. La separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.01$), indica que la mayor producción de materia seca lo reportaron las parcelas fertilizadas con 7 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B7T5), con valores medios de 15,29 tn/ha/año, en tanto que la menor producción de materia seca le correspondió al tratamiento de 3 tn/ha

de bokashi incorporado en el suelo en forma basal a los 0 días post corte (B3T0), con producciones medias de 7,26 tn/ha/año, y esto se debe a lo señalado en <http://foroantiguo.infojardin.com>. (2007), donde indica que los abonos orgánicos son sustancias muy especiales que contienen minerales para las plantas a medida que se descomponen, a la vez que producen activadores del crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de materia seca.

El modelo de regresión (gráfico 5), evidenció una tendencia cuadrática significativa ($P < 0,0395$), en el tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicada a los 0, 5 y 10 días post corte, lo que revela que a medida que se incrementa los días de aplicación del biofertilizante, la producción de materia seca inicialmente crece en 1,7679 tn/ha/año desde el día 0 hasta los 5 días post corte, para posteriormente decrecer en 0,1203 tn/ha/año, con un grado de asociación alta y positiva del 0,8101; y un porcentaje de dependencia del 65,63 %; mientras que el 34,37% restante depende de otros factores no considerados en la investigación.

f) Número de tallos/planta

Al realizar el análisis de varianza del número de tallos por planta de alfalfa del primer corte, se determinó que no existieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los tratamientos por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación. En el anexo 6., de la separación de medias según Tukey ($P \geq 0.05$), indica que numéricamente que el mayor número de tallos/planta del *Medicago sativa* (alfalfa), se consiguió al fertilizar con 5 tn/ha de bokashi aplicadas en forma basal a la parcela experimental a los 0 días post corte (11.62 tallos/planta), y el menor número de tallos se consiguió con el empleo de 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 10 días post corte con medias de 8.840 tallos/planta. Esta superioridad se da ya que el bokashi proporciona nitrógeno, fósforo y potasio siendo el fósforo un nutriente que permite una correcta maduración de la planta, facilita el crecimiento y promueve la formación de las raíces, tallos y flores ya que

interviene en la división y alargamiento celular, incrementando la resistencia de las plantas a bajas temperaturas.

En estudios realizados por Bayas, A. (2003), utilizando diferentes biofertilizantes en la producción de alfalfa, reportó un promedio de 15,90 tallos/planta al usar biol, mientras que aplicando bokashi logró 7,64 tallos/planta; y en comparación a nuestros hallazgos éstos superan levemente a los resultados de las plantas fertilizadas con bokashi.

2. Segundo corte

a) Altura de la planta (cm.)

En el segundo corte (cuadro 16), los resultados que se reportó son estadísticamente iguales, es decir, que no presentan diferencias significativas ($P \geq 0.05$), en todos los tratamientos evaluados. Al realizar la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \geq 0.05$), numéricamente existe una gradual diferencia entre las medias, cuyos mejores valores reportó las plantas de alfalfa a las que se les aplicó 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (B5T5), con un promedio de 93,31 cm., mientras que al fertilizar con 3 Tn/ha de bokashi a los 0 días post corte (B3T0), presentó las más bajas alturas de la planta con un valor de 85,42 centímetros.

Tomando en consideración los valores obtenidos en prefloración por Baya, A. (2003), reportó que las parcelas fertilizadas con bokashi alcanzaron una altura de 64,33 centímetros en el segundo corte, y las parcelas a las que aplicó biol alcanzaron una altura de 78,04 centímetros, por lo tanto nuestros resultados notoriamente superan al mencionado autor, sin duda esto es posible a lo que señalan <http://www.reboreda.es/manual%20bokashi%20galego.doc>. (2002), que los efectos que tienen los abonos en general producen sobre la fase biológica del suelo no son siempre idénticos, pues tales efectos influidos por la estructura química de los fertilizantes, cantidad y la calidad de los productos aplicados, las

condiciones físicas del suelo y las condiciones climáticas específicas de una localidad.

b) Cobertura aérea (%)

En el segundo corte, no registraron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación (cuadro 16). Sin embargo, al realizar la separación de medias por Tukey ($P \geq 0.05$), se identifican los bajos porcentajes de cobertura aérea en las parcelas fertilizadas con 3 T/ha de bokashi aplicadas a los 0 días post corte (96,50 %); mientras que el tratamiento de 5 tn/ha de bokashi aplicado a los 5 días post corte (B5T5) alcanzó los mejores resultados con un promedio del 100,00 % de cobertura aérea en las plantas del *Medicago sativa* (alfalfa).

Tomando en consideración los porcentajes de cobertura aérea obtenidos en la etapa de prefloración por Bayas, A. (2003), quien reporta valores de 79,54 % en las plantas que fertilizó con bokashi, en cuanto que aplicar biol logró un promedio de 97,34 %, podemos ver que nuestros reportes superan satisfactoriamente al mencionado autor. Es importante recordar que los abonos orgánicos son todos los elementos de origen vegetal o animal, como lo manifiesta <http://www.biotecnologia.com> (2007), que sirven para mejorar la calidad del suelo y para fertilizar los cultivos.

c) Cobertura basal (%)

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 16), del segundo corte donde no se registró diferencias significativas ($P \geq 0.05$), entre los distintos tratamientos, además realizada la separación de medias por Tukey ($P \geq 0.05$), se establece que el mayor porcentaje de cobertura basal fue reportada por las plantas del *Medicago sativa* (alfalfa), fertilizadas con 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte, con medias de 45,83 %, en tanto que los porcentajes más bajos se

evidenciaron en las parcelas abonadas con 3 tn/ha de bokashi a los 0 días post corte, con valores medios de 34,50 %, luego existe una variedad de rangos de significancia que se puede observar en el Anexo 8.

Al compara los valores obtenidos por Bayas, A. (2003), quien evaluó el porcentaje de cobertura basal alcanzó 23,70 % (cb) en las plantas fertilizadas con bokashi, en cambio en parcelas a las que aplicó biol reportó 24,42 % en el segundo corte. Es evidente que nuestros resultados superen exitosamente a lo que indica el mencionado autor, y que sin duda los abonos orgánicos después que han sufrido un proceso de alteración físico químico y biológico, por acción de los macro y microorganismos, las condiciones climáticas y el manejo por acción del hombre son absorbidos los nutrientes por las plantas para sus múltiples funciones en su ciclo de vida.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

Los valores reportados del segundo corte, determinó que existe diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos, se corrobora con la separación de medias de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$), cuyos mejores resultados son los de las plantas a las que se aplicó 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (B5T5), con valores medios de 117,20 tn/FV/ha/año, caso contrario presentaron las parcelas a las que se fertilizó con 3 tn/ha de abono a los 0 días post corte, con un promedio de 94,54 tn/FV/ha/año.

Al analizar los reportes antes indicados es necesario resaltar que la alfalfa en su segundo corte demuestra todo su potencial productivo forrajero, y esto puede deberse a lo manifestado por <http://www.info@naturalenviro.com>. (2007), que manifiesta que el bokashi es uno de los fertilizantes más completos, pues aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen a menudo los fertilizantes químicos, y acelera el crecimiento y producción de materia seca de los forrajes, por la acción benéfica del nitrógeno.

Al realizar el análisis de regresión (gráfico 6), de la producción de forraje verde de *Medicago sativa* (alfalfa) del segundo corte por efecto del tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicada a lo 0, 5 y 10 días post corte, se estableció una tendencia lineal significativa ($P > 0,0284$), que indica que a medida que aumentamos el tratamiento (B3T0, B3T5 y B3T10), la producción de forraje verde incrementa en 0,7435 tn/ha/año, por cada unidad de cambio de la variable independiente, con un coeficiente de determinación (R^2), de 51,96%.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

En la evaluación de la producción de materia seca del *Medicago sativa* (alfalfa), del segundo corte se reporta diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en todos los tratamientos evaluados, la separación de medias corrobora (anexo 11), registró la mayor producción de materia seca, las parcelas fertilizadas con 7 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte, con producciones de 22,88 tn/MS/ha/año; y que difieren estadísticamente de las parcelas a las que se aplicó 7 tn/ha de biofertilizante a los 0 días post corte (15,47 tn/MS/ha/año) fue la menor producción de materia seca reportada en la investigación.

Los resultados reportados por el análisis de regresión (gráfico 7), reporta una tendencia cuadrática altamente significativa con un grado de asociación alto de 0,9464 entre el tratamiento de 3 tn/ha de bokashi aplicada a los 0, 5 y 10 días post corte (B3T0, B3T5 y B3T10) y la producción de materia seca (tn/ha/año); y esta relacionada altamente significativa ($P < 0,0123$), en 89,57 %; indicando que a medida que se incrementa el tratamiento, la producción de materia seca inicialmente crece en 1,0897 tn/MS/ha/año para posteriormente reducir su producción en 0,0764 tn/MS/ha/año.

f) Número de tallos/planta

En el segundo corte (cuadro 16), los resultados son estadísticamente similares, es decir que no reportan diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$), en todos los

tratamientos evaluados. En la separación de medias por medio de Tukey ($P \geq 0.05$), no se refleja diferencias entre los resultados aunque numéricamente el mayor número de tallos por planta de alfalfa presentaron las parcelas a las que se aplicó 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte, con un promedio de 25,00 tallos/planta, en cambio el menor número de tallos se obtuvo de las plantas fertilizadas con 3 tn/ha de abono orgánico a los 0 días post corte, con un valor medio de 19,62 tallos/planta.

Las respuestas de Bayas, A. (2003), en su investigación aplicando diferentes fertilizantes orgánicos en la alfalfa reportó un valor medio de 13,19 tallos/planta en el segundo corte al utilizar biol, mientras que abonando a las parcelas con bokashi logró un promedio de 9,03 tallos/planta; sin duda nuestros resultados superan exitosamente a los hallados por Bayas. Debemos recordar que los abonos orgánicos son sustancias que se añaden al suelo para favorecer el crecimiento vegetal, aumentar la producción, mejorar la calidad de la planta y frutos, así como, su resistencia frente a influencias adversas, mejoran la estructura de los suelos, etc.

3. Tercer corte

a) Altura de la planta (cm)

En el caso del tercer corte, como se puede observar en el Cuadro 17, las medias registradas de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación, no presentaron diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$), obteniendo las mejores alturas en las parcelas fertilizadas con 5 Tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (81,51 cm.); mientras que las parcelas abonadas con 3 Tn/ha de bokashi aplicadas a los 10 días post corte, registró un valor bajo de 71,18 centímetros de altura de la planta del *Medicago sativa* (alfalfa).

Si tomamos como referencias los resultados obtenidos de la altura de la *Medicago sativa* (alfalfa), en prefloración por Baya, A. (2003), quién indica que al

incorporar a las parcelas bokashi, las plantas alcanzaron una altura de 71,28 centímetros en el tercer corte de evaluación; mientras que en las parcelas a las que fertilizó con biol presentaron las mayores alturas en relación a las que se aplicó bokashi, con respuestas satisfactorias de 90,62 centímetros de altura, por lo que manifestamos que los resultados obtenidos en la presente investigación se mantienen dentro de los rangos que el mencionado autor reporta.

b) Cobertura aérea (%)

El análisis de varianza del tercer corte (anexo 14), igualmente no presentó diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$), siendo las variaciones numéricas mayores al corte anterior, por cuanto el porcentaje de cobertura aérea del *Medicago sativa* (alfalfa), alcanzó el 100,00 % en todos los tratamientos evaluados, esto podría deberse como indica [\(http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=Organic-Fertilizer\)](http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=Organic-Fertilizer).(2008), quien informa que al inicio de las fertilizaciones siempre el efecto de los biofertilizantes no es inmediato. Por lo tanto, mientras que conforme se presentan los demás cortes las respuestas productivas se mejoran sustancialmente en todas las fertilizaciones aplicadas; por lo que en el tercer corte se obtuvo el 100,00 % de cobertura aérea en todos los tratamientos; de ahí que en este primer alcance podríamos inferir que respecto a la cobertura aérea la alfalfa responde positivamente a la fertilización orgánica.

En referencia a estudios realizados por Bayas, A. (2003), quien aplicó diferentes abonos orgánicos en la producción de alfalfa, obtuvo 74,40 % de cobertura aérea utilizando bokashi, mientras que el mejor resultado obtuvo utilizando biol en la parcela (91,42 %); es indudable que los resultados de nuestra investigación superan satisfactoriamente a los de dicho autor.

c) Cobertura basal (%)

Los resultados obtenidos para el porcentaje de cobertura basal de la planta del tercer corte no establecieron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$),

por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación, estableciéndose al realizar la separación de medias (anexo 15), el mejor porcentaje de cobertura basal se mostró en las parcelas del tratamiento 5 Tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días (49,67 %), en cambio las parcelas a las que se aplicó 3 Tn/ha de bokashi a los 0 días post corte (46,17 %) presentó el menor porcentaje de cobertura basal, es posible que se deba a que el potasio proporcionado por el bokashi a través del estiércol de bovino, interviene en el crecimiento de las plantas por su poder de activar las enzimas, que son catalizadores de muchas reacciones químicas, además el potasio se encuentra muy relacionado con el nitrógeno, de manera que ambos resultan necesarios para que se formen las proteínas necesarias que favorece la resistencia a enfermedades, consiguiendo enriquecer los frutos y la formación de tallos, por lo tanto aumenta su densidad reflejada en la cobertura de la planta, consiguiendo que la resistencia de la planta sea más prolongada como lo menciona <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>. (2007).

Bayas, A. (2003), aplicando diferentes biofertilizantes en la alfalfa logró un valor medio de 26,20 % de cobertura basal cuando aplicó biol, pero utilizando bokashi logró un promedio de 23,96 % en el tercer corte. Comparando con nuestro estudio nuestros valores superan altamente a los que reporta Bayas.

d) Producción de forraje verde (tn/ha/año)

El análisis de varianza del tercer corte (cuadro 17), del *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación, no reportaron diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$), con un coeficiente de variación de 8,14 % y una media general de 86,95 tn/FV/ha/año, la separación de medias por Tukey ($P \geq 0.05$), reporta diferencias numéricas entre los tratamientos observándose que el mejor rendimiento presentó al fertilizar con 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte (95,92 tn/ha/año), en tanto que la producción de forraje verde más baja lo comparten las parcelas que se aplicó 3 tn/ha de abono a los 0 días post corte y al utilizar 7 tn/ha de bokashi a los 0 días post corte con una media de 80,52 tn/ha/año, (anexo 16).

Realizando un estudio comparativo entre la producción de forraje verde del *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de los niveles de bokashi aplicado a la parcela durante los tres cortes que se han realizado en la investigación, se puede observar un comportamiento similar los tres cortes, ya que las mejores respuestas son indicadas por las parcelas con un contenido de bokashi (5 tn/ha) aplicadas a los 5 días post corte, lo que es ratificado por <http://www.terra.es>. (2008), informa que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del cultivo, a lo que añade Restrepo, J. (2007), quién indica que es necesario suministrar a las plantas los elementos que precisen para completar su nutrición, los mismos que deben estar, por su puesto, en forma asimilable y en cantidad apreciable.

e) Producción de materia seca (tn/ha/año)

La producción promedio de materia seca del tercer corte es de 16,09 tn/ha/año, estableciendo diferencias estadísticamente altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre la interacción de los diferentes niveles de bokashi aplicadas a distintos días post corte, en la separación de medias por medio de Tukey ($P \leq 0.01$), se refleja diferencias entre los resultados siendo el mejor rendimiento forrajero corresponde a las parcelas abonadas con 7 tn/ha de bokashi aplicadas a los 5 días post corte (18,91 tn/ha/año), mientras que al utilizar 7 tn/ha del fertilizante orgánico a los 0 días (12,54 tn/ha/año), presentó la menor producción forrajera; y esto se debe a lo que <http://www.reboreda.es/manual%20bokashi%20galego.doc>. (2002), indica que cuando las condiciones de humedad, temperatura y aireación son adecuadas, la materia orgánica del suelo favorece la proliferación de microorganismos, puesto que proporciona: carbono para la formación de las estructuras orgánicas y para su oxidación como fuente de energía, nitrógeno para la síntesis de la proteína y otros elementos nutritivos esenciales para la vida de las plantas, logrando mejorar su rendimiento productivo.

Mediante el análisis de regresión (gráfico 8), existente entre el tratamiento de 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 0, 5 y 10 días post corte y la producción de materia seca del tercer corte, se evidenció una tendencia

lineal negativa significativa ($P < 0,04211$), lo que indica que a medida que aumentamos el tratamiento (B5T0, B5T5 y B5T10), el rendimiento de materia seca (tn/ha/año) disminuye en 0,2996 tn/ha/año, con un grado de asociación media de 0,4680.

f) Número de tallos/planta

El número promedio de tallos por planta de alfalfa, en el tercer corte es de 20,27 tallos/planta, con un 10,19 % de coeficiente de variación, no reportaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de los niveles de bokashi utilizados en forma basal a la parcela experimental y aplicada en distintos tiempos. Sin embargo, la separación de medias según Tukey ($P \leq 0.05$), ubican como mejores resultados a las parcelas que fueron fertilizadas con 5 Tn/ha de bokashi a los 5 días post corte, con valores de 21,98 tallos/planta de *Medicago sativa* (alfalfa), en tanto que los valores más bajos lo reporta al trabajar con 3 Tn/ha de bokashi aplicado a los 0 días post corte, con un promedio de 19,18 tallos/planta.

Bayas, A. (2003), en su estudio al aplicar diferentes biofertilizantes en la producción de alfalfa, obtuvo un promedio de 15,75 tallos/planta al fertilizar con biol, en tanto que utilizando bokashi logró 7,57 tallos/planta; y en relación a nuestros hallazgos superan exitosamente a lo que indica Bayas.

D. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

En el Cuadro 18. Se detalla el análisis químico del suelo antes y después de la adición del biofertilizante; en donde nos damos cuenta que los suelos presentaron un pH inicial de 6,6 con niveles altos de fósforo (34,25 ppm) y niveles medios de nitrógeno (3,96 %), potasio (0,24 meg/100g ó cmol/Kg.); y un contenido medio de materia orgánica con un valor de 2,50 %.

Luego del estudio se pudo comprobar que las condiciones del suelo casi se mantienen constantes, es así que el contenido de nitrógeno finalizó con un contenido bajo de 0,07 %, en el caso del fósforo por el contrario se estableció su contenido en el suelo luego de la aplicación, con un contenido medio de 13,50 ppm; mientras que el contenido de potasio logró un nivel alto de 0,92 meg/100g ó cmol/Kg.

En referencia a la materia orgánica, su presencia a lo largo de toda la investigación fue relativamente media (2.5 % antes), llegando a finalizar con un promedio de 1.46 % (nivel bajo); esto indicaría que la absorción del biofertilizante fue efectiva y los suelos utilizados fueron categorizados como pobres.

Este análisis nos lleva a determinar que el abono orgánico bokashi funciona adecuadamente en los vegetales, mientras que el estado nutricional del suelo (composición) mejoró su calidad; entonces por demás está resaltar la importancia de la utilización de biofertilizantes en los suelos.

En referencia a estudios realizados por Bayas, A (2003), quién fertilizó alfalfa con diferentes biofertilizantes sólidos y líquidos en nuestra localidad (Riobamba), indica el análisis químico del suelo antes de la aplicación orgánica presentó los suelos pobres en nitrógeno y fósforo; mientras que el contenido de potasio fue alto. Luego de la investigación el análisis del suelo reporta mejores condiciones de la composición química, es así que el contenido de nitrógeno subió desde 0.0005 % hasta 0.001 % en suelos fertilizados con bokashi; en el caso del fósforo igualmente se incrementó su contenido en casi todos los sustratos hasta 0.003 % desde 0.0002 %; por otro lado el potasio por el contrario se estableció su contenido en el suelo luego de la aplicación, puesto que desde 0.125 % se encontró en un 0.06 % en suelos abonados con bokashi. Con respecto al porcentaje de materia orgánica fue baja a lo largo de toda la investigación (3.0 % antes) y finaliza con 1.8 %.

E. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE

En el Cuadro 19. Se describe el análisis bromatológico del *Medicago sativa* (alfalfa), el cual reporta los siguientes resultados:

Al realizar el análisis del contenido de proteína de la alfalfa, reportaron los mayores resultados en las parcelas del tratamiento 7 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B7T5) con medias de 34,88 %; seguidas por las parcelas que se fertilizó con 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 0 días post corte (B5T0) con valores de 34,47 %; en tanto que los contenidos proteicos más bajos del experimento fueron de las parcelas aplicadas con 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B5T5) con un valor de 29,83 %. Al comparar los resultados antes mencionados con la tabla de la Composición química de la alfalfa que se reporta en la Universidad de Florida (1994), cuyo contenido es de 24,30 % podemos apreciar que nuestros datos superan ampliamente y esto se debe a que los biofertilizantes sirven para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y por ende eleva las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo por medio del efecto homeostático (tampón), ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a él por contaminación. De esta forma, un suelo que posee un nivel adecuado de materia orgánica se encuentra con mayores defensas porque activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación frente a invasiones bacterianas y fúngicas tóxicas para las plantas; lo que se ve reflejado directamente la planta sobre el contenido de proteína de la planta porque la abastece de organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes).

Los valores reportados de contenido de humedad de la alfalfa por efecto de la interacción entre el nivel de bokashi y el tiempo de aplicación, evidenciaron medias de 84.43 % con el tratamiento 7 tn/ha de bokashi aplicada a los 0 días post corte (B7T0), seguidas por las parcelas a las que se aplicó 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 10 días post corte (B5T10) con un promedio de 83.96 %; en tanto que el menor contenido de humedad se registró en el alfalfar del

tratamiento 7 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B7T5) con un contenido de humedad de 77.66 %.

Si comparamos los resultados obtenidos con los reportados con la tabla de alimentos de la Universidad de Florida (1994), quien registra una humedad para la alfalfa de 83.00 %, podemos decir que se asemejan a los datos reportados anteriormente; pero estas respuestas pueden deberse a las condiciones medio ambientales que se presentaron durante la época de producción, especialmente en lo que se tiene que ver con los cambios climáticos como son abundantes lluvia y sequías prolongadas, están más de manifiesto en los actuales momentos y que como vemos han influido sobre el contenido de humedad de la alfalfa.

F. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Realizando el análisis económico de la producción de forraje verde de la etapa de prefloración del *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de la interacción entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación, como se observa en el Cuadro 20, se determinó que la mayor rentabilidad se alcanza al fertilizar con 5 tn/ha de bokashi aplicadas a los 5 post corte, con un beneficio costo de 1.82 USD que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 82centavos de dólar; mientras al usar 3 o 7 tn/ha de bokashi aplicado en las parcelas experimentales a los 0 días post corte, se logró un beneficio costo de 1.43 USD es decir, que por cada dólar invertido se ganará 43 centavos de dólar, debiendo anotarse que estas rentabilidades están en función del período de ocurrencia de la prefloración, que varía entre 45 y 47 días.

Según Bayas, A. (2003)., en el detalle del análisis económico de la alfalfa fertilizada con varios biofertilizantes, reporta que el mejor beneficio/costo lo obtuvo al utilizar biol (1,50 USD) en cuatro meses y medio de ejercicio investigativo; mientras que al fertilizar las parcelas con bokashi presentó rentabilidades

económicas negativas (0,70 USD).

Al comparar nuestros resultados económicos, éstos superan satisfactoriamente al mencionado autor. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que gracias al bokashi el suelo quedó integrado con un buen potencial nutricional para la alfalfa (contenido mineral), que en este caso no ha sido tomado en cuenta económicamente.

IV. CONCLUSIONES

Una vez analizado los resultados de la aplicación de diferentes niveles de bokashi aplicados a distintos tiempos de aplicación en *Medicago sativa* (alfalfa), en la etapa de prefloración, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de los diferentes niveles de bokashi (3, 5 y 7 tn/ha) en *Medicago sativa*, existieron diferencias estadísticamente en su comportamiento, registrándose mejores respuestas con el uso de 5 tn/ha, por cuanto se incrementaron las alturas y coberturas de las plantas (aérea y basal), número de tallos por planta, con una producción de materia seca de 16,50 tn/ha/año; mientras que las producciones de forraje verde en prefloración, fue de 92,63 tn/ha/año presentando con un contenido de 31,46 % de proteína cruda.
2. El tiempo de aplicación del bokashi (0, 5 y 10 días) post corte presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables de altura de la planta, coberturas (aérea - basal) y número de tallos, alcanzándose las mejores respuestas al aplicar a los 5 días post corte, ya que las producciones de forraje verde fue de 90,36 tn/ha/año y un rendimiento en materia seca de 18,21 tn/ha/año.
3. En la evaluación de la combinación entre los niveles de bokashi y el tiempo de aplicación, se registró diferencias estadísticas entre sí; determinaron las mejores respuestas productivas al emplearse 5 tn/ha de bokashi aplicada a los 5 días post corte (B5T5), resaltando las respuestas de altura de planta, cobertura aérea, cobertura basal y número de tallos por planta, con producciones de forraje verde en prefloración de 95,92 tn/ha/año o de 17,23 tn/ha/año en materia seca con un contenido de proteína cruda de 29,83 %, con 7,84 cortes en el año.

4. El análisis económico indica que para la producción primaria de forraje de *Medicago sativa* (alfalfa), la rentabilidad más alta se consigue al utilizar el tratamiento (B5T5); es decir, al aplicar 5 tn/ha de bokashi a los 5 días post corte con un beneficio costo de 1,82 USD; mientras que la menor rentabilidad económica se adquiere tanto al emplear 3 o 7 tn/ha de bokashi aplicado a los 0 días post corte (1,43 USD).

V. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente experimento, en el comportamiento producción del *Medicago sativa* (alfalfa), se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

1. Aplicar en las parcelas de *Medicago sativa* (alfalfa), 5 tn/ha de bokashi en forma basal sobre la planta a los 5 días post corte, para mejorar la producción de forraje, la calidad de suelo y el contenido nutritivo de la leguminosa, lo que garantizará obtener rentabilidades económicas que beneficien a los productores y ganaderos.
2. Incentivar en el sector agropecuario ecuatoriano la elaboración de bokashi, ya que es fácil y sencilla su preparación porque permite la utilización de los desechos orgánicos existentes en las mismas explotaciones, logrando abaratar los costos de la pradera y elevar su rentabilidad.

VI. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, L. 2002. Efecto de la fertilización foliar en el cultivo establecido de Alfalfa. Tesis de Grado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 79 – 84.
2. AGILA, N. y ENRÍQUEZ, C. 1999. Elaboración de Bioabonos y su Evaluación en un Cultivar de Brócoli en San Pedro de Vilcabamba. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp 16 – 37.
3. BAYAS, A. 2003. El Bokashi, Té de estiércol, Biol, Biosol como Biofertilizantes en la producción de Alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de Grado. Facultad

de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
Riobamba, Ecuador. pp 55 – 82.

4. CARE. 1998. Experiencias en el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en Los Andes. Quito, Ecuador. p 29.
5. CRUZ, M. 2002. Elaboración de EM BOKASHI y su Evaluación en el Cultivo de maíz. pp 33. 37.
6. DEL POZO, M. (1983). La Alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Tercera Edición. Edit. Mundi – Prensa. Madrid, España. pp 47- 54 – 73- 83.
7. EL AGRO. 2002. Revista informativa N° 70. Editorial UMINASA S.A. Guayaquil, Ecuador. p 13.
8. GASPAR, S. 1997. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en un cultivo establecido de Alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de Grado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 73 – 78 – 82 - 85.
9. GUZMÁN, F., (1989). Respuestas de alfalfares establecidos a la fertilización con N, P, K, Mg, y B en el cantón Cuenca. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 84 – 93.
10. <http://www.abcagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa>. 2003. García, N. Alfalfa (*Medicago sativa*).
11. <http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items/MANUALDELCAULTIVODEALFALFADORMANTEHIBRIDAW3502.pdf>. 2002. Martelleto, L. Bokashi.

12. <http://agronomord.blogspot.com>. 2001. Beutler, JA. Alfalfa (*Medicago sativa*).
13. <http://ajonjoli.sian.info.ve/cap03.html>. 2003. Mazzani, B. Suelos.
14. <http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=Organic-Fertilizer>. 2008. Lydieth, W. Abonos orgánicos.
15. <http://www.astromia.com/tierraluna/suelos.htm>. 2001. Fuentes, P. Suelos
16. <http://www.bioteconologia.com> 2007. Gómez, C. Agricultura orgánica (Bokashi).
17. <http://www.botanical-online.com>. 2001. Shintani, A. Alfalfa (*Medicago sativa*).
18. <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>. 2007. Reviriego, S. nutrición de las plantas.
19. <http://cafehonduras.org/incafe/administrador/documentos/manualtecnico.pol>. 2005. Granados, R. Utilización del bokashi en cultivos.
20. <http://club.telepolis.com/geografo/biogeografia/suelo.htm>. 2004. Valarezo, J. Suelos.
21. <http://em.iespana.es/manuales/bokashi/bokashi.html>. 2003. Diaz, V. Bokashi
22. <http://www.eko-star.com/html/es/natu/bokashi/que/em.htm> . 2003. Masaki, J. Bokashi.
23. <http://www.fertilizando.com/forrajeras/alfalfa>. 2007. Haza, I. Fertilización de la alfalfa.

24. <http://www.fredmeyer.com/Es-Herb/Alfalfa.htm>. 2002. Rossi, C. Suelos.
25. <http://foroantiguo.infojardin.com/showthread.php?t=144898>. 2007. (Abonos orgánicos).
26. <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html>. 2002. Leblanc, H. Suelos.
27. http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm. 2003 Cervantes, M. Abonos orgánicos (Bokashi)
28. <http://www.info@naturalenviro.com>. 2007. Rodríguez, J. Bokashi
29. <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=ABONO+FERMENTADO+TIPO+BOKASHI&sart=0&sa=N>. 2004.
30. <http://www.lanolina.edu.pe>. 2003. Producción de alfalfa.
31. <http://www.mejorpasto.com.ar>. 2002. Coronel, A. Alfalfa (*Medicago sativa*).
32. <http://www.mirat.net/fertilizantes/nutricion/macronutrientes.htm>. 2008.
33. <http://monografias.com/alfalfa.html>. 2005. Cruz, F. Alfalfa (*Medicago sativa*).
34. <http://www.monografias.com/trabajos15/suelo-erosion/sueloerosion.shtml?monosearch>. 2006. Bravo, M. et al. Suelos
35. <http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml>. 2005. Fernández, P. Bokashi.

36. <http://www.mundo-pecuario.com/tema192/leguminosas/alfalfa-1071.html>.
2003. Gélvez, L. Alfalfa (*Medicago sativa*).
37. <http://www.pasturasyforrajes.com>. 2002. Águila, N. Alfalfa (*Medicago sativa*).
38. <http://www.ppippic.org/nutrientes-potasio>. (2007). Verschuere, L. Potasio.
39. <http://www.proexant.org.ec>. 2001. Olivera, S. Abonos orgánicos. (Bokashi).
40. <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Suelos.htm>. 2005. Ureña, F y Curimilma, R. Tipos de suelos.
41. <http://www.reboreda.es/manual%20bokashi%20galego.doc>. 2002. Vivanco, H. Abonos orgánicos (Bokashi).
42. <http://html.rincondelvago.com/alfalfa.html>. 2005. Moreira, L. Alfalfa (*Medicago sativa*).
43. http://www.sagangea.org/hojaredsuelo/paginas/formac_suelo.jpg&imgrefurl=http. 2002. Del Valle, C. Suelos.
44. <http://www.unalmed.edu.co>. 2003. Jaramillo, M. Abonos orgánicos (Bokashi).
45. http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm.
2002. Universidad Pública de Navarra. Alfalfa (*Medicago sativa*).
46. <http://www.terra.es>. 2008. Gomero, R. Biofertilizantes (Bokashi).
47. MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en:
<http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>.

48. RESTREPO, J. (2007). El abc de la Agricultura Orgánica y Panes de piedra. Abonos orgánicos fermentados. Volumen I. Cali, Colombia. Edit. Simas. pp 12 – 26.
49. SHINTANI, M. 2000. Manejo de desechos de la Producción Bananera. Bokashi: Abono Orgánico Fermentado. Revista El Agro. Quito, Ec.. pp 20-65.
50. Universidad de Florida (1994). Tabla de alimentos (alfalfa). p 25.
51. UREÑA, H y CURIMILMA, V. 1982 Cuatro métodos de compostaje y su Efecto en el cultivo de maíz y maní en Zapotepamba. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp 57 – 89.
52. ZAPATA, G. 2005. Abonos orgánicos. Disponible en: centralamericaweekly.net/181/español/mun-curi.html.(consultada en octubre de 2005).

Anexos

ANEXO 1. ALTURA DE LA PLANTA (cm) EN EL PRIMER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	61.263	30.632	1.7272	0.2093
Factor A	2	0.594	0.297	0.0168	
Factor B	2	63.035	31.518	1.7772	0.2009
AB	4	125.764	31.441	1.7728	0.1837
Error	16	283.757	17.735		
Total	26	534.414			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 17.74

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.404 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 69.86 A	B5 = 70.07 A
B5 = 70.07 A	B3 = 69.86 A
B7 = 69.70 A	B7 = 69.70 A

b. Factor B

CM Error = 17.74

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.404 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 72.04 A	T0 = 72.04 A
T5 = 68.81 A	T5 = 68.81 A
T10 = 68.78 A	T10 = 68.78 A

c. Interacción A*B

CM Error = 17.74

GL Error = 16

Nº de observaciones = 3

Sx = 2.431 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 70.51 A	B5T0 = 73.18 A
B3T5 = 67.00 A	B7T0 = 72.42 A
B3T10 = 72.07 A	B3T10 = 72.07 A
B5T0 = 73.18 A	B7T5 = 71.71 A
B5T5 = 67.73 A	B3T0 = 70.51 A
B5T10 = 69.29 A	B5T10 = 69.29 A
B7T0 = 72.42 A	B5T5 = 67.73 A
B7T5 = 71.71 A	B3T5 = 67.00 A
B7T10 = 64.98 A	B7T10 = 64.98 A

ANEXO 2. COBERTURA AÉREA (%) EN EL PRIMER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	41.056	20.528	1.2358	0.3169
Factor A	2	88.222	44.111	2.6555	0.1010
Factor B	2	191.167	95.583	5.7542	0.0131
AB	4	225.778	56.444	3.3980	0.0341
Error	16	265.778	16.611		
Total	26	812.000			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 16.61

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.359 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 97.72 A	B3 = 97.72 A
B5 = 93.83 A	B5 = 93.83 A
B7 = 93.44 A	B7 = 93.44 A

b. Factor B

CM Error = 16.61

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.359 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 98.56 A	T0 = 98.56 A

T5 = 94.89 AB

T10 = 92.06 B

T5 = 94.89 AB

T10 = 92.06 B

c. Interacción A*B

CM Error = 16.61

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 2.353 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 95.83 AB	B7T0 = 100.0 A
B3T5 = 98.50 AB	B5T0 = 99.83 A
B3T10 = 98.83 AB	B3T10 = 98.83 AB
B5T0 = 99.83 A	B3T5 = 98.50 AB
B5T5 = 94.17 AB	B3T0 = 95.83 AB
B5T10 = 87.50 B	B5T5 = 94.17 AB
B7T0 = 100.0 A	B7T5 = 92.00 AB
B7T5 = 92.00 AB	B7T10 = 89.83 AB
B7T10 = 89.83 AB	B5T10 = 87.50 B

ANEXO 3. COBERTURA BASAL (%) EN EL PRIMER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	197.556	98.778	10.4015	0.0013
Factor A	2	62.722	31.361	3.3024	0.0630
Factor B	2	8.167	4.083	0.4300	
AB	4	340.278	85.069	8.9580	0.0005
Error	16	151.944	9.497		
Total	26	760.667			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 9.497

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.027 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 34.50 A	B7 = 38.22 A
B5 = 36.11 A	B5 = 36.11 A
B7 = 38.22 A	B3 = 34.50 A

b. Factor B

CM Error = = 9.497

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.027 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 37.06 A	T0 = 37.06 A
T5 = 35.89 A	T5 = 35.89 A
T10 = 35.89 A	T10 = 35.89 A

c. Interacción A*B

CM Error = 9.497

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.779 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 31.00 B	B7T0 = 45.67 A
B3T5 = 34.50 B	B3T10 = 38.00 AB
B3T10 = 38.00 AB	B5T5 = 37.17 AB
B5T0 = 34.50 B	B5T10 = 36.67 B
B5T5 = 37.17 AB	B7T5 = 36.00 B
B5T10 = 36.67 B	B3T5 = 34.50 B
B7T0 = 45.67 A	B5T0 = 34.50 B
B7T5 = 36.00 B	B7T10 = 33.00 B
B7T10 = 33.00 B	B3T0 = 31.00 B

ANEXO 4. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (Tn/ha/año) EN EL PRIMER CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	1769.851	884.925	13.9541	0.0003
Factor A	2	377.770	188.885	2.9785	0.0795
Factor B	2	163.128	81.564	1.2862	0.3034
AB	4	2177.434	544.359	8.5838	0.0007
Error	16	1014.667	63.417		
Total	26	5502.850			

2. Separación de medias según Tukey P ≤ 0.05

a. Factor A

CM Error = 63.42

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 2.654 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 63.50 A	B5 = 70.32 A
B5 = 70.32 A	B3 = 63.50 A
B7 = 61.62 A	B7 = 61.62 A

b. Factor B

CM Error = 63.42

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 2.654 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 68.10 A	T0 = 68.10 A
T5 = 65.25 A	T5 = 65.25 A
T10 = 62.08 A	T10 = 62.08 A

c. Interacción A*B

CM Error = 63.42

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 4.598 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 68.79 A	B5T10 = 74.78 A
B3T5 = 52.68 AB	B7T5 = 74.65 A
B3T10 = 69.02 A	B3T10 = 69.02 A
B5T0 = 67.76 A	B3T0 = 68.79 A
B5T5 = 68.43 A	B5T5 = 68.43 A
B5T10 = 74.78 A	B5T0 = 67.76 A
B7T0 = 67.76 A	B7T0 = 67.76 A
B7T5 = 74.65 A	B3T5 = 52.68 AB
B7T10 = 42.45 B	B7T10 = 42.45 B

ANEXO 5. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (Tn/ha/año) EN EL PRIMER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	61.693	30.847	14.2494	0.0003
Factor A	2	3.105	1.553	0.7173	
Factor B	2	23.097	11.548	5.3347	0.0168
AB	4	110.383	27.596	12.7477	0.0001
Error	16	34.636	2.165		
Total	26	232.914			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 2.165

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.4905 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 11.90 A	B5 = 12.49 A
B5 = 12.49 A	B3 = 11.90 A
B7 = 11.70 A	B7 = 11.70 A

b. Factor B

CM Error = 2.165

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.4905 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 11.84 AB	T5 = 13.25 A
T5 = 13.25 A	T0 = 11.84 AB
T10 = 11.00 B	T10 = 11.00 B

c. Interacción A* B

CM Error = 2.165

GL Error = 16

Nº de observaciones = 3

Sx = 0.8495 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 11.77 BC	B7T5 = 16.68 A
B3T5 = 10.77 BC	B5T0 = 13.19 AB

B3T10 = 13.15 AB

B5T0 = 13.19 AB

B5T5 = 12.29 B

B5T10 = 12.00 BC

B7T0 = 10.55 BC

B7T5 = 16.68 A

B7T10 = 7.860 C

B3T10 = 13.15 AB

B5T5 = 12.29 B

B5T10 = 12.00 BC

B3T0 = 11.77 BC

B3T5 = 10.77 BC

B7T0 = 10.55 BC

B7T10 = 7.860 C

ANEXO 6. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN EL PRIMER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	1.096	0.548	0.2718	
Factor A	2	5.687	2.843	1.4100	0.2729
Factor B	2	7.544	3.772	1.8704	0.1862
AB	4	5.566	1.391	0.6900	
Error	16	32.265	2.017		
Total	26	52.157			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = = 2.017

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.4734 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 9.810 A	B7 = 10.90 A
B5 = 10.14 A	B5 = 10.14 A
B7= 10.90 A	B3 = 9.810 A

b. Factor B

CM Error = = 2.017

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.4734 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 10.89 A	T0 = 10.89 A
T5 = 10.36 A	T5 = 10.36 A
T10 = 9.600 A	T10 = 9.600 A

c. Interacción A*B

CM Error = 2.017

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx= 0.8200 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
----------------	------------------

B3T0 = 9.960 A	B5T0 = 11.62 A
B3T5 = 10.13 A	B7T0 = 11.09 A
B3T10 = 9.330 A	B7T5 = 11.00 A
B5T0 = 11.62 A	B7T10 = 10.62 A
B5T5 = 9.960 A	B3T5 = 10.13 A
B5T10 = 8.840 A	B3T0 = 9.960 A
B7T0 = 11.09 A	B5T5 = 9.960 A
B7T5 = 11.00 A	B3T10 = 9.330 A
B7T10 = 10.62 A	B5T10 = 8.840 A

ANEXO 7. ALTURA DE LA PLANTA (cm) EN EL SEGUNDO CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	34.670	17.335	1.3179	0.2952
Factor A	2	16.461	8.230	0.6257	
Factor B	2	52.684	26.342	2.0027	0.1674
AB	4	23.859	5.965	0.4535	
Error	16	210.457	13.154		
Total	26	338.131			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 13.15

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.209 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 88.73 A	B5 = 90.27 A
B5 = 90.27 A	B3 = 88.73 A
B7 = 88.51 A	B7 = 88.51 A

b. Factor B

CM Error = 13.15

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.209 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 87.21 A	T5 = 90.34 A

T5 = 90.34 A T10 = 89.96 A
 T10 = 89.96 A T0 = 87.21 A

c. Interacción A*B

CM Error = 13.15

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 2.094 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 85.42 A	B3T5 = 91.47 A
B3T5 = 91.47 A	B5T5 = 91.31 A
B3T10 = 89.31 A	B5T10 = 91.07 A
B5T0 = 88.42 A	B7T10 = 89.51 A
B5T5 = 91.31 A	B3T10 = 89.31 A
B5T10 = 91.07 A	B5T0 = 88.42 A
B7T0 = 87.78 A	B7T5 = 88.24 A
B7T5 = 88.24 A	B7T0 = 87.78 A
B7T10 = 89.51 A	B3T0 = 85.42 A

ANEXO 8. COBERTURA AÉREA (%) EN EL SEGUNDO CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	6.167	3.083	0.6103	
Factor A	2	6.167	3.083	0.6103	
Factor B	2	6.167	3.083	0.6103	
AB	4	22.833	5.708	1.1299	0.3774
Error	16	80.833	5.052		
Total	26	122.167			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 5.052

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7492 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 98.83 A	B7 = 100.0 A
B5 = 99.50 A	B5 = 99.50 A
B7 = 100.0 A	B3 = 98.83 A

b. Factor B

CM Error = 5.052

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7492 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 100.0 A	T0 = 100.0 A
T5 = 99.50 A	T5 = 99.50 A
T10 = 98.83 A	T10 = 98.83 A

c. Interacción A*B

CM Error = 5.052

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.298 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 100.0 A	B3T0 = 100.0 A
B3T5 = 100.0 A	B3T5 = 100.0 A
B3T10 = 96.50 A	B7T0 = 100.0 A
B5T0 = 100.0 A	B5T0 = 100.0 A
B5T5 = 98.50 A	B7T10 = 100.0 A
B5T10 = 100.0 A	B5T10 = 100.0 A
B7T0 = 100.0 A	B7T5 = 100.0 A
B7T5 = 100.0 A	B5T5 = 98.50 A
B7T10 = 100.0 A	B3T10 = 96.50 A

ANEXO 9 COBERTURA BASAL (%) EN ELSEGUNDO CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	122.889	61.444	1.2866	0.3033
Factor A	2	1.167	0.583	0.0122	
Factor B	2	59.722	29.861	0.6253	
AB	4	120.278	30.069	0.6296	
Error	16	764.111	47.757		
Total	26	1068.167			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 47.76

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 2.304 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 41.89 A	B7 = 42.39 A
B5 = 42.06 A	B5 = 42.06 A
B7 = 42.39 A	B3 = 41.89 A

b. Factor B

CM Error = 47.76

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 2.304 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 41.83 A	T10 = 44.06 A
T5 = 40.44 A	T0 = 41.83 A
T10 = 44.06 A	T5 = 40.44 A

c. Interacción A*B

CM Error = 47.76

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 3.990 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 39.33 A	B5T10 = 46.83 A
B3T5 = 42.50 A	B7T0 = 44.33 A
B3T10 = 43.83 A	B3T10 = 43.83 A
B5T0 = 41.83 A	B3T5 = 42.50 A
B5T5 = 37.50 A	B5T0 = 41.83 A
B5T10 = 46.83 A	B7T10 = 41.50 A
B7T0 = 44.33 A	B7T5 = 41.33 A
B7T5 = 41.33 A	B3T0 = 39.33 A
B7T10 = 41.50 A	B5T5 = 37.50 A

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	253.366	126.683	0.7718	
Factor A	2	95.505	47.753	0.2909	
Factor B	2	114.235	57.118	0.3480	
AB	4	43.067	10.767	0.0656	
Error	16	2626.332	164.146		
Total	26	3132.505			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 164.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 4.271 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 103.9 A	B7 = 108.2 A
B5 = 104.8 A	B5 = 104.8 A
B7 = 108.2 A	B3 = 103.9 A

b. Factor B

CM Error = 164.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 4.271 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 102.7 A	T5 = 107.1 A
T5 = 107.1 A	T10 = 107.1 A
T10 = 107.1 A	T0 = 102.7 A

c. Interacción A*B

CM Error = 164.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 7.397 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 99.83 A	B7T5 = 110.4 A

B3T5 = 107.0 A	B7T10 = 109.6 A
B3T10 = 104.7 A	B3T5 = 107.0 A
B5T0 = 103.6 A	B5T10 = 106.9 A
B5T5 = 103.9 A	B7T0 = 104.7 A
B5T10 = 106.9 A	B3T10 = 104.7 A
B7T0 = 104.7 A	B5T5 = 103.9 A
B7T5 = 110.4 A	B5T0 = 103.6 A
B7T10 = 109.6 A	B3T0 = 99.83 A

ANEXO 11. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (Tn/ha/año) EN EL SEGUNDO CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	11.969	5.985	0.9424	
Factor A	2	14.054	7.027	1.1065	0.3547
Factor B	2	70.229	35.114	5.5293	0.0149
AB	4	82.715	20.679	3.2562	0.0391
Error	16	101.610	6.351		
Total	26	280.577			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 6.351

GL Error = 16

Nº de observaciones = 9

$S_x = 0.8400 \quad = 0.050$

Order Original	Order Ascendente
B3 = 19.64 A	B7 = 20.42 A
B5 = 18.65 A	B3 = 19.64 A
B7 = 20.42 A	B5 = 18.65 A

b. Factor B

CM Error = 6.351

GL Error = 15

Nº de observaciones = 9

$S_x = 0.8400 \quad = 0.050$

Order Original	Order Ascendente
T0 = 17.85 B	T5 = 21.73 A
T5 = 21.73 A	T10 = 19.13 AB

T10 = 19.13 AB

T0 = 17.85 B

c. Interacción A*B

CM Error = 6.351

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.455 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 17.08 B	B7T5 = 24.65 A
B3T5 = 21.88 AB	B3T5 = 21.88 AB
B3T10 = 19.95 AB	B7T10 = 20.29 AB
B5T0 = 20.16 AB	B5T0 = 20.16 AB
B5T5 = 18.65 AB	B3T10 = 19.95 AB
B5T10 = 17.15 B	B5T5 = 18.65 AB
B7T0 = 16.31 B	B5T10 = 17.15 B
B7T5 = 24.65 A	B3T0 = 17.08 B
B7T10 = 20.29 AB	B7T0 = 16.31 B

ANEXO 12. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN EL SEGUNDO CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	65.431	32.716	7.1874	0.0059
Factor A	2	2.221	1.111	0.2440	
Factor B	2	2.228	1.114	0.2447	
AB	4	11.766	2.941	0.6462	
Error	16	72.829	4.552		
Total	26	154.475			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$ **a. Factor A**

CM Error = 4.552

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7112 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 20.24 A	B7 = 20.86 A
B5 = 20.26 A	B5 = 20.26 A
B7 = 20.86 A	B3 = 20.24 A

b. Factor B

CM Error = 4.552

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7112 P= 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 20.10 A	T10 = 20.80 A
T5 = 20.47 A	T5 = 20.47 A
T10 = 20.80 A	T0 = 20.10 A

c. Interacción A*B

CM Error = 4.552

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.232 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 19.89 A	B7T5 = 21.78 A
B3T5 = 19.18 A	B3T10 = 21.67 A
B3T10 = 21.67 A	B5T5 = 20.44 A
B5T0 = 20.00 A	B7T10 = 20.40 A
B5T5 = 20.44 A	B7T0 = 20.40 A
B5T10 = 20.33 A	B5T10 = 20.33 A
B7T0 = 20.40 A	B5T0 = 20.00 A
B7T5 = 21.78 A	B3T0 = 19.89 A
B7T10 = 20.40 A	B3T5 = 19.18 A

ANEXO 13. ALTURA DE LA PLANTA (cm) EN EL TERCER CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	205.093	102.546	13.7710	0.0003
Factor A	2	60.116	30.058	4.0365	0.0381
Factor B	2	66.244	33.122	4.4480	0.0291
AB	4	64.859	16.215	2.1775	0.0180
Error	16	119.145	7.447		
Total	26	515.457			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$ **a. Factor A**

CM Error = 7.447

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.9096 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 73.82 B	B7 = 77.38 A
B5 = 76.33 AB	B5 = 76.33 AB
B7 = 77.38 A	B3 = 73.82 B

b. Factor B

CM Error = 7.447

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.9096 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 75.58 AB	T10 = 77.88 A
T5 = 74.07 B	T0 = 75.58 AB
T10 = 77.88 A	T5 = 74.07 B

c. Interacción A*B

CM Error = 7.447

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 1.576 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 73.60 AB	B7T10 = 80.69 A
B3T5 = 71.51 B	B5T0 = 78.67 AB
B3T10 = 76.36 AB	B7T5 = 76.98 AB
B5T0 = 78.67 AB	B5T10 = 76.60 AB
B5T5 = 73.73 AB	B3T10 = 76.36 AB
B5T10 = 76.60 AB	B7T0 = 74.47 AB
B7T0 = 74.47 AB	B5T5 = 73.73 AB
B7T5 = 76.98 AB	B3T0 = 73.60 AB
B7T10 = 80.69 A	B3T5 = 71.51 B

ANEXO 14. COBERTURA AÉREA (%) EN EL TERCER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	0.000	0.000	0.0000	
Factor A	2	0.000	0.000	0.0000	
Factor B	2	0.000	0.000	0.0000	
AB	4	0.000	0.000	0.0000	
Error	16	0.000	0.000		
Total	26	0.000			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

b. Factor B

c. Interacción A*B

ANEXO 15. COBERTURA BASAL (%) EN EL TERCER CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	30.722	15.361	2.3991	0.1227
Factor A	2	7.167	3.583	0.5597	
Factor B	2	16.722	8.361	1.3059	0.2983
AB	4	6.111	1.528	0.2386	
Error	16	102.444	6.403		
Total	26	163.167			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$ **a. Factor A**

CM Error = 6.403

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.8435 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 46.89 A	B5 = 48.06 A
B5 = 48.06 A	B7 = 47.89 A
B7 = 47.89 A	B3 = 46.89 A

b. Factor B

CM Error = 6.403

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.8435 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 48.72 A	T0 = 48.72 A
T5 = 47.11 A	T5 = 47.11 A
T10 = 47.00 A	T10 = 47.00 A

c. Interacción A*B

CM Error = 6.403

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.461 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
----------------	------------------

B3T0 = 47.83 A	B5T0 = 49.67 A
B3T5 = 46.17 A	B7T0 = 48.67 A
B3T10 = 46.67 A	B5T5 = 48.00 A
B5T0 = 49.67 A	B3T0 = 47.83 A
B5T5 = 48.00 A	B7T10 = 47.83 A
B5T10 = 46.50 A	B7T5 = 47.17 A
B7T0 = 48.67 A	B3T10 = 46.67 A
B7T5 = 47.17 A	B5T10 = 46.50 A
B7T10 = 47.83 A	B3T5 = 46.17 A

ANEXO 16. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (Tn/ha/año) EN EL TERCER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	44.572	22.286	0.1230	
Factor A	2	422.970	211.485	1.1676	0.3362
Factor B	2	162.001	81.001	0.4472	
AB	4	74.766	18.692	0.1032	
Error	16	2897.962	181.123		
Total	26	3602.273			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 181.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 4.486 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 89.22 A	B5 = 96.28 A
B5 = 96.28 A	B3 = 89.22 A
B7 = 86.99 A	B7 = 86.99 A

b. Factor B

CM Error = 181.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 4.486 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 87.42 A	T5 = 93.06 A

T5 = 93.06 A T10 = 92.00 A
 T10 = 92.00 A T0 = 87.42 A

c. Interacción A*B

CM Error = 181.1

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 7.770 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 85.81 A	B5T10 = 99.45 A
B3T5 = 90.52 A	B5T5 = 98.74 A
B3T10 = 91.34 A	B3T10 = 91.34 A
B5T0 = 90.63 A	B5T0 = 90.63 A
B5T5 = 98.74 A	B3T5 = 90.52 A
B5T10 = 99.45 A	B7T5 = 89.93 A
B7T0 = 85.81 A	B3T0 = 85.81 A
B7T5 = 89.93 A	B7T0 = 85.81 A
B7T10 = 85.23 A	B7T10 = 85.23 A

ANEXO 17. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (Tn/ha/año) EN EL TERCER CORTE

1. Análisis de Varianza ADEVA

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	2.112	1.056	0.1839	
Factor A	2	2.260	1.130	0.1967	
Factor B	2	58.817	29.409	5.1194	0.0191
AB	4	40.057	10.014	1.7432	0.1898
Error	16	91.913	5.745		
Total	26	195.159			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 5.745

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7990 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 16.86 A	B5 = 17.11 A
B5 = 17.11 A	B3 = 16.86 A
B7 = 16.41 A	B7 = 16.41 A

b. Factor B

CM Error = 5.745

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.7990 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 15.23 B	T5 = 18.78 A
T5 = 18.78 A	T10 = 16.38 AB
T10 = 16.38 AB	T0 = 15.23 B

c. Interacción A*B

CM Error = 5.745

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.384 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 14.68 A	B7T5 = 20.09 A
B3T5 = 18.50 A	B3T5 = 18.50 A
B3T10 = 17.41 A	B5T5 = 17.73 A
B5T0 = 17.65 A	B5T0 = 17.65 A
B5T5 = 17.73 A	B3T10 = 17.41 A
B5T10 = 15.95 A	B5T10 = 15.95 A
B7T0 = 13.36 A	B7T10 = 15.78 A
B7T5 = 20.09 A	B3T0 = 14.68 A
B7T10 = 15.78 A	B7T0 = 13.36 A

ANEXO 18. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA EN EL TERCER CORTE**1. Análisis de Varianza ADEVA**

FC	GL	SC	S2	Fcal	Prob
Replication	2	46.375	23.187	6.3495	0.0093
Factor A	2	10.712	5.356	1.4667	0.2601
Factor B	2	12.028	6.014	1.6468	0.2237
AB	4	48.171	12.043	3.2977	0.0376
Error	16	58.430	3.652		
Total	26	175.716			

2. Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$

a. Factor A

CM Error = 3.652

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.6370 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3 = 21.85 A	B5 = 22.99 A
B5 = 22.99 A	B3 = 21.85 A
B7 = 21.51 A	B7 = 21.51 A

b. Factor B

CM Error = 3.652

GL Error =16

Nº de observaciones = 9

Sx = 0.6370 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
T0 = 22.27 A	T5 = 22.84 A
T5 = 22.84 A	T0 = 22.27 A
T10 = 21.23 A	T10 = 21.23 A

c. Interacción A*B

CM Error = 3.652

GL Error =16

Nº de observaciones = 3

Sx = 1.103 P = 0.050

Order Original	Order Ascendente
B3T0 = 19.62 B	B5T0 = 25.00 A
B3T5 = 23.29 AB	B5T5 = 23.58 AB
B3T10 = 22.64 AB	B3T5 = 23.29 AB
B5T0 = 25.00 A	B3T10 = 22.64 AB
B5T5 = 23.58 AB	B7T0 = 22.20 AB
B5T10 = 20.38 B	B7T5 = 21.67 AB
B7T0 = 22.20 AB	B7T10 = 20.67 B
B7T5 = 21.67 AB	B5T10 = 20.38 B
B7T10 = 20.67 B	B3T0 = 19.62 B

