



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOKASHI EN LA PRODUCCIÓN
DE FORRAJE Y SEMILLA DEL *Arrhenatherum pratense* (pasto avena)”.**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

MÓNICA VICENTA CHALÁN BARRERA

Riobamba- Ecuador

2009

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. José María Pazmiño Guadalupe.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. José Herminio Jiménez Anchatuña.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 28 de Julio del 2009

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. ABONOS ORGÁNICOS	3
1. <u>Generalidades</u>	3
2. <u>Efecto de la materia orgánica en el suelo</u>	4
a. Efecto sobre las propiedades físicas	5
b. Efecto sobre las propiedades químicas	5
c. Efecto sobre las propiedades biológicas	6
d. Efecto sobre la capacidad de producción de suelo	7
3. <u>Bokashi</u>	7
a. Principales aportes de los ingredientes utilizados para elaborar bokashi	7
b. Resultado de la utilización de Bokashi en varios cultivos	8
c. Composición química del Bokashi	10
B. PASTO AVENA (<i>Arrhenatherum pratense</i>)	10
1. <u>Generalidades del pasto avena</u>	10
a. Origen	10
b. Características de la planta	11
2. <u>Clasificación taxonómica</u>	11
3. <u>Morfología del pasto <i>Arrhenatherum pratense</i></u>	12
4. <u>Características productivas</u>	12
a. Floración	12

b. Altura de la planta	12
c. Producción de forraje	13
d. Producción de semilla	13
e. Porcentaje de germinación	14
5. <u>Composición química del pasto</u>	14
III <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	15
1. <u>Ubicación geográfica</u>	15
2. <u>Características climáticas</u>	15
3. <u>Condiciones edáficas de la zona</u>	16
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	16
C. MATERIALES Y EQUIPOS	17
1. <u>Materiales</u>	17
2. <u>Equipos</u>	17
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	17
1. Esquema del experimento	18
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	18
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y SEPARACIÓN DE MEDIAS	19
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	19
1. Descripción del experimento	19
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	20
1. <u>Tiempo de ocurrencia a la prefloración, floración y postfloración</u>	20
2. <u>Altura de la planta en época de prefloración, floración y postfloración</u>	20
3. <u>Porcentaje de cobertura basal</u>	21
4. <u>Porcentaje de cobertura aérea</u>	21
5. <u>Número de tallos por planta</u>	21
6. <u>Producción de forraje verde y materia seca en prefloración</u>	21
7. <u>Producción de semilla</u>	22
8. <u>Porcentaje de germinación en la bandeja germinadora</u>	22

9. <u>Análisis bromatológico de los tratamientos</u>	22
10. <u>Evaluación económica</u>	22
<u>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	23
A. TIEMPO DE OCURRENCIA A LA PREFLORACIÓN, FLORACIÓN Y POSTFLORACIÓN	23
1. <u>Prefloración</u>	23
2. <u>Floración</u>	26
3. <u>Postfloración</u>	27
B. ALTURA DE LA PLANTA A LA PREFLORACIÓN, FLORACIÓN Y POSTFLORACIÓN	28
1. <u>Prefloración</u>	28
2. <u>Floración</u>	30
3. <u>Postfloración</u>	32
C. COBERTURA BASAL	35
D. COBERTURA AÉREA	37
E. NÚMERO DE TALLOS	39
F. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE	41
G. PRODUCCIÓN EN BASE SECA	44
H. PRODUCCIÓN DE SEMILLA	46
I. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	48
J. EVALUACIÓN ECONÓMICA	50
K. EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DEL <i>Arrhenatherum</i> <i>pratense</i> EN EL ESTADO FENOLÓGICO CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE BOKASHI	53
1. <u>Proteína cruda</u>	53
2. <u>Fibra cruda</u>	53
3. <u>Contenido de humedad y materia seca</u>	55
<u>V CONCLUSIONES</u>	56
<u>VI RECOMENDACIONES</u>	58
<u>VII LITERATURA CITADA</u>	59
ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador en los últimos años la producción de forraje cada vez va disminuyendo, a consecuencia del acelerado proceso erosivo del suelo, escasez de agua, así como de los factores climáticos a los que están expuestos y defoliaciones actuales, la producción de la pradera es por consiguiente, una respuesta integral a las variables que actúan sobre ellas como son los microorganismos, mesofauna y raíces de planta para el intercambio nutricional y flujos energéticos, como también ocasionalmente al efecto causada por plagas y enfermedades.

Los pastos constituyen la base de la alimentación animal consecuentemente de la producción ganadera por ello es necesario una profunda y continua investigación acerca de la obtención de semilla de buena calidad y rendimiento, sólo de esta manera se podrá incrementar el área de pasturas mejoradas satisfaciendo la demanda de las mismas.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. Es en estos casos cuando la agricultura orgánica se justifica plenamente y podemos comprender su importancia, ya que a través de la producción orgánica podemos alcanzar un equilibrio entre el medio ambiente y la necesidad de producir pastos de excelente calidad.

La utilización de abono orgánico tipo bokashi ha dado buenos resultados en la producción de forrajes y de cultivos de hortalizas, mejorando el desarrollo radicular y su producción, inclusive disminuyendo la presencia de insectos en estos tipos de cultivos, permitiéndoles a los agricultores contar con una nueva alternativa para fertilizar pastizales, además al ser el pasto avena una especie forrajera de los ecosistemas altoandinos, que se adapta a distintos tipos de suelos, alcanzando su mayor productividad en suelos con una buena biodiversidad, que se obtiene utilizando abonos orgánicos, que a más de mejorar la estructura del suelo incrementa los parámetros productivos del cultivo .

Es por ello que la presente investigación busca mejorar las características productivas del *Arrhenatherum pratense*, mediante la utilización del abono orgánico tipo bokashi, permitiéndonos así obtener pastizales de mejor calidad y mejorando de esta manera la productividad de las ganaderías en el Ecuador. Por lo anterior expuesto se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de tres diferentes niveles de fertilización (4-6-8 Tn de Bokashi /ha) más un testigo en el comportamiento agrobotánico del *Arrhenatherum pratense*.
- Determinar el nivel óptimo de fertilización del *Arrhenatherum pratense* con Bokashi, en base de la producción forraje y semilla.
- Conocer el tratamiento más económico en la producción de forraje y semilla de *Arrhenatherum pratense* mediante la evaluación económica beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LOS ABONOS ORGÁNICOS

1. Generalidades

Cáceres, J. (1991), expone que debido a la influencia física, química y biológica que tiene la materia orgánica, se recomienda incorporar estiércoles de los animales domésticos, rastrojos de cosecha o abonos verdes. 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.

Según Suquilanda, M. (1996), la agricultura orgánica es una visión holística de la agricultura, que toma como modelos a los procesos que ocurren de manera espontánea en la naturaleza. En ese contexto la agricultura orgánica evita la utilización de agroquímicos para la producción.

Por su parte, Córdova, J. (1998), sostiene que los residuos orgánicos son atacados, transformados y descompuestos por la mesofauna del suelo, así como por los microorganismos, quienes llevan a cabo la descomposición de la materia Orgánica produciendo anhídrido carbónico, agua, nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, etc., proceso denominado “mineralización” o descomposición microbiana.

Andean, O. (1999), manifiesta que los abonos orgánicos son todos los elementos de origen vegetal o animal, que sirven para mejorar la calidad del suelo y para fertilizar los cultivos. Después que han sufrido un proceso de alteración físico químico y biológico, por acción de los macro y microorganismos, condiciones climáticas y manejo por acción del hombre.

Cruz, M. (2002), expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

1. Sirven como medio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
2. Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
3. Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
4. Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
5. Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
6. Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
7. Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia.
8. A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
9. Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo

2. Efecto de la materia orgánica en el suelo

Cáceres, J. (1991), indica que la materia orgánica influye sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

a. Efecto sobre las propiedades físicas

Cáceres, J. (1991), determina que la materia orgánica tiene un efecto positivo sobre la estructura del suelo. No basta con que el suelo tenga una buena estructura, es necesario, además, que la conserve. Sobre este punto la materia orgánica tiene dos efectos:

1. Un efecto a corto plazo, muy intenso, en el cual intervienen principalmente los productos transitorios. Este efecto se produce con mayor intensidad cuando se entierran materiales que se descomponen con rapidez, como son los abonos verdes.
2. Un efecto a largo plazo, menos intenso pero más persistente que en el caso anterior, en el cual interviene, sobre todo, el humus, producen este efecto.

Por otra parte, la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua e interviene favorablemente en el calentamiento del suelo.

b. Efecto sobre las propiedades químicas

La materia orgánica aumenta la fertilidad de los suelos por los siguientes motivos:

- Aporta elementos fertilizantes.
- El humus junto con la arcilla constituye el complejo arcillo-húmico que regula la nutrición de la planta.
- Los ácidos húmicos estimulan el desarrollo del sistema radicular y con ello se hace más efectiva la asimilación de nutrientes.

c. Efecto sobre las propiedades biológicas

Mayea, S. et al (1982), señalan 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. Por eso los resultados informados por diferentes autores son contradictorios.

Según los mismos autores, la nutrición con abonos orgánicos tiene un efecto marcado en la microflora del suelo, aumenta la microflora heterótrofa al contrario de los fertilizantes minerales que implementa la microflora autótrofa.

Cáceres, J. (1991), expone 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.

Con la aportación de materia orgánica aumenta considerablemente la cantidad de fauna del suelo (lombrices, larvas, insectos, etc.). Esta fauna tiene efectos favorables sobre la estructura del suelo en cuanto favorece la circulación del aire y del agua; pero en ocasiones, la proliferación de insectos puede causar daños de consideración a los cultivos.

La materia orgánica modifica la sensibilidad de las plantas frente a alguna enfermedad. Por ejemplo, la enfermedad llamada "mal vinoso", que afecta a las raíces y tubérculos de algunas plantas (remolacha, papa, alfalfa, etc.), se da con mayor frecuencia en suelos que reciben estiércol. Por lo general, los efectos nocivos se evitan o se reducen cuando se hace la aportación de estiércol con bastante antelación a la siembra o bien descompuesto.

d. Efecto sobre la capacidad de producción de suelo

Gross, A. (1986), menciona que los abonos orgánicos mejora las propiedades físicas y químicas del los suelos, la intensificación de su vida microbiana, una mejor eficacia del abono, la estimulación de la nutrición mineral de los vegetales, son factores favorables a las plantas cultivadas, juegan todos en el mismo sentido y conducen al mismo resultado: el aumento de la capacidad productiva del suelo.

3. Bokashi

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.

El Bokashi es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretas animales y se puede mezclar con microorganismos benéficos lo cual mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos. Se puede preparar un tipo aeróbico u otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular.

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 nutrientes al cultivo.

a. Principales aportes de los ingredientes utilizados para elaborar Bokashi

Restrepo, J. (2001), manifiesta que:

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 caprinaza: 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.

b. Resultados de la utilización de 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.

Cruz, M. (2002), obtuvo porcentajes aceptables de germinación con dosis de 30 000, 20 000 y 10000 kg/ha, así mismo con la dosis más alta obtuvo una mayor producción de grano por hectárea y un contenido muy alto de materia orgánica 17,10 %.

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.

c. Composición química del bokashi

El bokashi esta constituido químicamente por los elementos detallados en el cuadro1.

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
Cice	cmol	1104.51
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/search?hl=es&q=ABONO+FERMENTADO+TIPO+BOKASHI&start=0&sa=N>.

B. PASTO AVENA (*Arrhenatherum pratense*)

1. Generalidades del pasto avena

a. Origen

Según <http://www.wikipedia.es.org>. (2008), manifiesta que el pasto avena es originario de Europa y Asia, aunque en épocas tempranas este pasto no tuvo la

importancia de otras especies forrajeras. En Asia central y otros países se cultiva debido a que es una alternativa en la alimentación de las explotaciones ganaderas.

b. Características de la planta

El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (1999), manifiesta que el pasto *Arrhenatherum pratense*, son plantas perennes que crecen en matorros, con numerosos tallos hasta de 1.5m de altura, hojas exfoliadas, inflorescencia abierta o compacta semejante a una panícula de 15 a 30 cm, de longitud y parecida a la *Avena sativa*, pero de semilla más pequeña, es una gramínea para heno, no resistente al pisoteo ni al pastoreo continuo, se mezcla bien con la alfalfa y el trébol rojo puede cortarse a intervalos de tres meses, pero la producción es bastante baja. En la siembra al voleo se utiliza de 35 a 45 Kg/ha; En surcos 10 a 20 Kg/ha de semilla viable y mezclas de 9 a 13 Kg/ha. Número de semillas por kg: 330000.

<http://es.wikipedia.org>. (2008), indica que el pasto *Arrhenatherum pratense*, comúnmente es llamado avena, es una planta perenne muy común, posee raíces amarillentas y unos lustrosos tallos de hoja lisas y liguladas que llegan a tener 1.5m de altura, las inflorescencias crecen en un panículo con 2 espiguillas florales bisexuadas.

2. Clasificación Taxonómica

Según <http://es.wikipedia.org>. (2008), el pasto *Arrhenatherum*, pertenece a la siguiente clasificación:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Liliopsida
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: Arrhenatherum
Especie: Pratens

3. Morfología del pasto *Arrhenatherum pratense*

De acuerdo a <http://www.technidea.com.ar>. (2004), el pasto *Arrhenatherum pratense* presenta la siguiente morfología: prefoliación convolutada cilíndrica, lámina foliar con o sin aurículas, macollos intra y extravaginales, vainas abiertas en todas las hojas de la planta o bien cerradas en su parte inferior en las primeras hojas y abierta en las adultas, lígulas membranosas mayores a 1,5 mm de largo. Plantas perennes.

Las heridas de las bases de las vainas no se tiñen de rojo violáceo. Lígulas de 2 a 4 mm de largo, truncadas y de bordes escabrosos. Inflorescencia en panoja, espiguillas bifloras: el antecio inferior masculino y el superior hermafrodita, glumas desiguales, la superior mayor que la mitad del antecio lo siguiente, lemas con arista dorsal.

4. Características productivas

A continuación para acentuar las características botánicas del pasto avena se describen los siguientes parámetros técnicos:

a. Floración

Samaniego, E. (1992), manifiesta que la etapa de floración se tiene entre los 35 a 45 días y la post-floración cuando han transcurrido de 60 a 70 días de haber sido cortado.

b. Altura de la planta

Samaniego, E.(1992), reporta que la altura es una expresión de la masa en el espacio y pudiendo llenar varios requisitos antes de que pueda ser considerada como forraje, lo más importante son: la aceptabilidad, la disponibilidad, y si provee o no nutrientes, alcanzando sus plantas 1.5 m de altura.

c. Producción de Forraje

Palacios, R. (1994), obtuvo una producción de forraje verde de 28,09 y 35,81 Tn/ha, al primero y segundo corte del pasto avena con empleo de diferentes niveles de abono orgánico (0, 2, 4 y 6 %) y tres intervalos de riego (cada 7, 14 y 21 días), determinando además un contenido de materia seca de 38,33 % al segundo corte.

Carambula, M. (1997), indica que se obtienen rendimientos de 15 Ton/ha/corte de forraje verde y que la producción de semilla es de 300 kg/ha.

d. Producción de semilla

Benítez, A. (1980), establece que la mejor época para la cosecha es cuando al hacer rodar la inflorescencia entre los dedos, las semillas se desprenden, pudiéndose tener un rendimiento de 300 kg, por hectárea de semilla.

Riveros, A. y Villamirar, G. (1988), señalan que el pasto avena produce muy poca cantidad de semilla y de baja calidad, por cuanto esta cae al suelo tan pronto como madura presentando dificultad para su recolección total, debido a la desigualdad en la maduración y a la facilidad con que se desgrana.

Samaniego, E. (1992), encontró que el rendimiento de semilla en el primer corte es muy bajo, reportando una producción de semilla de 97.56 kg/ha, cuando utilizó fertilizante inorgánico 0-0-0 y un máximo de 183.55 kg/ha, con niveles de 100-30-0 al primer corte, mientras que para el segundo corte determinó una producción promedio de 334.73 kg/ha.

Palacios, R. (1994), al emplear diferentes niveles de abono orgánico y tres intervalos de riego alcanzó una producción de semilla 123,99 y 297,68 kg/ha al primer y segundo corte del pasto avena

e. Porcentaje de germinación

Palacios, R. (1994), obtuvo 66.81 y 66,24 % de germinación al primer y segundo corte del pasto avena con diferentes niveles de abono orgánico y tres intervalos de riego.

5. Composición química

Tang, M. (1986), manifiesta que el pasto avena es rico en proteínas de alto valor biológico. Grasa y un gran número de vitaminas, minerales es la especie forrajera con mayor proporción de grasa vegetal, un 65% de grasa no saturadas y un 35% de ácido linoleico. También tiene hidrato de carbono de fácil absorción, además de sodio potasio, calcio, fósforo, magnesio, cinc. Además contiene una buena cantidad de fibras, que no son importantes como nutrientes pero que constituye el buen funcionamiento intestinal del animal. En cuanto la composición química del pasto avena se detalla en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PASTO AVENA.

PERAMETROS	NATURURAL (%)	SECO (%)
Materia seca	90.1	100
Ceniza	7.4	8.2
Fibra Bruta	36.9	41.0
Grasa	1.9	2.1
Proteína	4.0	4.4
Celulosa	36.1	40.1
Lignina	13.1	14.6
Calcio	0.3	0.3
Hierro	0.02	0-02
Fósforo	0.09	0.10

Fuente:<http://www.promer.org>. (2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación, se realizó en la Estación Agroturística “Tunshi”, de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica localizada en el Km. 12 de la vía Riobamba - Licto, Provincia de Chimborazo.

Tuvo una duración de 120 días, a partir de su establecimiento y corte de igualación, cada semana se realizó la toma de datos, y cada quince días las labores culturales.

1. Ubicación geográfica

En el cuadro 3, constan los datos de la ubicación geográfica del lugar donde se llevó a cabo la investigación.

Cuadro 3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE TUNSHI.

PARÁMETROS	VALORES
Longitud	79° 40' Oeste
Latitud	0.1° 65' Sur
Altitud	2 750 m.s.n.m.

Fuente: INAMHI.(2006).

2. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones climáticas de la Estación “Tunshi” se encuentran registradas en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TUNSHI.

CARACTERÍSTICAS	AÑOS				
	2005	2006	2007	2008	Promedio
Temperatura, °C	13.20	13.00	13.50	12.70	13.10
Precipitación, mm	628.80	531.60	500.40	573.60	558.60
Humedad relativa, %	71.00	70.00	63.00	61.00	66.25

Fuente: Estación Meteorológica, Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH (2007).

3. Condiciones edáficas de la zona

En el cuadro 5, se presenta las condiciones ecológicas de la zona de Tunshi, que se consideran tienen influencia determinante en la producción del pasto avena.

Cuadro 5. CONDICIONES EDÁFICAS DE TUNSHI.

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

Fuente: P.BID-016. (2006).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La investigación estuvo constituida por 12 parcelas de Pasto avena o unidades experimentales cuyas dimensiones son de 20m² (5x4 m en parcela neta útil), con tres repeticiones cada una dando una superficie de 60m² por cada tratamiento a esto le sumamos los espacios de separación de las parcelas correspondientes a 48 m², con lo que tenemos 288 m² de superficie total para el experimento.

C. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

- Termómetro
- Rótulos de identificación
- Pintura
- Fundas de papel
- instrumentos de medir (Regla)
- Libreta de apuntes, esferas
- Herramientas manuales (Rastrillo, Hoz, Azadones)
- Estacas
- Pionalas
- Cámara fotográfica

2 Equipos de laboratorio

- Equipo de computación
- Balanza electrónica

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se estudió el efecto de tres niveles de Bokashi (4-6-8 Tn/ha) más un tratamiento testigo sobre el comportamiento agrobotánico del pasto avena en cuanto a su producción de forraje y semilla.

Los resultados fueron evaluados bajo un Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor estimado de la variable

u = media general

T_i = efecto del tratamiento de cada uno

B_j = efecto de los bloques

ϵ_{ij} = error experimental.

1. Esquema del experimento.

El esquema del Experimento a utilizar es la siguiente investigación se detalla en el cuadro 6.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos Tn/ha	Código	T. U. E m ²	Repeticiones	Total en m ² por tratamiento
Testigo	T0	20	3	60
4Tn/ha	T1	20	3	60
6 Tn/ha	T2	20	3	60
8 Tn/ha	T3	20	3	60
Total m ²				240

TUE: tamaño de la unidad experimental, parcelas de 20 m².

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Tiempo de ocurrencia a la prefloración, floración y postfloración.
- Altura de la planta en la época de prefloración, floración, y post floración.
- Porcentaje de cobertura basal y aérea a la prefloración.
- Número de tallos por planta en prefloración.
- Producción de forraje verde y materia seca (tn/ha) en la época de prefloración.
- Producción de semilla (Kg / ha).

- Porcentaje de germinación.
- Análisis bromatológico en la época de prefloración.
- Evaluación económica (B/C).

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y SEPARACIÓN DE MEDIAS.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias y para la regresión.
- Separación de medias al 0.01 y 0.05 % según Tukey
- Análisis de regresión y correlación.

CUADRO 7. ESQUEMA DEL ADEVA.

El análisis de varianza que se utilizó en esta investigación se refleja en el cuadro 7.

Fuente de variación	Grados de libertad
TOTAL	11
TRATAMIENTO	3
REPETICIONES	2
ERROR EXPERIMENTO	5

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento.

El procedimiento experimental empleado en el presente estudio se detalla a continuación:

- Las primeras labores realizadas en la investigación fue la preparación de 12 unidades experimentales de 5 X 4 metros cada una con separación entre parcela de 1 m lineal, posteriormente se procedió a dividir en cuatro bloques, cada bloque de tres parcelas las cuales fueron identificadas por cada tratamiento.

- Las labores culturales fueron homogéneas para todas las parcelas, principalmente las deshierbas y el riego del agua fue cada 15 días y en función de las condiciones ambientales imperantes.
- Se realizó el primer corte de igualación a los 15 días de haber establecido las unidades experimentales, a una altura de 5 centímetros, permitiendo que el nuevo rebrote sea homogéneo en todas las parcelas.
- Luego del corte de igualación se aplicó los 3 tratamientos (4tn, 6tn y 8tn de Bokashi/ha).
- Durante el desarrollo vegetativo del pasto avena, después del primer corte, se tomaron las medidas cada semana de cobertura (basal - aérea), altura, número de días que transcurrieron hasta dichas etapas fisiológicas del pasto, el número de tallos por planta y producción de forraje verde y materia seca en época de prefloración.
- Posterior la realización de análisis bromatológico de cada tratamiento en etapa de prefloración.
- Una vez finalizada la etapa de postfloración se realizó la recolección de semilla y la determinación de producción y porcentaje de germinación.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Tiempo de ocurrencia a la prefloración floración y postfloración

Esta medición se efectuó en días teniendo en cuenta que la etapa de prefloración es considerada cuando el 10% del cultivo presenta floración, mientras que la época fenológica de la floración es cuando en cultivo presenta el apareamiento del 80% de floración y la época de postfloración es cuando se ha conseguido la madurez de la semilla para poder ser cosechada, es decir el momento en que las plantas alcanzan el 100% de la floración.

2. Altura de la planta en época de prefloración, floración y postfloración

En la época correspondiente se tomó la medida con una regla graduada en cm, desde la superficie del suelo hasta la media terminal de la hoja más alta. Se cogió una muestra al azar y de surcos intermedios para sacar un promedio general del tratamiento y eliminar el efecto borde.

3. Porcentaje de cobertura basal

Para determinar la cobertura basal se determinó en la época de prefloración, mediante el método de la línea de Canfield, que es bajo el siguiente procedimiento; se mide el área ocupado por la planta en el suelo, se suma el total de las plantas presentes en el transecto y por relación se obtiene el porcentaje de cobertura.

$$\% \text{ CB} = \frac{\text{suma de la cobertura basal total interceptada}}{\text{longitud total de línea}} \times 100$$

4. Porcentaje de cobertura aérea

El procedimiento fue igual que para la determinación de la cobertura aérea con la diferencia que la cinta se ubicara en relación a la parte media de la planta.

$$\% \text{ CA} = \frac{\text{suma de la cobertura aérea total interceptada}}{\text{longitud total de línea}} \times 100$$

5. Número de tallos por planta

Se determinó mediante el conteo de tallos por planta, se seleccionó diez plantas al azar de la unidad experimental

6. Producción de forraje verde y materia seca (tn/ha)

Se trabajó en función al peso, para lo cual se cortó una muestra representativa de cada parcela, mediante la utilización de un cuadrante de 1 m², dejando para el rebrote a una altura de 5 cm, el peso obtenido se relaciona con el 100 % de la parcela, y posteriormente se estimaron la producción en tn/ha. Se efectuó el

cálculo de producción de forraje en materia seca tn/MS/ha, al momento de medir la producción en forraje verde, se tomó una muestra del forraje y se llevó al laboratorio para la evaluación del contenido de materia seca.

7. Producción de semilla (kg/ha)

En la evaluación de la producción de semilla se esperó 120 días para pesar la producción de la misma y determinar el rendimiento por hectárea de acuerdo a cada tratamiento.

8. Porcentaje de germinación en la bandeja germinadora

Se colocó una muestra de 100 semillas en la bandeja germinadora, y se procedió a evaluar el poder germinativo de la semilla ocho días después de haberse sembrado, analizando la presencia del epicótilo y hipocótilo y luego expresó en porcentaje con la siguiente fórmula.

$$\% G = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{semillas sembradas}} \times 100$$

9. Análisis bromatológico

Las muestras del pasto se tomaron en la época de prefloración que es la etapa en la que se tiene mayor calidad y cantidad de nutrientes los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio la Facultad de Ciencias CESTA.

10. Evaluación económica

Se lo determinó a través del indicador beneficio costo el mismo que se calcula a través de la siguiente expresión:

$$BC = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. TIEMPO DE OCURRENCIA A LA PREFLORACIÓN, FLORACIÓN Y POSTFLORACIÓN

1. Prefloración

El tiempo de ocurrencia a la prefloración luego de haber realizado el corte de igualación del *Arrhenatherum pratense*, presento diferencias altamente significativas según Tukey ($P < 0.01$), entre el tratamiento con un tiempo de ocurrencia de la prefloración de 45 días y los niveles de 6 y 8 tn de bokashi/ha con 40.33 y 36.33 días respectivamente, en tanto que los tratamientos T1 y T2 presenta la etapa de prefloración a los 38.33 y 40.33 días respectivamente, y que no difieren estadísticamente entre ellos de acuerdo a Tukey ($P < 0.01$), como se expone en (Cuadro 8).

Los resultados obtenidos en la utilización de diferentes niveles de Bokashi son mejores, a los reportados por López, B. (2007), quien evidenció la prefloración del pasto avena a los 35 días, con la utilización de humus de lombriz, por su parte Gaibor, F. (2008), al emplear diferentes niveles de fertilización con humus registro es estado de prefloración a los 34 días, Robalino, M. (2008), manifiesta que al utilizar diferentes niveles de biofertilizantes registró el estado de prefloración a los 36 días, posiblemente el aparecimiento de la prefloración más temprana se debe a lo que manifiesta <http://infoagro.com>. (2007), que el abono tipo Bokashi tiene un elevado contenido de aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo además posee gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorece la fertilidad del suelo, incrementando la actividad microbiana de este, el mismo que facilita el transporte de nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta.

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Arrhenatherum pratense*, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON BOKASHI.

VARIABLE	TRATAMIENTOS								Probabilidad	CV (%)	
	0 tn/ha		4 tn/ha		6 tn/ha		8 tn/ha				
TIEMPO DE OCURRENCIA											
Prefloración (días)	45.00	a	38.33	ab	40.33	b	36.33	b	0.0032	**	4.23
Floración (días)	65.00	a	61.33	a	62.33	a	63.67	a	0.0987	ns	2.40
Post floración (días)	94.00	a	90.67	a	93.00	a	92.66	a	0.4704	ns	2.67
ALTURAS											
Prefloración (cm)	37.38	c	45.17	b	48.42	b	57.09	a	0.0002	**	4.61
Floración (cm)	84.47	b	95.27	a	91.94	ab	92.15	ab	0.0243	*	3.37
Post floración (cm)	77.79	c	115.45	a	104.73	b	106.59	ab	<.0001	**	3.24
COBETURA											
Basal (%)	48.63	c	66.42	a	57.54	b	59.02	b	<.0001	**	2.11
Aérea (%)	76.45	c	92.27	a	85.64	b	87.13	b	<.0001	**	1.54
Número de tallos/planta (U)	78.05	c	98.67	a	86.57	b	91.32	b	<.0001	**	1.65

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ($P \leq 0.05$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

*: Diferencia significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre promedios.

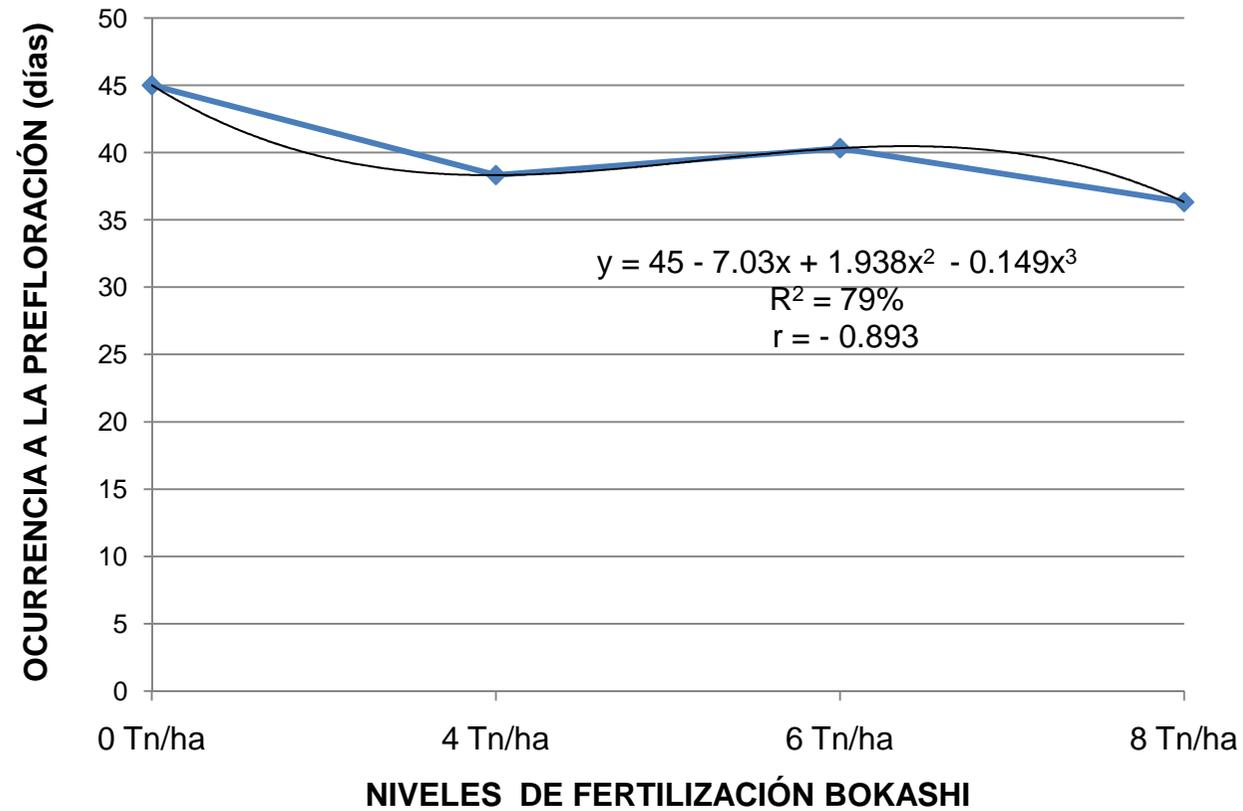


Gráfico 1. Tendencia de la regresión para el tiempo de ocurrencia a la prefloración en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con bokashi.

Observando el anexo 16, la correlación del tiempo a la prefloración del *Arrhenatherum pratense* y los niveles de Bokashi utilizados en la presente investigación alcanzo un índice de -0.89, lo que quiere decir que el tiempo a la prefloración tiene una asociación lineal negativa con los niveles de fertilización utilizados.

Mediante análisis de regresión múltiple para la estimación del tiempo de ocurrencia a la prefloración del *Arrhenatherum pratense* se determinó un modelo que alcanzó un coeficiente de determinación de 79%, explicada por el modelo siguiente:

$$y = 45 - 7.030x + 1.938x^2 - 0.149x^3$$

2. Floración

El tiempo de ocurrencia de la floración en el *Arrhenatherum pratense* no registró diferencias significativas ($P > 0.05$), entre las medias de los tratamientos por efecto de los niveles de Bokashi, utilizados en la fertilización basal, por cuanto el menor tiempo que presentó floración fue de 61.33 días que se observó en las parcelas fertilizadas con 4 Tn/ha de Bokashi, seguidas de las parcelas fertilizadas con 6 y 8 Tn/ha de Bokashi, presentando floración a los 62.33 y 63.67 días respectivamente, mientras que cuando no se aplicó fertilización las plantas presentaron floración a los 65 días, como se puede apreciar, (Cuadro 8).

Estos resultados son mejores a los reportados por López, B. (2007), quien al utilizar humus de lombriz determinó que la floración en el pasto avena, se presenta a los 68 días, mientras que Gaibor, F. (2008), registra el estado de floración a los 67 días, con 15 Tn/ha de humus, y por su parte Robalino, M (2008), al aplicar diferentes niveles de biofertilizantes, presento resultados similares a los reportados de nuestra investigación con un tiempo de ocurrencia de prefloración 62 días, lo que posiblemente se deba a que el abono orgánico tipo Bokashi sirve como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, proporcionando alimento a los organismos benéficos y bacterias fijadoras de nitrógeno como manifiesta Cruz, M. (2002).

3. Postfloración

El estado fenológico de la postfloración en cualquiera de los cultivos, es el momento en que las plantas alcanzan el 100% de la floración, la postfloración en el *Arrhenatherum pratense*, no presento diferencias significativas ($P>0.05$) entre las medias de los tratamientos, determinándose que las parcelas fertilizadas con 4Tn/ha de Bokashi, presentó la postfloración a los 90.67 días, en comparación al tratamiento testigo, que registró la postfloración a los 94 días, los tratamientos T2 y T3, presentaron en estado de postfloración a los 93 y 92.66 días respectivamente, la cual se puede apreciar en el (Cuadro 8).

Los resultados de esta investigación no son muy variables a los registrados por López, B. (2007), Robalino, M. (2008) y Gaibor, F. (2008), con la utilización de diferentes niveles de humus de lombriz y biofertilizantes, cuyo estado de postfloración la obtuvieron a los 92, 94 y 92 días respectivamente, estos resultados se debe a lo que menciona Andean, O. (1999), quien manifiesta que los abonos orgánicos son todos los elementos de origen vegetal o animal, que sirven para mejorar la calidad del suelo y para fertilizar los cultivos, después que han sufrido un proceso de alteración físico químico y biológico, por acción de los macro y microorganismos, condiciones climáticas y manejo por acción del hombre lo que va a favorecer en el enriquecimiento de minerales esenciales como es el nitrógeno, que esta presente en la composición de diferentes sustancias orgánicas tales como las proteínas, clorofila, aminoácidos, etc, sustancias que son la base de los procesos que controlan el desarrollo, el crecimiento y la multiplicación de las plantas resulta por tanto evidente la importancia de este elemento para la vida vegetal, además el Bokashi contiene cascarilla de arroz, que mejora la estructura física del abono orgánico, facilitando la aireación, absorción de la humedad y de la filtración de nutrientes en el suelo, lo que incrementa la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra, y al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas.

B. ALTURA DE LA PLANTA A LA PREFLORACIÓN, FLORACIÓN Y POSTFLORACIÓN.

1. Prefloración

Las alturas del *Arrhenatherum pratense* (Cuadro 8), en la etapa de prefloración se evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización, reportándose los mejores resultados cuando se aplicó el tratamiento T3 con 8Tn/ha de Bokashi, con alturas de 57.09cm, en comparación al tratamiento testigo, reportó alturas de 37.38 cm, mientras que las parcelas de los tratamientos 4 y 6 Tn/ha de Bokashi, evidenciaron alturas de 45.17 y 48.42 cm. de altura respectivamente y que no difieren estadísticamente entre sí, dichas diferencias se visualiza en el gráfico 2.

Consiguiendo establecerse que al utilizar abono orgánico tipo Bokashi, las plantas presentaron un mejor desarrollo reflejados en su altura que son superiores a las presentadas por López, B. (2007), y Gaibor, F. (2008), que al fertilizar con diferentes niveles de humus, presentaron alturas de 52 y 54.67 cm, las alturas obtenidas en esta investigación son resultado a lo que menciona <http://www.cafehonduras.org/ihcafe/administrador/archivo/documentos/manual-tecnico.pdf>. 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 la planta, a comparación de Robalino, M. (2008), reportó alturas de 56.80 cm, al utilizar diferentes niveles de biofertilizantes en la fertilización basal, es similar a la de nuestra investigación dado el caso que a lo que señala en <http://www.infoagro.es.2007>, generalidades de los biofertilizantes y sus principales usos, que afirma que las micorrizas favorecen a la producción

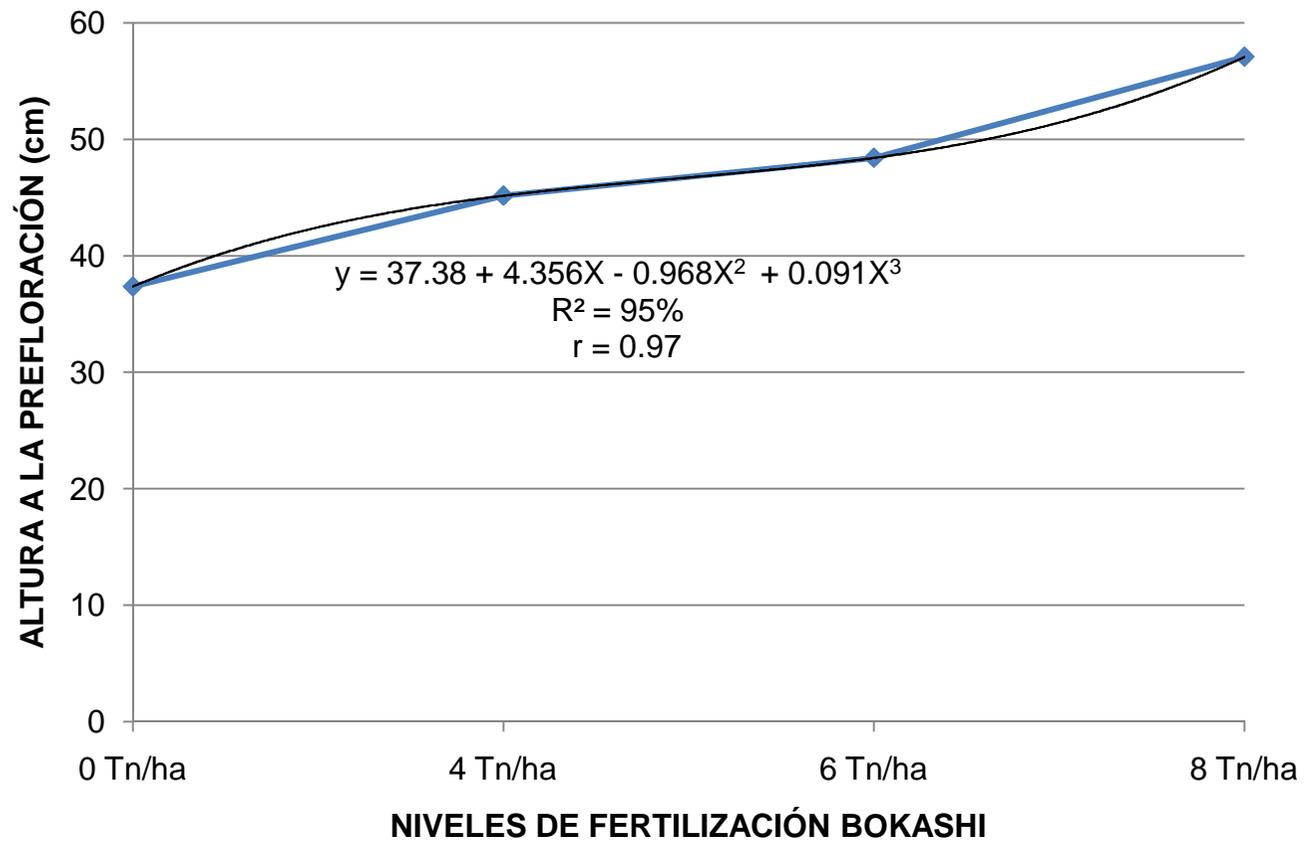


Gráfico 2. Tendencia de la regresión para la altura de la planta a la prefloración en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

de las hormonas estimulantes o reguladores del crecimiento vegetal al utilizar biofertilizantes

La correlación de la altura a la prefloración del *Arrhenatherum pratense* y los niveles de Bokashi utilizados, es alta alcanzando índices de 0.97 lo que quiere decir que la altura tiene una asociación lineal positiva con los niveles crecientes de fertilización utilizados, como se observa en el anexo 6.

Según lo reportado en el anexo 6. Gráfico 29, mediante análisis de regresión múltiple para la estimación de la altura a la prefloración del pasto avena se determinó un modelo que alcanzó un coeficiente de determinación de 95%, el modelo de regresión obtenido mediante análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$y = 37.38 + 4.356x - 0.968x^2 + 0.091x^3$$

2. Floración

El análisis de varianza de la altura del *Arrhenatherum pratense* en la floración (anexo 5), demuestra que existe diferencias significativas ($P < 0.05$), entre el tratamiento testigo con alturas de 84.47 cm, y el nivel 4tn/ha de bokashi que presentó alturas de 95.27cm, mientras que no se encontraron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos aplicados., como se aprecia en el (Cuadro 8), gráfico 3.

Las alturas registradas en esta investigación son superiores a los obtenidos por López, B. (2007), y Gaibor, F. (2008), quienes al utilizar humus de lombriz obtuvieron alturas de 83.44 y 85.64 cm respectivamente, en la etapa de floración, al igual son superiores a lo que reporta Robalino, M. (2008), presentando alturas de 84.87 cm, al utilizar diferentes niveles de biofertilizantes en la fertilización basal, por lo contrario Samaniego, E. (1992), al utilizar dos diferentes sistemas de fertilización entre ellos el abono orgánico obtuvo alturas de 97.09 cm en la etapa

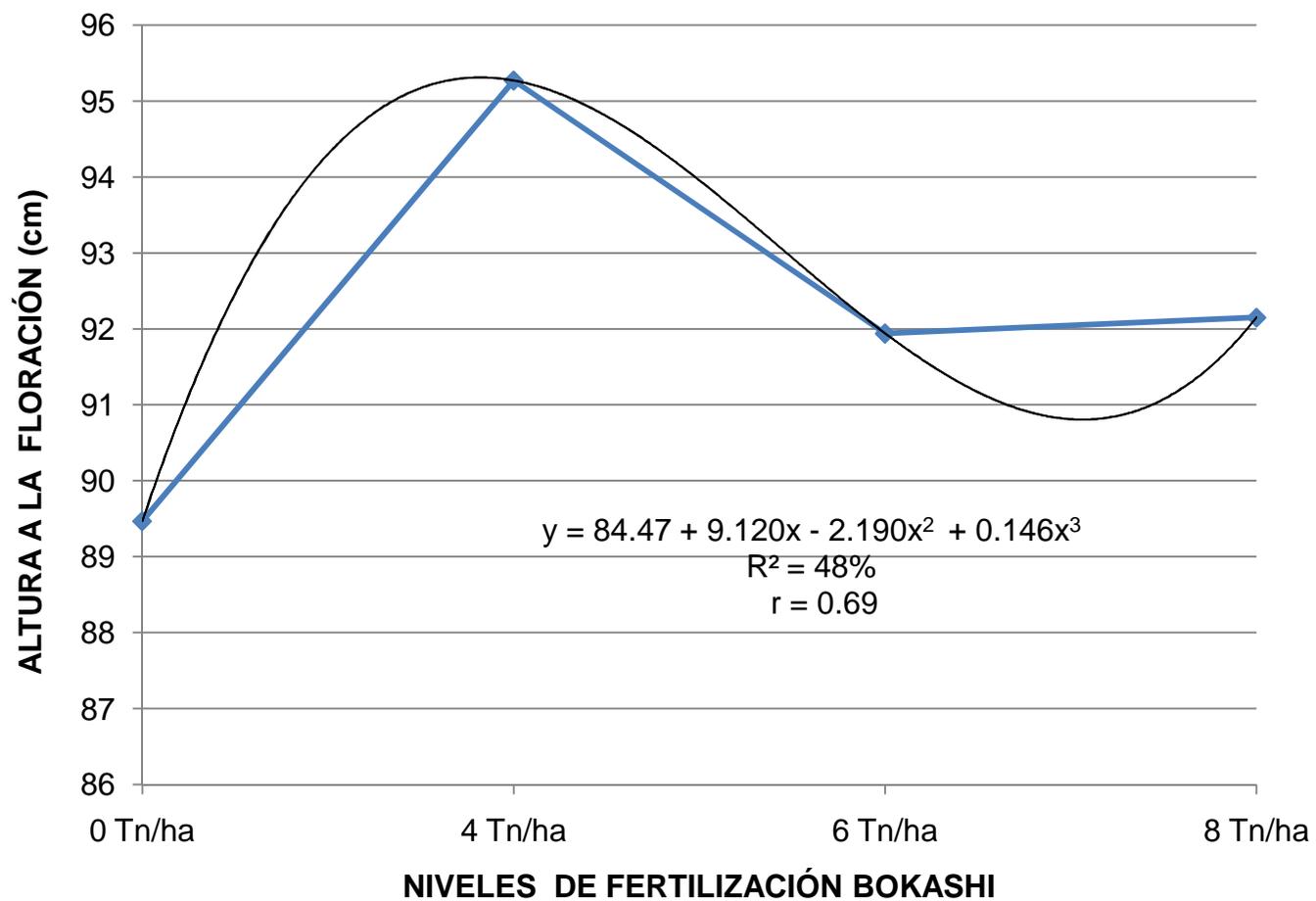


Gráfico 3. Tendencia de la regresión para la altura de la planta a la floración en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

de floración, similares a la de nuestra investigación, esto se debe a lo que menciona Monreal, L. (1988), a que el aporte de nitrógeno que proporciona el Bokashi, a través del estiércol de bovino, es indispensable para el desarrollo de todas las partes de la planta, favoreciendo un crecimiento más rápido, el desarrollo de una coloración verde intensa en las hojas, la robustez de los ejemplares, mejorando su calidad, el aumento en la proliferación de hojas y brotes, siendo su principal función producir la parte herbácea de la planta, además forma parte de las proteínas de la clorofila y de las moléculas responsables de la herencia, que ejerce sobre los cultivos una fuerte acción estimulante del crecimiento, por lo que una planta bien nutrida de nitrógeno crece rápidamente.

En el anexo 18, se identifica una correlación de 0.69 lo que indica un grado medio de asociación entre la altura a la floración y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

Mediante análisis de regresión múltiple de la altura a la floración del pasto avena se determinó un coeficiente de determinación de 48%, explicada por el modelo de regresión obtenido, expresada de la siguiente manera:

$$y = 84.47 + 9.120x - 2.190x^2 + 0.146x^3$$

3. Postfloración

La altura del cultivo *Arrhenatherum pratense* a la postfloración, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación a los tratamientos fertilizados con diferentes niveles de bokashi, siendo el mejor tratamiento de 4tn/ha de bokashi, con alturas de 115.44 cm, mientras que las menores alturas se registró con el tratamiento testigo con 77.79 cm, la cual podemos encontrar en el (Cuadro 8), gráfico 4.

Estos resultados son superiores a los descritos por López, B. (2007), Gaibor, F. (2007) y Robalino, M. (2008), quienes registraron alturas de 102, 109 y 106 cm

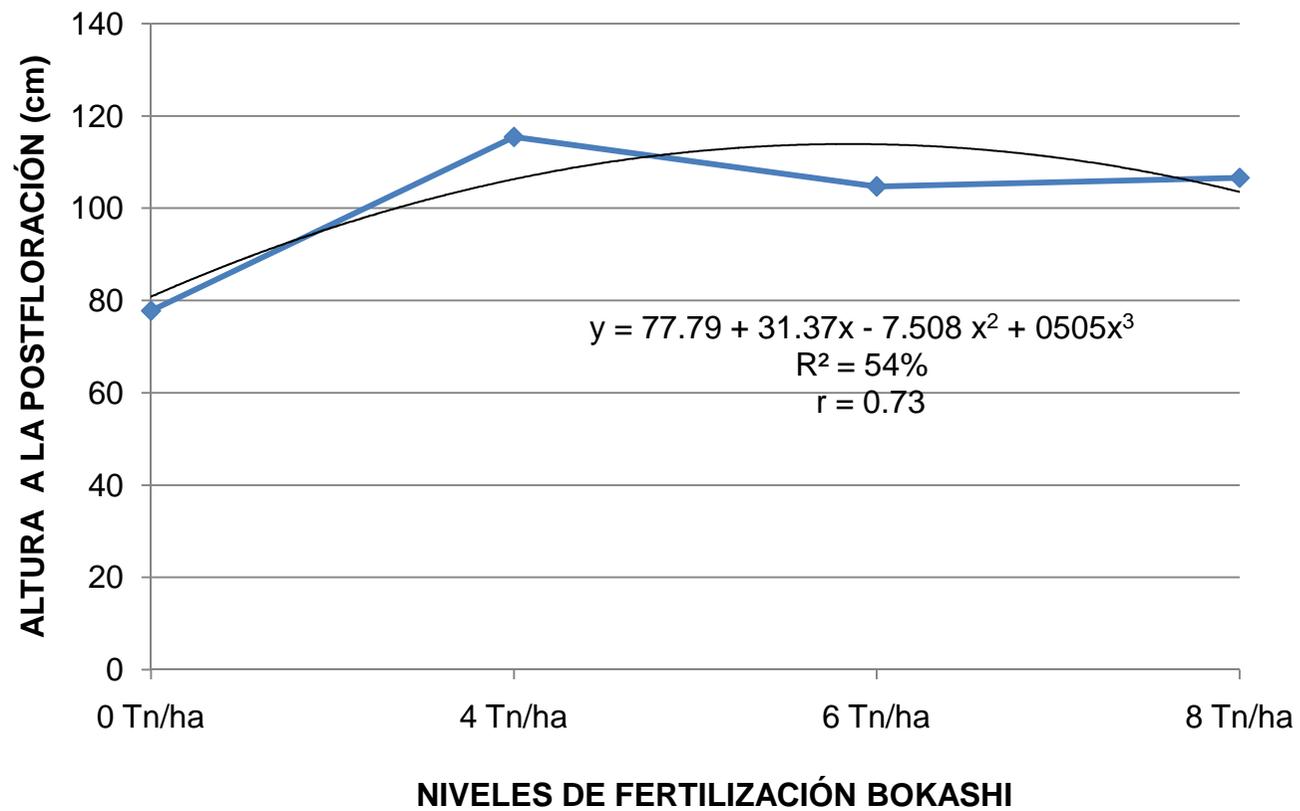


Gráfico 4. Tendencia de la regresión para la altura de la planta a la postfloración en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

Estos resultados son superiores a los descritos por López, B, (2007), Gaibor, F. (2007) y Robalino, M. (2008), quienes registraron alturas de 102, 109 y 106 cm respectivamente, al utilizar diferentes niveles de humus y biofertilizantes en la fertilización basal, los resultados de los autores mencionados pueden justificarse a lo que menciona <http://www.infororganic.com/node/709>, debido a que el humus proporciona gran cantidad de nitrógeno pero lo va suministrado poco a poco debido a que este tipo de abono orgánico va descomponiéndose lentamente pudiendo ser un factor que retarde en crecimiento de la planta, en cambio los biofertilizantes por su característica de proteger a la raíz contra algunas enfermedades pueden eliminar también bacterias benéficas para la planta, influyendo en el crecimiento de la misma, a diferencia del 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 como lo menciona <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=ABONO+FERMENTADO+TIPO+BOKASHI&start=0&sa=N>.

Se determinó la correlación entre la altura a la postfloración del *Arrhenatherum pratense* y los niveles de Bokashi utilizados, alcanzando un índice de 0.73, lo que quiere decir que la altura a la postfloración, tiene un grado de asociación lineal positiva con los niveles progresivos de Bokashi evaluados en el anexo 19.

Se obtuvo un modelo de regresión de tercer grado que alcanzó un coeficiente de determinación de 54%, el modelo de regresión obtenido mediante análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$y = 77.79 + 31.37x - 7.508x^2 + 0.505^3$$

C. COBERTURA BASAL

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum pratense* (Cuadro 8), registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización, observándose una mayor cobertura basal con tratamiento de 4Tn/ha de la cual se obtuvo 66.42% y una menor cobertura con el tratamiento testigo con 48.63%, mientras que los tratamientos 6 y 8tn/ha de Bokashi reportaron 57.54 y 59.02%, respectivamente y que no difieren estadísticamente entre si como se aprecia en el gráfico 5.

Los resultados obtenidos son mejores a los reportados por Samaniego, E. (1992), al utilizar humus con resultados de 60.33% de cobertura basal, lo que establece que al aplicar el abono tipo Bokashi se incrementa la cobertura basal de la planta, pero no necesariamente depende de la cantidad de Bokashi aplicado ya que como se observan los resultados la mejor cobertura basal se obtuvo con 4 Tn/ha de Bokashi, posiblemente se deba a lo que menciona <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>. 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 el anexo 20, se identifica una correlación de 0.98 lo que indica un alto grado de asociación entre la cobertura basal y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

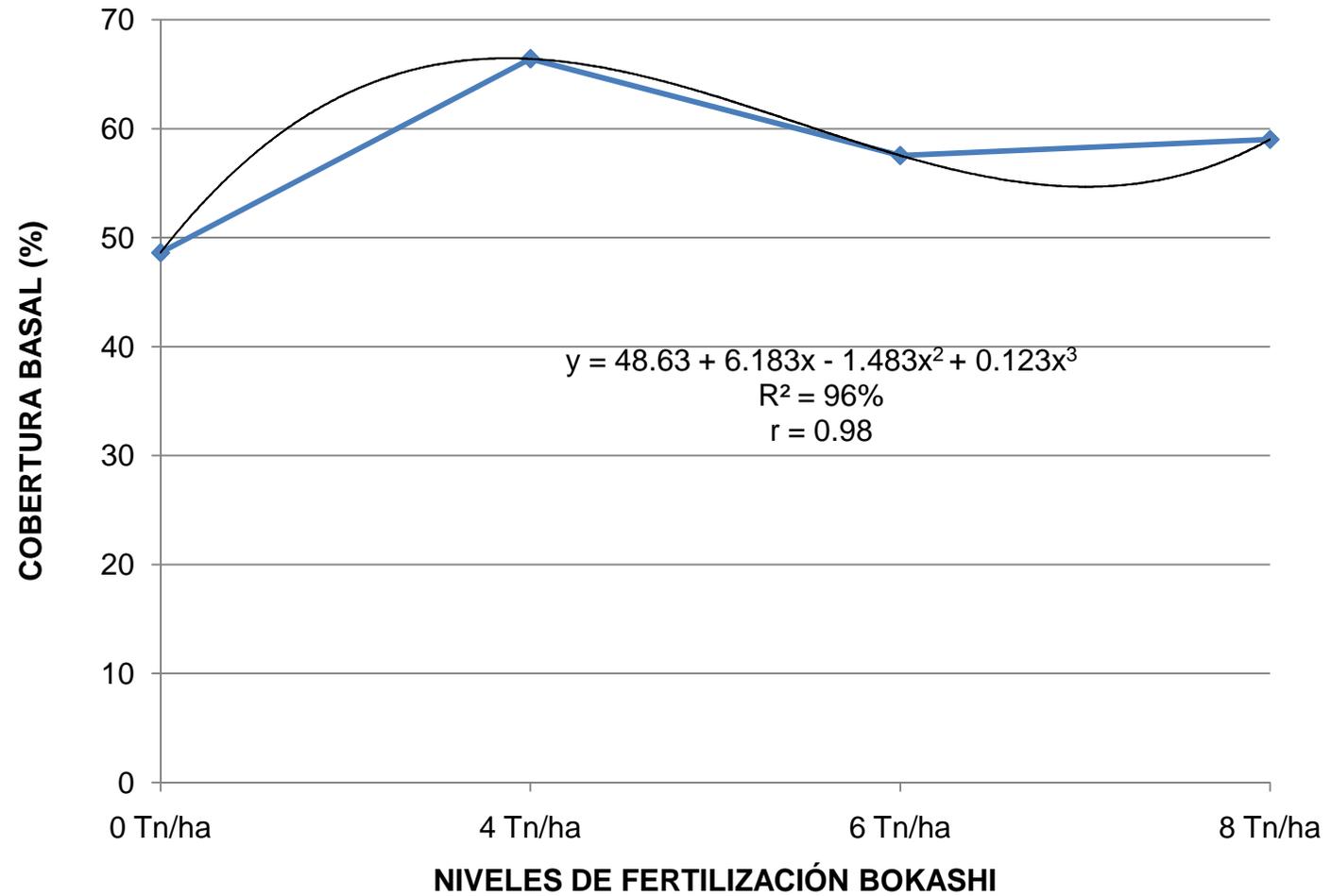


Gráfico 5. Tendencia de la regresión para la cobertura basal en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

Mediante análisis de regresión múltiple de la cobertura basal del pasto avena de determinó un coeficiente de determinación de 96%, explicada por el modelo de regresión obtenido, el mismo que se detalla en el gráfico 12, expresada de la siguiente manera:

$$y = 48.63 + 6.1837x - 1.483x^2 + 0.123x^3$$

D. COBERTURA AÉREA

Al evaluar el porcentaje de cobertura aérea en postfloración del *Arrhenatherum pratense* (Cuadro 8), se determinó que existió diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización, reportándose mayor porcentaje de cobertura aérea con el tratamiento 4Tn/ha de Bokashi, con 92.97% , seguida de los tratamientos 6 y 8 Tn/ha de Bokashi con, 85.69 y 87.13% respectivamente, que son superiores a las parcelas que no se aplicó fertilización obteniendo el 76.45% de cobertura aérea como se puede apreciar en el gráfico 6.

Los resultados obtenidos en esta investigación son directamente proporcionales con los porcentajes de cobertura basal ya que a medida que se incrementa la cobertura basal habrá un incremento en la cobertura aérea, pero siempre manteniendo una relación no elevada con la cobertura basal, debido al tipo de crecimiento erecto del pasto avena, 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 aérea de la planta, consiguiendo que la resistencia de la planta sea más prolongada como lo menciona <http://www.botanical-online.com/funciones plantas.htm>.

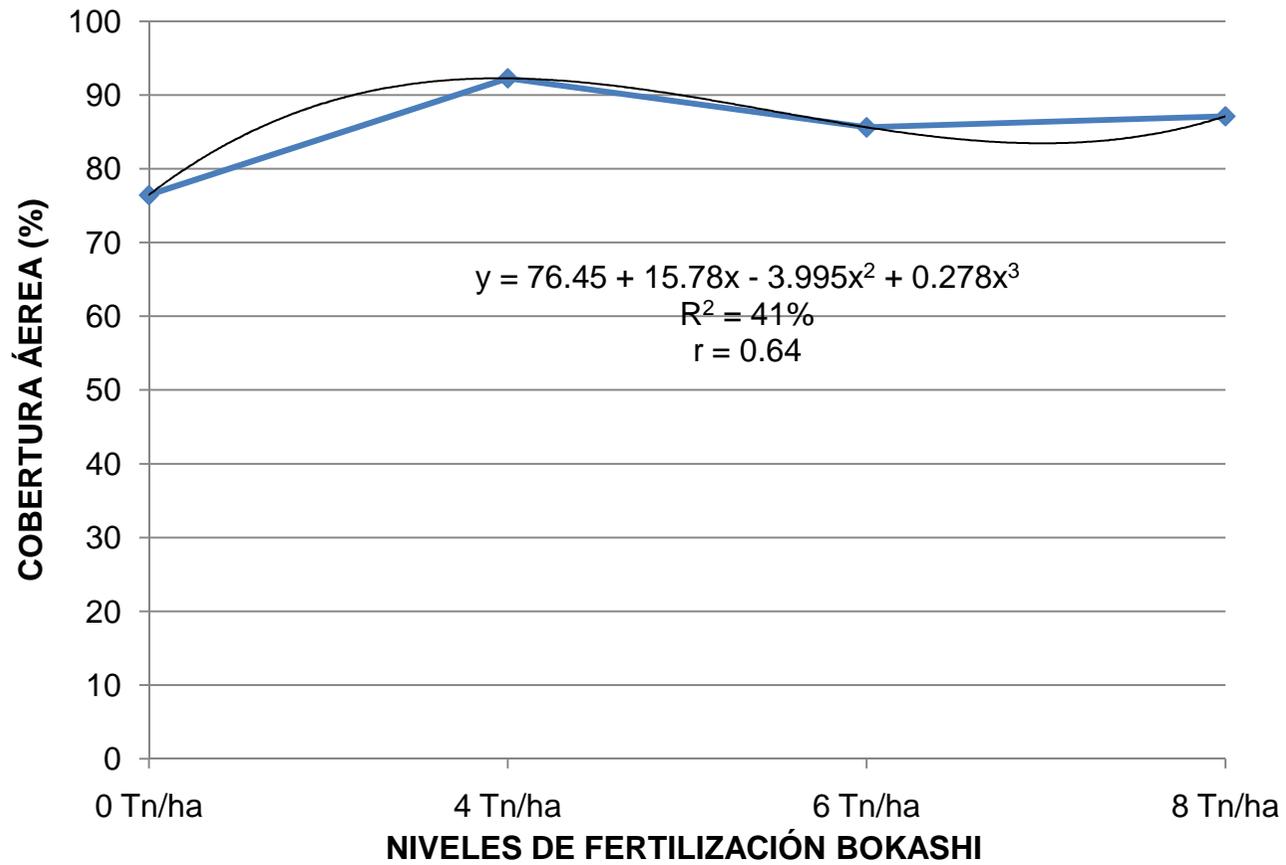


Gráfico 6. Tendencia de la regresión para la cobertura aérea en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

La correlación de la cobertura aérea del *Arrhenatherum pratense* y los niveles de Bokashi utilizados, es medio alcanzando índices de 0.64 lo que quiere decir que la altura tiene una asociación lineal positiva con los niveles crecientes de fertilización utilizados, como se observa en el anexo 21.

Según lo reportado en el gráfico 6, mediante análisis de regresión múltiple para la estimación de la cobertura aérea del pasto avena se determinó un modelo que alcanzó un coeficiente de determinación de 41%, el modelo de regresión obtenido mediante análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$y = 76.45 + 15.48x - 3.995x^2 + 0.278x^3$$

E. NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA

Al evaluar el número de tallos por planta a la postfloración del *Arrhenatherum pratense* (Cuadro 8), presento diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización, presentándose el mayor número de tallos/planta, las parcelas que se aplicó 4Tn/ha de Bokashi con 98 tallos/planta, seguidas de los tratamientos 6 y 8 Tn/ha de Bokashi con 86 y 91 tallos/planta, respectivamente que no difieren estadísticamente entre si, mientras que el tratamiento testigo presentó 78 tallos/planta, como se puede observar el (Cuadro 8), gráfico 7.

Estos resultados obtenidos son superiores a los reportados por Samaniego, E. (1992), quien reporto 84.37 tallos/planta, al utilizar fertilizante simple más estiércol de bovino, 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, por lo contrario los resultados presentados por Samaniego, E. (1992), puede deberse a que el estiércol no fue tratado cuidadosamente ya que si se amontona y se deja a la intemperie, pierde elementos nutritivos esenciales como es el nitrógeno, principal

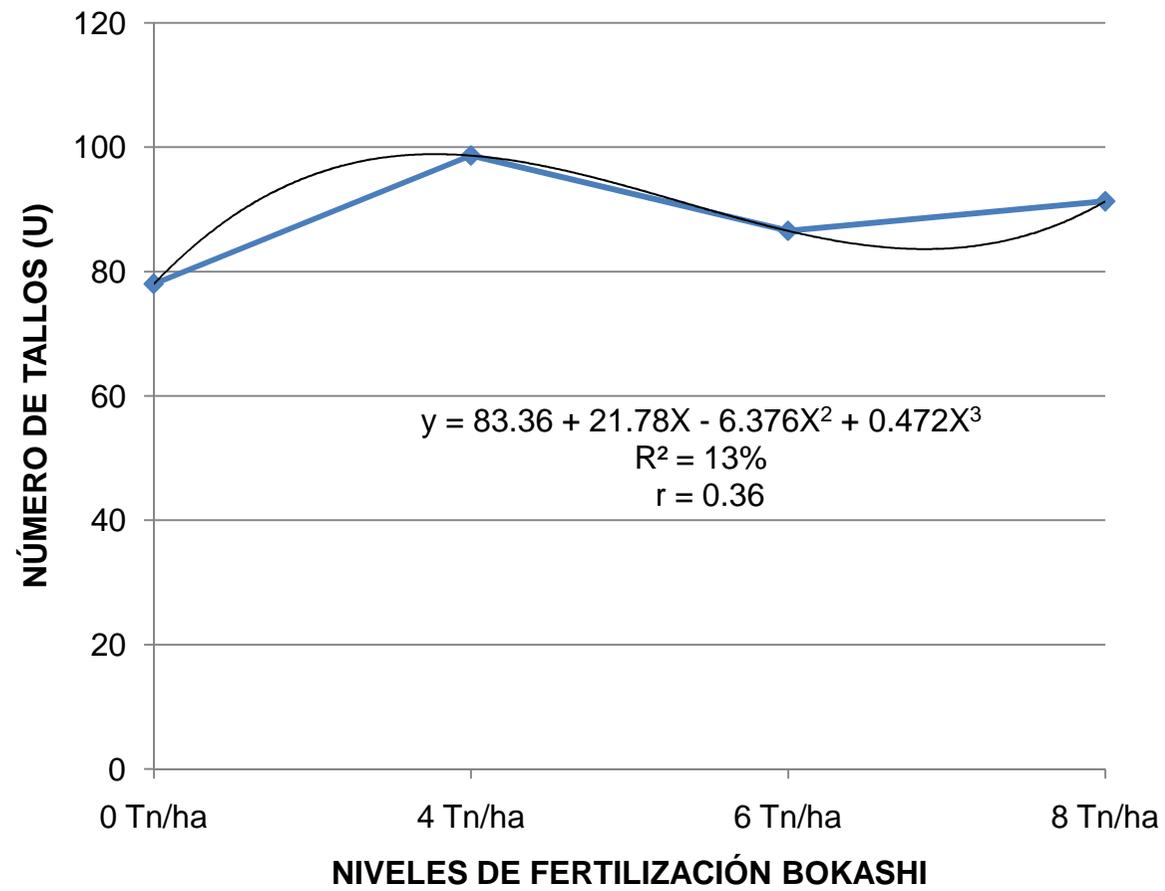


Gráfico 6. Tendencia de la regresión para la cobertura aérea en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

elemento para el desarrollo de la planta, o debido a que el contenido del nitrógeno del fertilizante y del estiércol de bovino fueron superior al requerido lo retrasó el crecimiento de la planta, se debe también considerar las condiciones climáticas que se presento cuando se realizó dicha investigación.

En el anexo 22, se identifica una correlación de 0.36 lo que indica un bajo grado asociación entre el número de tallos y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

Mediante análisis de regresión múltiple del número de tallos del pasto avena de determinó un coeficiente de determinación de 13%, explicada por el modelo de regresión obtenido, expresada de la siguiente manera:

$$y = 83.36 + 21.78x - 6.376x^2 + 0.472x^3$$

F. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE POR CORTE

La producción de forraje en el *Arrhenatherum pratense*, presentó diferencias altamente significativas según Tukey ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización, las mejores producciones se obtuvieron con los tratamientos 4 y 8 Tn/ha de Bokashi con 7.78 y 7.42 Tn/Fv/ha/corte, seguida del tratamiento 6Tn/ha con 6,14 Tn/Fv/ha/corte, siendo estas superiores al tratamiento testigo que obtuvo una producción de 5.09 Tn/ha, como se puede apreciar en el (Cuadro 9) gráfico 8.

Las producciones obtenida en esta investigación son mayores a las reportadas por López, B. (2007), y Gaibor, F. (2008), con producciones de 5.45 y 6.91 Tn/Fv/ha/corte respectivamente, al utilizar diferentes niveles de humus de lombriz, al igual Robalino, M. (2008), presento producciones de 5.64 Tn/Fv/ha/corte, al utilizar diferentes dosis de biofertilizantes en la fertilización basal, valores que nos demuestra que al utilizar abono orgánico tipo Bokashi, habrá una ventaja que es el mejorar la estructura física, química y biológica del suelo, cuyo beneficio se ve

Cuadro 9. COMPORTAMIENTO DEL *Arrhenatherum pratense*, EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON BOKASHI.

VARIABLE	TRATAMIENTOS				Probabilidad	CV (%)
	0 tn/ha	4 tn/ha	6 tn/ha	8 tn/ha		
PRODUCCIÓN						
Forraje verde (tn/ha/corte)	5.09 c	7.78 a	6.15 b	7.42 a	0.0001	** 4.67
Forraje materia seca (tn/ha/corte)	1.20 b	1.84 a	1.76 a	1.81 a	0.0031	** 8.14
Producción semilla (Kg/ha)	183.32 c	225.14 a	204.35 b	219.25 a	<.0001	** 2.03
Germinación (%)	73.33 d	85.00 a	76.00 c	80.66 b	<.0001	** 1.01

Letras iguales no difieren estadísticamente. Tukey ($P \leq 0.05$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

*: Diferencia significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre promedios.

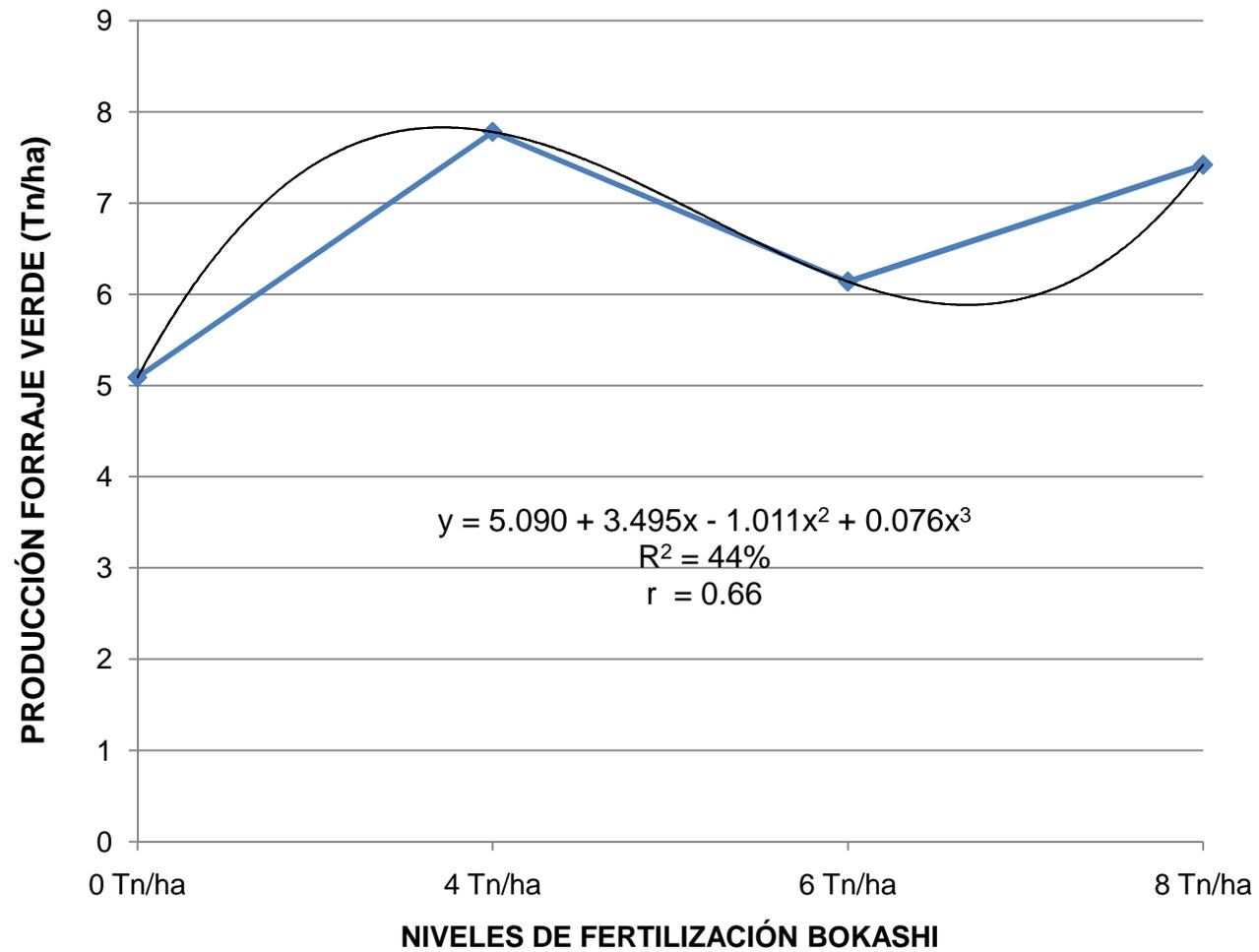


GRÁFICO 8. Tendencia de la regresión para la producción de forraje verde en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

reflejada en los parámetros productivos de los cultivos como menciona Cruz, M.(2002).

En el anexo 23, se identifica una correlación de 0.66 lo que indica un grado asociación lineal positiva entre la producción de forraje verde y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

En el análisis de regresión múltiple de la producción de forraje verde del pasto avena de determinó un coeficiente de determinación de 44%. El modelo de regresión obtenida mediante análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$y = 5.090 + 3.495x - 1.011x^2 + 0.76x^3$$

G. PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN BASE SECA

La producción de forraje en base seca del *Arrhenatherum pratense*, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo con una producción de 1.20 tn/Ms/ha/corte y los niveles de 4 , 6 ,8 tn/ha de Bokashi con 1.84, 1.76 y 1.81 tn/Ms/ha/corte respectivamente y que no difieren estadísticamente entre si como se puede apreciar en el (Cuadro 9), gráfico 9.

Los resultado obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por López, B. (2007), y Robalino, M. (2008), con producciones de 1.37 y 1.34 tn/Ms/ha/corte, al utilizar humus y biofertilizantes en diferentes niveles de aplicación, pero similar producción a lo que presento Gaibor, F. (2008), con 1.87 Tn/Ms/ha/corte, cuando utilizo diferentes niveles de humus de lombriz, debido posiblemente a lo que manifiesta <http://www.infojardin.com>. (2006), indica que el humus es una sustancia muy especial y beneficiosa para el suelo como para la planta por cuanto aporta nutrientes lentamente para la planta a media que se descompone el nitrógeno, fósforo y potasio, a la vez que produce activadores de

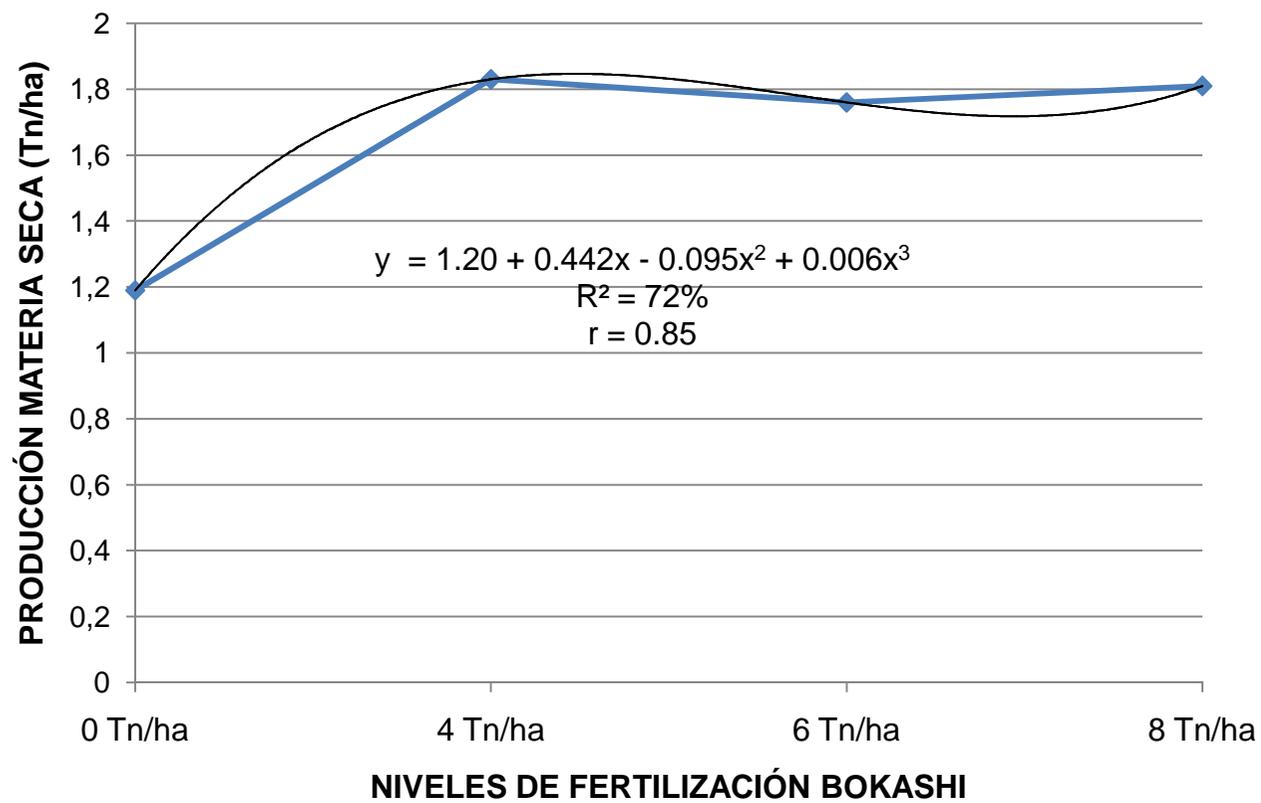


Gráfico 9. Tendencia de la regresión para la producción de materia seca en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

crecimiento que las plantas pueden absorber y favorece la nutrición y resistencia, elevándose consecuentemente la producción de forraje.

En el anexo 24, se identifica una correlación de 0.85 lo que indica un alto grado asociación entre la producción de materia seca y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

Se obtuvo un modelo de regresión de tercer grado como se presenta en el gráfico 18, con un coeficiente de determinación de 72%, el modelo de regresión obtenido mediante el análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$y = 1.2 + 0.442x - 0.095x^2 + 0.006x^3$$

H. PRODUCCIÓN DE SEMILLA

La producción de semilla del pasto avena por efecto de la aplicación de diferentes niveles de Bokashi, presenta diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre el tratamiento testigo en comparación con los tratamientos con fertilización,, presentando una mayor producción de semilla en las parcelas que recibieron el tratamiento 4 y 8 Tn/ha de Bokashi, con 225.14 y 219.25 Kg/ha, respectivamente, que no difieren estadísticamente entre si, seguida del tratamiento 6Tn/ha de Bokashi con 204.35 Kg/ha, siendo superiores al tratamiento testigo que presento una producción de 183.32 Kg/ha, como se puede apreciar en el (Cuadro 9), gráfico 10.

La producción de semilla obtenidas en esta investigación son similares a lo que reporta Gaibor, F. (2008), y Robalino, M. (2008), con 226.68 y 231.33 Kg/ha respectivamente, al utilizar diferentes niveles de humus de lombriz y biofertilizantes en la fertilización basal, esto puede deberse a la forma de recolección de la semilla, o al estado de maduración de la misma ya que todas las plantas no presenta el estado de maduración de la semilla al mismo tiempo y a medida que avanza tiende a caerse, llegándose inclusive a darse casos que en una misma panoja la semilla pueda presentar en la parte superior sin semillas

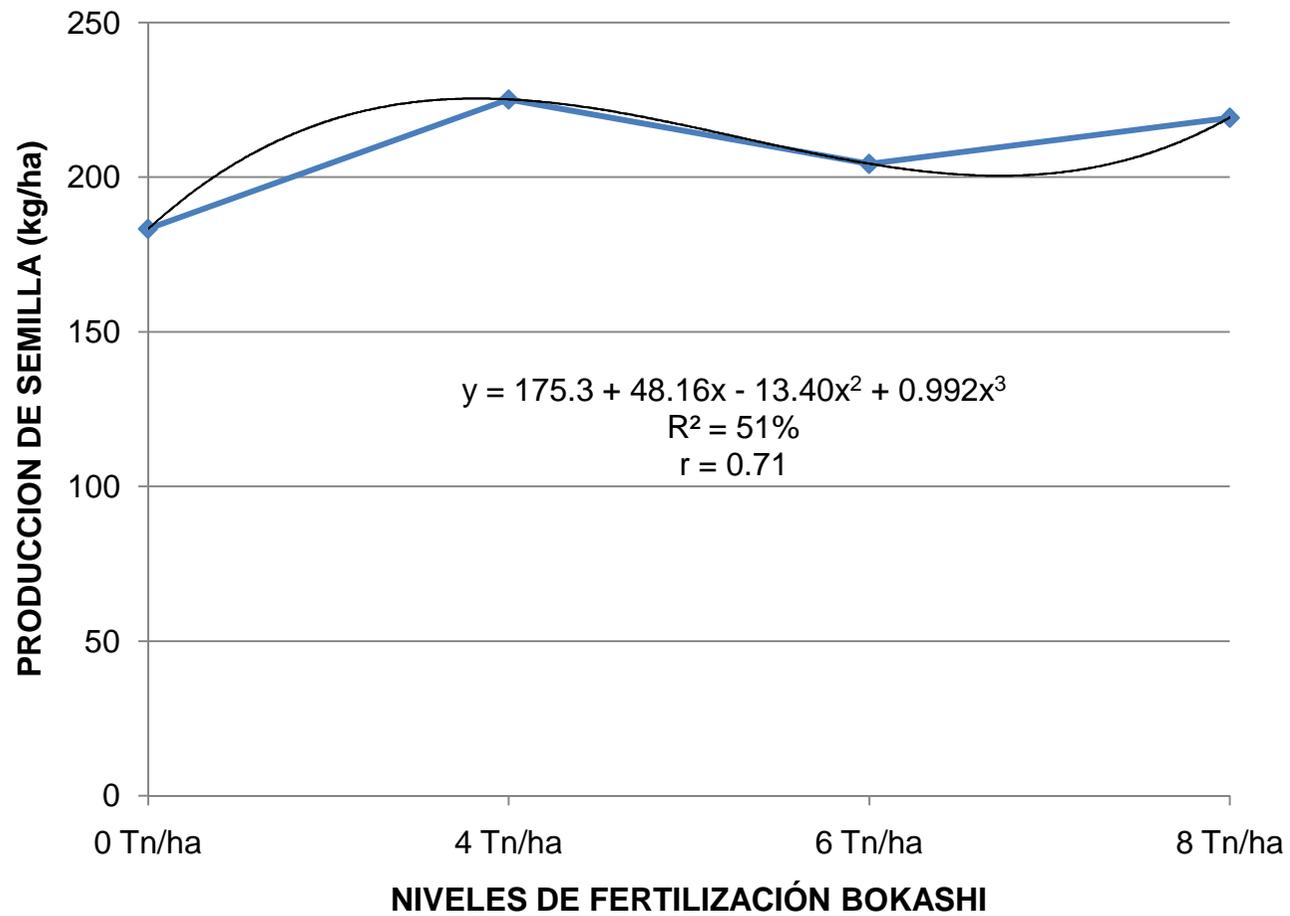


Gráfico 10. Tendencia de la regresión para producción de semilla en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

mientras que en su base a un no presenta su ciclo, lo que representa pérdida en la producción de la semilla.

La correlación entre la producción de semilla y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*, es alta alcanzando niveles de 0.71, lo que quiere decir que la producción de semilla tiene una asociación lineal positiva con los niveles crecientes de fertilización utilizados como se observa en el anexo 25.

Mediante análisis de regresión múltiple de la producción de semilla del pasto avena se determinó un coeficiente de determinación de 51%, explicada por el modelo de regresión obtenido en el gráfico 22, expresada de la siguiente manera:

$$y = 175.3 + 48.16x - 13.40x^2 + 0.992x^3$$

I. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

En el porcentaje de germinación de las semillas del *Arrhenatherum pratense* existió diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre la media de los tratamientos, obteniéndose los mejores resultados las parcelas aplicadas con el tratamiento de 4Tn/ha de Bokashi con el 85%, seguida de los tratamientos de 6 y 8 Tn/ha de Bokashi con el 76 y 80.66% de germinación de la semilla, siendo en último lugar el tratamiento testigo con 73.33% de germinación, cuyos datos se puede apreciar en el (Cuadro 9), gráfico 11.

El porcentaje de germinación de esta presentación es similar al reportado por Gaibor, F. (2008), quien al aplicar diferentes niveles de humus de lombriz obtuvo un porcentaje de germinación del 85.25%. Esto se debe a la presencia de humatos, fitohormonas y rizógenos del humus que propician y aceleran la germinación de la semilla

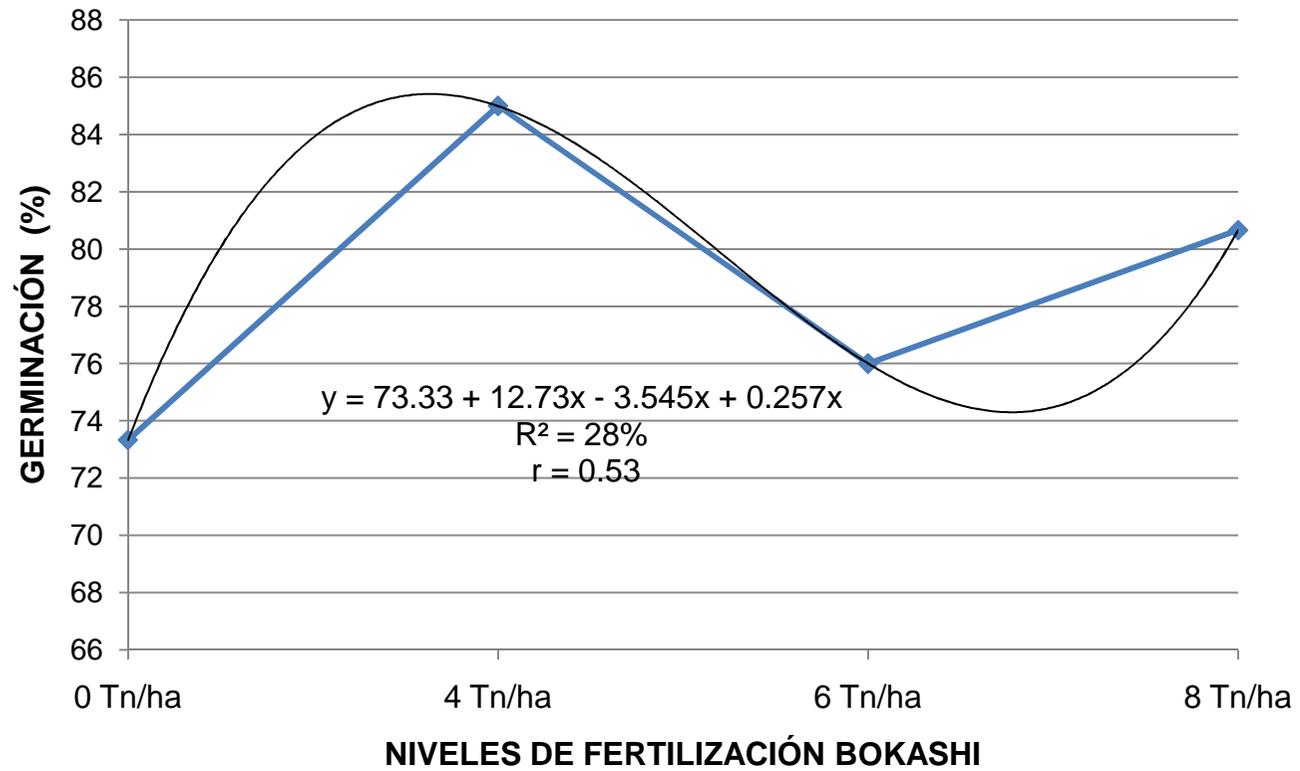


Gráfico 11. Tendencia de la regresión para el porcentaje de germinación de la semilla en el *Arrhenatherum pratense*, en función de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

En el anexo 26, se identifica una correlación de 0.53 lo que indica un grado asociación lineal positiva entre el porcentaje de germinación y los niveles de Bokashi empleado en el *Arrhenatherum pratense*.

Mediante análisis de regresión múltiple el porcentaje de germinación del pasto avena de determinó un coeficiente de determinación de 28%, explicada por el modelo de regresión de tercer grado como se presenta en el gráfico 11, expresada de la siguiente manera:

$$y = 77.33 + 12.73x - 3.545x^2 + 0.257x^3$$

J. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL PASTO AVENA (*Arrhenatherum pratense*), EN EL ESTADO FENOLÓGICO DE PREFLORACIÓN.

1. Proteína cruda

En el (Cuadro 10), se reporta que los mayores valores de proteína presento las parcelas que fueron fertilizadas con 8 Tn/ha de Bokashi con 19.65% y el menor porcentaje de proteína presento el tratamiento de 4 Tn/ha de Bokashi con 17% de proteína.

Los resultados obtenidos con la utilización de 8 Tn/ha de Bokashi, son superiores a los descritos por el Proyecto de establecimiento y Manejo del Banco de Germoplasma. P. BID (2006), Gaibor, F. (2008), y Robalino, M. (2008) quienes reportan 15.38, 11.87 y 9.25 % respectivamente de proteína bruta, al utilizar humus de lombriz y biofertilizantes en la fertilización basal del pasto avena, la variabilidad de los resultados puede deberse al bajo contenido de nutrientes que presento el suelo al momento de realizar la investigación ya que el humus brinda nutrientes necesarios al suelo, mejorando su estructura pero el aporte no es inmediato, a diferencia del abono orgánico tipo Bokashi la fermentación es mas rápida gracias a la utilización de melaza que es una fuente principal de energía lo que favorece y multiplica la actividad microbológica, rica en calcio, magnesio y

Cuadro 10. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL *Arrhenatherum pratense*, EN EL ESTADO FENOLÓGICO DE PREFLORACION.

COMPONENTE	NIVELES DE BOKASHI (Tn/ha)							
	0		4		6		8	
	TCO %	BS %	TCO %	BS %	TCO %	BS %	TCO %	BS %
Proteína	4.28	19.48	4.04	17	4.59	18	4.89	19.65
Grasa	0.78	3.55	0.8	3.38	0.79	3.1	0.85	3.41
Humedad	78.04	21.96	76.36	23.64	74.59	25.41	75.12	24.88
Ceniza	2.54	11.56	2.38	10.06	2.9	11.41	2.82	11.13
Fibra	5.78	26.32	5.97	25.25	6.12	20.08	5.12	20.57

TCO =Tal como ofrecido o base fresca.

BS= Base seca.

Fuente: Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección LAB-CESTA.

potasio que ayuda a la formación y síntesis de las proteínas como menciona Restrepo, J. (2001).

2. Fibra cruda

La fibra cruda en el *Arrhenatherum pratense*, en la prefloración es superior en el tratamiento testigo con 26.32%, luego se ubico el tratamiento 4 Tn/ha de Bokashi con 25.25% de fibra cruda, finalmente los tratamientos 6 y 8 Tn/ha de Bokashi con 20.08 y 20.57 % en su orden, estos resultados se pueden evidenciar en el (Cuadro 10).

Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los descritos por el Proyecto de establecimiento y Manejo del Banco de Germoplasma. P. BID (2006), Gaibor, F. (2008), y Robalino, M. (2008), quienes reportan 33.95 ,38.68 y 35.45 % de fibra bruta respectivamente, posiblemente se debe al estado fisiológico de la planta que hayan presentado estas investigaciones, debido a que alcanzaron la prefloración a mayor números de días, por lo que tendrán mayor contenido de celulosa y lignina consecuentemente mayor contenido de fibra, por lo que los resultados de esta investigación indica que a menor contenido de fibra, el pasto presentará una mayor digestibilidad, al ser consumido por el animal, cuando se realiza una fertilización con 8 Tn/ha de Bokashi.

3. Contenido de humedad y materia seca

El contenido de humedad en el forraje verde del *Arrhenatherum pratense*, en la etapa de floración, fue superior en el tratamiento testigo con 78.04% de humedad, posteriormente el tratamiento 4 Tn/ha con 76.36% de humedad, finalmente los tratamientos 6 y 8 Tn/ha con porcentajes de humedad de 74.59 y 75.12 % respectivamente, (Cuadro 10).

La materia seca que presente el *Arrhenatherum pratense*, en prefloración fue superior en el tratamiento 6 Tn/ha de Bokashi con 25.41% de materia seca, seguidamente del tratamiento 8 Tn/ha con 24.88%, finalmente el tratamiento 4

Tn/ha y el tratamiento testigo con 23.64 y 21.96% de materia seca respectivamente, (Cuadro 10).

Los valores obtenidos en esta investigación se justifica por las condiciones climáticas y a la edad del pasto debido a que mientras más tierno esta el pasto, tiene mayor contenido de humedad.

K. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al realizar el análisis económico del beneficio /costo (Cuadro 11), se estableció que la mejor rentabilidad se alcanzo con las parcelas fertilizadas con 4 Tn/ha de Bokashi, con el cual se obtuvo un beneficio/costo 1.81, esto quiere decir que por cada dólar invertido, se espera tener una rentabilidad de 81 centavos de dólar, en comparación con los tratamientos de 6 y 8 Tn/ha de Bokashi con un beneficio costo de 1.44 y 1.64 respetivamente, a comparación del tratamiento testigo que no presento ninguna rentabilidad.

El mejor beneficio costo en cuanto a la producción de semilla fue al utilizar 4 Tn/ha de Bokashi con 1.47 de beneficio/costo, es decir una rentabilidad del 47%, a comparación del tratamiento testigo que presento un beneficio costo de 1.03, es decir una rentabilidad de 3 centavos de dólar como se pude apreciar en el (Cuadro 12).

Estos resultados son similares a los reportados por Gaibor, F. (2008), al utilizar 5 Tn/ha humus de lombriz, con 1.81 de beneficio/costo esto puede deber a que la al fertilizar con humus de lombriz maximiza la producción forrajera, por todas las bondades que presta este abono orgánico, Gaibor, F. (2008), menciona que para al costo que significa usar este producto actualmente debido a una mayor producción y difusión, un metro cúbico, equivale a las dosis de una hectárea, bordea los 150 dólares

Cuadro 11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DEL *Arrhenatherum pratense*, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE BOKASHI.

TRATAMIENTOS				
CONCEPTO	0Tn/ha	4Tn/ha	6Tn/ha	8Tn/ha
<u>EGRESOS</u>				
Mano de obra	1020.00	1020.00	1020.00	1020.00
Fertilización con Bokashi	0.00	154.40	231.60	308.80
Servicios básicos	24.00	24.00	24.00	24.00
TOTAL EGRESOS	1044.00	1198.00	1275.60	1352.80
<u>INGRESOS</u>				
Producción de forraje	50.09	77.80	61.40	74.20
Ingresos por venta de forraje \$	1052.7	2178.4	1842	2226
TOTAL INGRESOS	1052.7	2178.4	1842	2226
Beneficio/costo	1.00	1.81	1.44	1.64

1. Mano de obra anual = suma de la fertilización + labores culturales+ cortes.

a. fertilización = 1/año * 6 personas/ha, *\$8/persona.

b. Labores culturales = 24/año* 6 personas/ha* \$5/persona.

c. cortes/año = 10/año * 6personas/ha * \$5/persona.

2. fertilización con bokashi = \$38.60/Tn de bokashi.

3. servicios básicos = \$ 24/año.

4. venta de forraje = \$ 30.00 /Tn de forraje.

Cuadro 12. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL *Arrhenatherum pratense*, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE BOKASHI.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	0Tn/ha	4Tn/ha	6Tn/ha	8Tn/ha
<u>EGRESOS</u>				
Mano de obra	1020.00	1020.00	1020.00	1020.00
Fertilización con Bokashi	0.00	154.40	231.60	308.80
Servicios básicos	24.00	24.00	24.00	24.00
TOTAL EGRESOS	1044.00	1198.00	1275.60	1352.80
<u>INGRESOS</u>				
producción de semilla/ año	549.90	900.56	817.40	877.00
ingresos por venta de semilla \$	1072.305	1756.092	1593.93	1710.15
TOTAL INGRESOS	1072.305	1756.092	1593.93	1710.15
Beneficio/costo	1.03	1.47	1.25	1.26

1. Mano de obra anual = suma de la fertilización + labores culturales+ cortes.

a. fertilización = 1/año * 6 personas/ha, *\$8/persona.

b. Labores culturales = 24/año* 6 personas/ha* \$5/persona.

c. cortes/año = 10/año * 6personas/ha * \$5/persona.

2. fertilización con bokashi = \$38.60/Tn de bokashi.

3. servicios básicos = \$ 24/año.

4. venta de semilla = \$ 1.95 /Kg de semilla.

V. CONCLUSIONES

Una vez realizado los análisis de los resultados obtenidos en la evaluación del *Arrhenatherum pratense*, en la etapa fenológica de prefloración, se consiguió a las siguientes conclusiones:

- El tiempo de ocurrencia a la prefloración del *Arrhenatherum pratense*, fue menor al aplicar 8 Tn/ha de abono orgánico Bokashi, mientras que en la etapa de floración y postfloración es menor cuando se aplicó 4 Tn/ha de Bokashi a los 61.33 y 90.67 días respectivamente, determinándose que al seguir aplicando niveles más altos de Bokashi el tiempo de ocurrencia aumenta los días en los estados fenológicos.
- La altura de la planta en los diferentes estados fenológicos del *Arrhenatherum pratense*, es superior cuando se realizó fertilización basal con 4 Tn/ha de Bokashi, alcanzando alturas de 95.27 y 115.45 cm, en las fases de floración y postfloración respectivamente.
- Los mayores rendimientos de forraje verde y materia seca reportaron diferencias altamente significativas, alcanzando rendimientos de forraje verde de 7.78 y 7.42 Tn/ha/corte con 4 y 8 Tn/ha de Bokashi, mientras el rendimiento de materia seca fue de 1.83 y 1.81 Tn/ha/corte con 4 y 8 Tn/ha de Bokashi.
- En la producción de semilla del *Arrhenatherum pratense*, se obtuvo los mejores rendimientos con la utilización de 4 Tn/ha, con un promedio de 225.14 kg/ha de semilla, con un porcentaje de germinación del 84%.
- El análisis bromatológico del *Arrhenatherum pratense* reportó el mejor contenido de proteína, al aplicar 8 Tn/ha de Bokashi, con 19.65% de proteína cruda, y el menor contenido de fibra el tratamiento 6 Tn/ha de Bokashi con 20.08%.

- El tratamiento más económico en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum pratense*, se registró con 4 Tn/ha de Bokashi, cuya rentabilidad fue 81% con un beneficio/costo de 1.81 (dólares), para la producción de forraje y de 1.47 (dólares), en la producción de semilla.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación, en el comportamiento productivo del *Arrhenatherum pratense* se recomienda:

- Utilizar, 4Tn/ha de Bokashi, en la producción del pasto avena (*Arrhenatherum pratense*), por cuanto este nivel aceleró el apareamiento de los estados fenológicos del cultivo, mejoró las altura de las plantas, la cobertura basal y además presentó las mejores producciones tanto del forraje como de la semilla.
- Utilizar el abono orgánico Bokashi, ya que el efecto de mantener los nutrientes es más prolongado en el suelo a comparación de otros abonos, además conlleva el disminuir el costo en cuanto se refiere a la fertilización debido a que la materia prima para la elaboración de este abono es económica.
- Para investigaciones posteriores se recomienda, evaluar el efecto de niveles menores a 4Tn/ha de Bokashi en el establecimiento de diferentes especies forrajeras de interés zootécnico en clima templado.

VII LITERATURA CITADA

1. ANDEAN ORGANICS, 1999. Seminario de Producción integrada de cultivos en invernadero y a campo abierto. Memoria. Riobamba Ecuador. Edit. ASA. p 15.
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.
3. CACERES, J. 1991. Fertilización. Aspectos tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador. Quito, Ecuador. pp 151 – 162.
4. CARAMBULA, M. 1997. Producción y manejo de pasturas sembradas. 2a ed. Montevideo, Uruguay. Edit. Hemisferio Sur., pp 125-142.
5. CARE. 1998. Experiencias en el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en Los Andes. Quito, Ecuador. pp. 18 - 23.
6. CORDOVA, J. 1998. Conservación y Manejo Ecológico de los Suelos. Maestría en Agricultura Sustentable. FRN-ESPOCH. Riobamba.
7. CRUZ, M. 2002. Elaboración de EM BOKASHI y su Evaluación en el Cultivo de maíz. Edit. Aedos. pp 255 - 279.
8. ESTACIÓN METEREOLÓGICA, FACULTAD DE RECURSOS NATURALES. ESPOCH, 2007.
9. GAIBOR, F. 2008. Utilización de diferentes niveles de abono orgánico (humus) en la producción de forraje y semilla del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*). Tesis de Grado. FIZ. FCP - ESPOCH – Riobamba, Ecuador. pp. 24-57.

10. GROSS, A. 1986. Abonos: guía práctica de la fertilización. 5a. Edit. Mundo Prensa. Madrid. España.
11. <http://www.infoagro.es>.2007 generalidades de los biofertilizantes y sus principales usos.
12. <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=ABONO+FERMENTADO+TIPO+BOKASHI&start=0&sa=N>.
13. <http://www.infoorganic.com/model/709> es.2007. Estudio comportamiento del humus.
14. <http://www.infojardin.com> 2008 Propiedades del abono orgánico.
15. <http://www.Botanica/online/> funciones de la planta.htm (2008).
16. <http://www.plant-identification.co.uk/skye/index.htm> (2008).
17. <http://www.promer.org>. (2007). Estudio de las características botánicas y composición química del pasto avena.
18. <http://es.wikipedia.org> (2008). Estudio y Clasificación del pasto avena y sus diferentes usos.
19. <http://www.technidea.com.ar> (2004).
20. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1999 Pastos y Forrajes. 2a ed. Cali, Colombia. Edit Acriba. pp 4-53
21. LÓPEZ, B. 2007. “Estudio del efecto de utilización de diferentes niveles de abono orgánico (humus) en la producción de forraje y semilla del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*)”. Tesis de Grado. FIZ. FCP - ESPOCH – Riobamba, Ecuador. pp. 11-34.
22. MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>.

23. MAYEA, S. NOVO, S y VALIÑO, V. 1982. Introducción a la microbiología del suelo. 1a ed. Madrid, España. Edit. Limusa. pp 48-51.
24. MONREAL, L. 1988. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera Barcelona España. Edit. Continental. p 123,129.
25. PALACIOS, A. 1994. Producción al primer y segundo corte del pasto avena en diferentes niveles de abono orgánico en tres intervalos de riego. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp 25-39.
26. RIOBAMBA, PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL BANCO DE GERMOPLASMA.(2006). Contenido de proteína bruta y fibra cruda del pasto avena, Estación Experimental Tunshi, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. p. 25.
27. RESTREPO, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y biofertilizantes Foliare, Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Edit. OSU. pp 2, 4, 10.
28. RIVEROS, A. VILLAMIRAR, G 1988. Sistema de clasificación de los pastizales de Sudamérica. Santiago, Chile, pp 222-229.
29. ROBALINO, M. 2008. Evaluación de biofertilizantes en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), en la estación experimental Tunshi. Tesis de Grado. FIZ. FCP - ESPOCH – Riobamba, Ecuador. pp. 34-64.
30. SAMANIEGO, E. 1992. Producción de semilla de pasto avena con dos sistemas de fertilización. Tesis de Grado. FCP - ESPOCH - RIOBAMBA.

31. SHINTANI, M. 2000. Manejo de desechos de la Producción Bananera. Bokashi: Abono Orgánico fermentado. Revista El Agro. Quito, Ec., pp 20-65 .
32. SUQUILANDA. M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Programa de Agricultura Orgánica. Fase II. Fundagro. Quito. Edit. Campos. p 134
33. 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. Edit. Castila. p 123.
34. TANG, M. 1986 Selección de cepas eficientes de Rizhobium en cuatro cultivares *stylosanthes guianensis*. Pastos y Forrajes. 2a ed. Bogotá -Colombia. Edit. BOGO. pp. 9-29.
35. VIÑAN, J. Evaluación de diferentes niveles de humus (4, 5, 6, Tn/ha), en la producción del *Lolium perenne* explotada en el cantón guano, provincia de Chimborazo. Tesis de Grado. FIZ. FCP - ESPOCH – Riobamba, Ecuador. pp. 29-44.
36. ZAPATA, G. 2005. Abonos orgánicos. Disponible en: centralamericaweekly.net/181/español/mun-curi.html.(consultada en octubre de 2005). Edit. INTA. pp. 25

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados experimentales del comportamiento Agrobotánico del *Arrhenatherum pratense* al tiempo de ocurrencia a la prefloración, floración, postfloración y altura a la prefloración, floración y postfloración

Bokashi (Tn/ha)	Reperticiones	Ocurrencia prefloración	Ocurrencia floración	Ocurrencia postfloración	Altura prefloración	Altura floración	Altura postfloración
0	1	44	70	91	35.98	84.25	77.54
	2	46	71	96	39.89	86.85	75.88
	3	45	69	95	36.27	82.33	79.96
4	1	40	62	88	47.96	95.95	117.17
	2	37	59	91	47.98	94.25	109.38
	3	38	63	93	49.33	95.63	119.79
6	1	38	64	94	47.48	96.08	102.83
	2	41	63	95	45.31	87.08	107.54
	3	42	64	90	42.73	92.68	103.81
8	1	34	61	94	54.35	94.65	105.46
	2	36	64	93	58.50	93.53	103.79
	3	38	62	91	58.42	88.28	110.54

ANEXO 2. Resultados experimentales del comportamiento Agrobotánico del *Arrhenatherum pratense* en la cobertura basal, cobertura aérea, número de tallos, producción de forraje verde, materia seca y semilla, porcentaje de germinación por efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización con Bokashi.

Bokashi (Tn/ha)	Repeticiones	Cobertura Basal	Cobertura Aérea	Número de Tallos	Producción FV	Producción MS	Producción Semilla	Porcentaje Germinación
0	1	46.62	76.25	77.61	178.230	1.96	5.120	75
	2	49.12	75.44	76.01	180.560	1.647	5.230	72
	3	50.16	77.66	80.54	191.190	1.820	4.930	73
4	1	66.87	91.97	99.06	225.750	1.202	7.220	85
	2	65.27	91.91	98.64	226.450	1.227	8.344	86
	3	67.13	92.93	98.33	223.230	1.157	7.790	84
6	1	58.32	82.40	84.32	204.360	1.716	6.120	77
	2	57.16	87.26	85.07	205.450	1.618	6.340	76
	3	57.14	85.77	90.34	203.250	1.954	5.980	75
8	1	59.32	87.66	89.07	213.760	1.793	7.690	82
	2	59.11	85.13	90.16	220.360	1.921	7.200	80
	3	58.65	88.62	94.75	223.650	1.793	7.350	80

