



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

TEMA:

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA Y
COMPOSTADA EN UNA MEZCLA FORRAJERA EN EL CANTÓN
CAYAMBE”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

DARWIN ARTURO PULAMARIN CHURUCHUMBI

DIRECTOR:

ING. FRANKLIN EDUARDO SÁNCHEZ PILA MSc.

Ibarra, 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA EN

AGROPECUARIA

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA Y COMPOSTADA EN UNA MEZCLA FORRAJERA EN EL CANTÓN CAYAMBE”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Franklin Sánchez MSc.

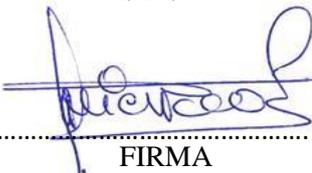
DIRECTOR



.....
FIRMA

Ing. Miguel Aragón MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



.....
FIRMA

Ing. Miguel Gómez MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



.....
FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA:	1725221863
NOMBRES Y APELLIDOS:	Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi
DIRECCIÓN:	Cayambe, Av. Mariana de Jesús
EMAIL:	dapulamarinc@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	xxxxxxxxxxx 0981992455

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Efecto de la aplicación de pollinaza semidescompuesta y compostada en una mezcla forrajera en el cantón Cayambe
AUTOR:	Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi
FECHA:	25 de enero de 2022
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Franklin Eduardo Sánchez Pila MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero del 2022

EL AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'DARWIN ARTURO PULAMARIN CHURUCHUMBI', with a long horizontal line extending to the right.

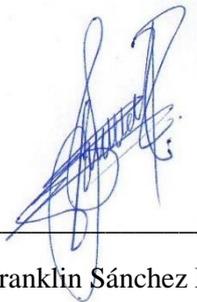
Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi

1725221863

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 28 días del mes de enero de 2022



Ing. Franklin Sánchez MSC.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 26 días del mes de enero del 2022

Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi: “Efecto de la aplicación de pollinaza semidescompuesta y compostada en una mezcla forrajera en el cantón Cayambe” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 26 días del mes de enero del 2022 85 páginas.

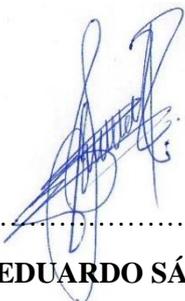
DIRECTOR (A): Ing. FRANKLIN EDUARDO SÁNCHEZ PILA MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue:

- Evaluar el efecto de la aplicación de la pollinaza semidescompuesta y compostada en una mezcla forrajera de Ray Grass (*Lolium perenne* L.) y Trébol Blanco (*Trifolium repens* L.) en el cantón Cayambe.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la biomasa de la mezcla forrajera mediante la aplicación de diferentes fuentes de fertilización.
- Evaluar el rendimiento y contenido mineral en la mezcla forrajera para determinar su variación en diferentes tiempos de corte.
- Evaluar la relación de la composición botánica frente a la fertilización y los días al corte en una mezcla forrajera.



ING. FRANKLIN EDUARDO SÁNCHEZ PILA Msc.

Director de Trabajo de Grado



Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo en primer lugar a Dios, por permitirme terminar una gran etapa de mi vida, una de las primeras metas que junto al esfuerzo de mis padres logre cumplirla con satisfacción. A mis padres y hermanas, quienes me han acompañado a lo largo de la vida estudiantil, dándome los valores morales a seguir cumpliendo cada uno de los retos de la vida con total éxito y su apoyo continuo para no rendirme.

Un sincero agradecimiento a mi madre Anita que con cada sacrificio que pudo brindarme, lo aproveche al máximo para convertirme en lo que soy hoy a mi padre Segundo un pilar importante en la fortaleza de esta familia.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a la carrera de Ingeniera Agropecuaria, la cual me ha permitido culminar mis estudios superiores.

A mis profesores guías, mi director Ing. Franklin Sánchez Msc, por su preocupación y apoyo continuo en la realización de la presente investigación, y por motivarme a seguir desarrollándome como profesional, mis asesores Ing. Miguel Gómez MSc. y Ing. Miguel Aragón MSc, quienes aportaron con sus conocimientos técnicos para el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a aquellas personas que amo con todo mi corazón, mis padres Anita y Segundo, quienes me han apoyado de manera incondicional, son mi ejemplo a seguir de perseverancia y constancia, ya que sin ellos no hubiera tenido la oportunidad de seguir estudiando.

A mis grandes amigos de la carrera ya que ellos también se convirtieron en un apoyo incondicional a lo largo de mi carrera estudiantil, a mis profesores que me compartieron su sabiduría a lo largo de mis estudios.

Así también quiero dedicar este trabajo a una gran persona, Srta. Guadalupe, quien con su apoyo incondicional a lo largo de todo mi trabajo investigativo fue un pilar importante en la culminación del mismo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	15
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Antecedentes	17
1.2 Problema	19
1.3 Justificación	20
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo General	21
1.4.2 Objetivos Específicos	21
1.5 Hipótesis	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Pasturas en el Ecuador	22
2.2 Pastos	22
2.3 Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.)	22
2.3.1 Clasificación taxonómica	23
2.3.2 Características botánicas	23
2.3.3 Requerimientos agroecológicos	23
2.4 Ray Grass (<i>Lolium perenne</i>)	24
2.4.1 Clasificación taxonómica	24
2.4.2 Descripción botánica	24
2.4.3 Requerimientos agroecológicos	25
2.5 Abonos	25
2.6 Abonos orgánicos	25
2.7 Pollinaza.....	25
2.7.1 Pollinaza fresca o semidescompuesta	25
2.7.2 Pollinaza descompuesta o compostada	26
2.7.3 Composición de la pollinaza	26
2.7.4 Ventajas del uso de la pollinaza como alimento en rumiantes.....	27
2.7.5 Desventajas de la pollinaza semidescompuesta en el suelo	28
2.7.6 Ventajas de una pollinaza descompuesta o compostada	28
2.7.7 Disponibilidad de gallinaza y pollinaza	29
2.8 Compost	29
2.9 Nitrógeno	29
2.9.1 Dinámica del nitrógeno en un sistema de producción agrícola.....	30

2.9.2	Nitrógeno orgánico.....	31
2.9.3	Nitrógeno inorgánico.....	31
2.9.4	Contenido de nitrógeno en el suelo	31
2.9.5	Mineralización e inmovilización de nitrógeno.....	32
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1.	Caracterización del área de estudio.....	34
3.1.1.	Ubicación política y geográfica.....	35
3.1.2.	Características edafoclimáticas	35
3.2.	Materiales y equipos	36
3.2.1.	Materiales: equipos, insumos y herramientas	36
3.3.	Metodología.....	36
3.3.1.	Factor en estudio	36
3.3.2.	Tratamientos.....	38
3.3.3.	Diseño experimental.....	38
3.3.3.1.	<i>Características de la unidad experimental</i>	38
3.3.3.2.	<i>Características del área experimental</i>	38
3.3.4.	Esquema del área de investigación.....	39
3.3.5.	Análisis estadístico.....	39
3.4.	Variables	40
3.4.1	Materia verde.....	40
3.4.2	Porcentaje de Materia Seca	41
3.4.4	Contenido mineral en la planta.....	42
3.4.5	Composición botánica	43
3.4.6	Días al corte.....	43
3.5.	Manejo específico del experimento	44
3.5.1.	Obtención de la pollinaza semidescompuesta y compostada.....	44
3.5.2.	Análisis de suelo.....	45
3.5.3.	Preparación del suelo	45
3.5.4	Delimitación de las parcelas.....	46
3.5.5	Pruebas de germinación	46
3.5.6	Siembra.....	46
3.5.7.	Incorporación de pollinaza	47
3.5.8.	Control de malezas	49
3.5.9.	Riego	49
3.5.10.	Fertilización de urea	49

3.5.11. Cortes	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1 Materia verde	51
4.2 Porcentaje de Materia seca (MS)	53
4.3 Contenidos mineral en la planta.....	56
4.4 Composición botánica.....	58
4.5 Días al corte	60
5.1 CONCLUSIONES.....	64
5.2 RECOMENDACIONES	65
6. REFERENCIAS	66
7. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del trébol blanco.....	23
Tabla 2. Clasificación taxonómica del ray grass perenne.....	24
Tabla 3. Composición de la pollinaza	27
Tabla 4. Composición nutricional de la pollinaza descompuesta.....	28
Tabla 5. Ubicación política y geográfica del área de estudio	35
Tabla 6. Características climáticas del área de estudio	35
Tabla 7. Equipos, insumos y herramientas	36
Tabla 8: Análisis de varianza (Adeva) del diseño de bloques completos al azar para las variables materia verde y días al corte.....	37
Tabla 9: Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar de los factores corte tratamiento para la variable materia seca	37
Tabla 10: Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar de los factores grupo corte tratamiento para la variable composición botánica.....	37
Tabla 11. Descripción de los tratamientos del experimento.....	38
Tabla 12. Análisis de varianza (Adeva) del diseño de bloques completos al azar	40
Tabla 13. Adeva para la variable materia verde	51
Tabla 14. Adeva para la variable porcentaje de materia seca.....	54
Tabla 15. Promedios para Materia Seca LSD Fisher (Alfa=0.05).....	54
Tabla 16. Análisis de contenido mineral en la mezcla forrajera al tercer corte.....	56
Tabla 17. Adeva para la variable composición botánica	58
Tabla 18. Adeva para la variable días al corte en la mezcla forrajera	61
Tabla 19. Promedios para la variable días al corte LSD Fisher (Alfa=0.05)	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámica del Nitrógeno en un sistema de producción agrícola.....	30
Figura 2. Mineralización e inmovilización de Nitrógeno.....	33
Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio	34
Figura 4. Esquema del área de investigación de bloques completos al azar (DBCA) ..	39
Figura 5. Toma de muestra de materia verde	40
Figura 6. (A) Muestra fresca de 250 g de las muestras para colocar en la estufa	(B) Identificación 41
Figura 7. (a) Muestra de 500 g de materia fresca laboratorio.....	(b) Muestra enviada al 42
Figura 8. Separación por especies de la mezcla forrajera	43
Figura 9. Pollinaza Semidescompuesta	44
Figura 10. Pollinaza Compostada.....	44
Figura 11. Toma de muestras para análisis de suelo	45
Figura 12. Siembra en hileras de 10 por parcela	47
Figura 13. Incorporación de pollinaza semidescompuesta y compostada.....	48
Figura 14. Riego de las parcelas.....	49
Figura 15. Incorporación de fertilizante químico	50
Figura 16. Corte de igualación	50
Figura 17. Producción de materia verde para ray grass y trébol blanco con tres tipos de fertilización y el testigo	52
Figura 18. Porcentaje de materia seca en diferentes tiempos de corte	54
Figura 19. Porcentaje de composición botánica de la mezcla forrajera	59
Figura 20. Porcentaje de composición botánica en diferentes tiempos de corte	60
Figura 21. Días al corte en diferentes tiempos	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis de la pollinaza semidescompuesta.....	74
Anexo 2: Resultado del análisis de la pollinaza compostada.....	75
Anexo 3: Resultado del análisis de suelo.....	76
Anexo 4: Arado, trazado y nivelado de suelo.....	77
Anexo 5: Arado, trazado y nivelado de suelo.....	77
Anexo 6: Pruebas de germinación y pesado de semilla por unidad experimental.....	77
Anexo 7: Pruebas de germinación y pesado de semilla por unidad experimental.....	77
Anexo 8: Semilla de ray grass y trébol blanco para cada unidad experimental.....	77
Anexo 9: Pruebas de germinación y pesado de semilla por unidad experimental	
Anexo 10: Semilla de ray grass y trébol blanco para cada unidad experimental.....	77
Anexo 11: Cálculos de requerimientos para la aplicación de las dosis de las fuentes de fertilización.....	78
Anexo 12: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable materia verde.....	78
Anexo 13: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable porcentaje de materia seca.....	79
Anexo 14: Resultado del análisis de contenido mineral en la mezcla forrajera.....	80
Anexo 15: Medias ajustadas y errores estándares para grupo*tratamiento para la variable composición botánica.....	81
Anexo 16: Medias ajustadas y errores estándares para cortes*grupo para la variable composición botánica.....	81
Anexo 17: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable días al corte.....	82

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA Y COMPOSTADA EN UNA MEZCLA FORRAJERA EN EL CANTÓN CAYAMBE”

Autor: Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi

*Universidad Técnica del Norte

Correo: dapulamarinc@utn.edu.ec

RESUMEN

Los sistemas avícolas intensivos generan grandes cantidades de residuos orgánicos como la pollinaza; que al ser utilizada fresca causa impactos negativos al ambiente y al no contar con un manejo adecuado de este abono ocasiona daños al cultivo como pérdida de microorganismos, alteración de pH del suelo, lixiviación, volatilización, generación de malos olores, por lo que se planteó la evaluación del efecto de la aplicación de la pollinaza compostada frente a la semidescompuesta en una mezcla forrajera en 3 diferentes tiempos de corte. La implementación de este experimento consta de 12 unidades experimentales las cuales están distribuidas bajo un diseño en bloques completo al azar. Se valoró un factor que consta de tres aplicaciones de fertilizante nitrogenado: Pollinaza Semidescompuesta (T1), Pollinaza Compostada(T2) Urea (T3) y un testigo absoluto(T4). Se evaluó: materia verde, materia seca, contenido mineral en la planta, composición botánica y días al corte. El tratamiento con mayor producción de materia verde fue la fertilización química que obtuvo una media de 41.74 t/ha^{-1} , siendo un 27.6% superior en rendimiento a los otros tratamientos. El porcentaje del tratamiento que obtuvo mayor aumento de %MS fue el de la pollinaza compostada que aumento 8.33 puntos, esto significa un incremento de 16.8 % entre el primer corte y el tercero. En composición botánica el grupo Ray Grass sobresale con un 96% con respecto a las demás especies forrajeras en el T2, y en cuanto a los días al corte los tratamientos con menor tiempo para el corte fueron el T2 y T1 que obtuvieron rangos en días entre 50 y 51.78 respectivamente.

Palabras claves: Pollinaza semidescompuesta, Pollinaza compostada, Pastos.

“EFFECT OF THE APPLICATION OF SEMI-COMPOSITE AND COMPOSED CHICKEN MANURE IN A FORAGE MIX IN THE CAYAMBE CANTON”

Autor: Darwin Arturo Pulamarin Churuchumbi

*Universidad Técnica del Norte

Correo: dapulamarinc@utn.edu.ec

ABSTRACT

Intensive poultry systems generate large amounts of organic waste such as chicken manure; that when used fresh causes negative impacts on the environment and by not having proper handling of this fertilizer causes damage to the crop such as loss of microorganisms, alteration of soil pH, leaching, volatilization, generation of bad odors, for which reason it was proposed the evaluation of the effect of the application of the composted manure versus the semi-decomposed manure in a forage mixture in 3 different cutting times. The implementation of this experiment consists of 12 experimental units which are distributed under a complete random block design. A factor consisting of three applications of nitrogen fertilizer was assessed: Semi-composite chicken manure (T1), Composted chicken manure (T2) Urea (T3) and an absolute control (T4). It was evaluated: green matter, dry matter, mineral content in the plant, botanical composition and days to cut. The treatment with the highest production of green matter was chemical fertilization, which obtained an average of $41.74 \text{ t / ha}^{-1}$, being 27.6% higher in yield than the other treatments. The percentage of the treatment that obtained the greatest increase in DM was that of the composted manure, which increased 8.33 points, this means an increase of 16.8% between the first cut and the third. In botanical composition, the Ray Grass group stands out with 96% with respect to the other forage species in T2, and in terms of days to cut the treatments with less time to cut were T2 and T1 that obtained ranges in days between 50 and 51.78 respectively.

Keywords: Semi-decomposed chicken manure, composted chicken manure, Pasture.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal por ello las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Mantra, 2014). Entre estos residuos se encuentra la pollinaza que es la excreta de las aves de engorde, misma que se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama para los pollos (aserrín de madera, cascarilla de arroz o de soya, etc.) (Bernardis, 2001).

La composición de la pollinaza es variable, pero en promedio se tiene un 84.70 % de materia seca, 31.30 % de proteína, 2.00% de Nitrógeno orgánico, 2.37 % de calcio, 1.80 % de fósforo disponible, 3.30 % de grasa, 16.80 % de fibra, 15.00 % de ceniza, 1.70 % de potasio. Por lo tanto, se convierte en uno de los abonos orgánico con mayor eficiencia (Torres, 2016).

Sadhwani (2015) fundamenta las ventajas de los residuales avícolas, específicamente de la pollinaza, con respecto a los fertilizantes comerciales, debido a que los primeros aportan cantidades importantes de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Materia Orgánica (MO), promueven la liberación lenta de los nutrientes al suelo y la MO, mejora la estructura del suelo, así como la capacidad de retención de agua y nutrientes. Carvajal, C. (2010), quien al estudiar el efecto de diferentes niveles de compost en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*, obtuvo producciones de forraje verde de la mezcla entre 28,12 t/ha/corte, sin aplicación de compost y 41,75 t/ha/corte, cuando aplicó 10 t de compost/ha.

Por otro lado, al promover la liberación lenta de los nutrientes permiten aprovechar aún más la materia orgánica disponible, la fijación de carbono en el suelo y mejora la capacidad de absorber agua (Álvarez Avenza, 2015).

De igual manera al no contar con una buena descomposición de la pollinaza o no tener un manejo adecuado de este abono puede presentar problemas como: elevar el pH del suelo, pérdidas de microorganismos, exceso de nutrientes, lixiviación, aguas freáticas,

malos olores y problemas sanitarios (Acosta, 2003). Es por eso que se debería investigar métodos de compostaje en este tipo de abonos orgánicos.

El estercolado en dosis elevadas de pollinaza es capaz de incrementar la salinidad edáfica en 14.2 mmhos/cm, elevar el pH a un 7.5 y aumentar la concentración en el suelo de amonio e iones tóxicos (Guaminga, 2012). Los macroorganismos en los suelos incluyen artrópodos que varían desde ácaros hasta grandes escarabajos, milpiés, termitas y lombrices de tierra, caracoles y babosas ocasionando su desaparición por suelos degradados y poco nutritivos (Álvarez Avenza, 2015). Se debe agregar que, la pollinaza semidescompuesta contiene sulfuro de hidrógeno (H₂S) de entre 30 y 100 partes por millón que en concentraciones elevadas puede ser letal para los seres humanos (Aldea, 2008). Esto a causa de conocimientos empíricos por parte de los agricultores que lo utilizan de una manera equivocada.

Los excrementos animales son alcalinos, fundamentalmente por liberar nitrógeno en forma de urea, que se descompone formando amoníaco (Voorburg, 1990). Contenidos relativamente altos de sales y/o una reacción básica pueden constituirse en factores perjudiciales para las plantas de los cultivos, especialmente durante la germinación y la emergencia (Silva et al., 2019). Habría que decir también que esta actividad ocasiona malestares por la emanación de malos olores putrefactos y su acción contaminante por los gases que genera este abono sin procesar, además de problemas sanitarios (*Salmonella*, *E. coli*) que pudiera ocasionar (Murillo et al., 2010).

Es necesario considerar el grado de descomposición de la pollinaza debido a que mejora la estructura y textura del suelo, mejora la relación C/N, temperatura, humedad, nitratos y nitritos del suelo, así como el carbono orgánico disuelto (Mullo, 2012).

Al utilizar la pollinaza procesada se puede incrementar la producción agrícola y abastecer al crecimiento de la población, ya que asegura la productividad y calidad nutricional de los cultivos (Estrada, 2005). Por el contrario, al aplicar la pollinaza en fresco ocasiona altas temperaturas y humedad los cuales generan gases, principalmente amoníaco, perdiendo y desperdiciando grandes cantidades de nitrógeno y carbono disponibles (Pareja, 2009). Es por tal razón que se investiga la pollinaza semidescompuesta ya que se utiliza de manera incorrecta sin pensar en los problemas que esto conlleva a largo plazo en el sector agrícola.

1.2 Problema

En la producción ganadera existe alta necesidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de forrajes, sin embargo, al no contar con los suficientes recursos naturales del suelo, el productor se ve obligado a la incorporación de productos químicos para su buen desarrollo sin tener en cuenta que también pueden obtener beneficios similares mediante la aplicación de enmiendas orgánicas.

Sin embargo, no todos los abonos orgánicos que se emplean logran obtener los mismos resultados ya que el uso de enmiendas orgánicas o fertilizantes orgánicos descompuestos son de total desconocimiento por parte de los agricultores por lo que utilizan enmiendas orgánicas sin procesar o semidescompuesta tal como la pollinaza.

La utilización de abonos orgánicos sin procesar ocasiona problemas graves al suelo como son: falta de mineralización, elevación de pH, temperaturas mayores a 45°C, lixiviación, volatilización, emanación de malos olores y por ende proliferación de enfermedades y reducción de microorganismos benéficos del suelo (Álvarez Avenza, 2015). Es por ello que se debe investigar procesos adecuados de compostaje para la correcta utilización de estas enmiendas.

El desconocimiento de las ventajas del compostaje de la pollinaza por parte de los agricultores también se convierte en un problema, por lo que es necesario la investigación de este método de compostaje y dar a conocer sobre la descomposición *in situ* de estos abonos orgánicos.

1.3 Justificación

Debido al incremento de la contaminación ambiental generados por el mal manejo y alta fertilización química, se optó por realizar esta presente investigación con el fin de disminuir dichos daños a nivel de suelo y ecosistema. La producción de los fertilizantes que provienen de fuentes naturales como animales, alimentos u otra fuente orgánica natural, puede ser muy beneficiosa para los agricultores, aunque el uso de los fertilizantes químicos haya disminuido, sus dosis son más concentradas por lo que se necesita añadir abonos y fertilizantes orgánicos para obtener buenos resultados reponiendo las propiedades de los suelos (Ramírez, 2006).

Por lo que para esto se planteó la evaluación del efecto de aplicación de la pollinaza compostada como una alternativa de reducción de impactos ambientales negativos, de igual manera se espera contar con un buen rendimiento de biomasa y establecer diferencias en su composición botánica mediante diferentes tiempos de corte y determinar un mejor aprovechamiento de la materia orgánica compostada a diferencia de la semidescompuesta (Cajamarca, 2012).

Además, su producción requiere menor uso de recursos y energía que los fertilizantes inorgánicos y permite utilizar los desechos y residuos para generar una componente útil dándole así un valor agregado a un residuo orgánico abundante.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación de la pollinaza semidescompuesta y compostada en una mezcla forrajera de Ray Grass (*Lolium perenne* L.) y Trébol Blanco (*Trifolium repens* L.) en el cantón Cayambe.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la biomasa de la mezcla forrajera mediante la aplicación de diferentes fuentes de fertilización.
- Evaluar el rendimiento y contenido mineral en la mezcla forrajera para determinar su variación en diferentes tiempos de corte.
- Evaluar la relación de la composición botánica frente a la fertilización y los días al corte en una mezcla forrajera.

1.5 Hipótesis

Ho: El uso de la pollinaza semidescompuesta y la pollinaza compostada no tiene ningún efecto sobre el rendimiento y contenido de nutrientes en la mezcla forrajera.

Ha: El uso de la pollinaza compostada mejorará las características del suelo e incrementará el rendimiento y contenido de nutrientes en la mezcla forrajera

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Pasturas en el Ecuador

Dentro de la superficie dedicada a labor agrícola en el Ecuador, la categoría de pastos cultivados encabeza la lista con 48.1 %, que equivale a 3 409 953 ha, y 19.3 % corresponde a pastos naturales que se distribuye por regiones con respecto a este rubro, en la sierra con mayor superficie de pasto del 25.2 % y 21.8 % dedicada a pastos naturales y cultivados respectivamente, luego la costa con 33.8 % y el oriente con 32.5 % de pastos (Guaña, 2014).

2.2 Pastos

Los pastos constituyen la fuente de alimentación más económica de la que dispone un productor para mantener a sus animales, sin embargo, depende de un manejo adecuado el que un pasto desarrolle todo su potencial nutritivo para las funciones de crecimiento, desarrollo, producción y reproducción en los animales (Rocha y Changoluisa , 2011).

2.3 Trébol blanco (*Trifolium repens* L.)

Según Cerón (2013) menciona que es una de las especies leguminosas más difundidas, por su excelente capacidad productiva y alta calidad, resulta frecuentemente empleada en pasturas adaptadas en las zonas templadas con suelos fértiles. El valor de las praderas asociadas con trébol blanco es bien reconocido, producto de sus ricos contenidos proteicos y energéticos, su destacada palatabilidad repercute muy favorablemente en la producción ganadera, mejorando sustancialmente la ganancia de peso vivo respecto el ganado alimentado con gramíneas (Cerón, 2013).

2.3.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del trébol blanco es la siguiente:

Tabla 1. *Clasificación taxonómica del trébol blanco*

Factor	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Trifolium</i>
Especie	<i>T. repens</i>
Nombre científico	<i>Trifolium repens</i> L.

Fuente: (Expediciones botánicas, 2011)

2.3.2 Características botánicas

El trébol blanco es una planta perenne, con formas muy diferentes, que tiene hábito de crecimiento rastrero. Las plantas producen hojas en forma de roseta y una corona pequeña, de la que nacen tallos estoloníferos (Hernández, 2005).

2.3.3 Requerimientos agroecológicos

Según Altamirano (2011) manifiesta que los requerimientos agroecológicos del trébol blanco son los siguientes:

- **Luz:** crece a plena luz aunque soporta sombra.
- **Temperatura:** calor moderado. Piso montano principalmente.
- **Humedad:** suelos de moderadamente secos a húmedos.
- **Acidez:** suelos debilmente ácidos; pH 4.5 - 7.5

2.4 Ray Grass (*Lolium perenne*)

Para disponer de forraje en la época crítica o de escasez, se puede cultivar el ray grass, también llamado “ballico anual” y “ballico italiano”, el cual tiene elevada producción de forraje con excelente valor alimenticio (Sagarpa, 2015). También conocido como rye-grass inglés, es un pasto que se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelo que posean buen drenaje y humedad, el óptimo es de textura media con pH ligeramente ácido, aunque puede adaptarse a suelos arcillosos fuertemente alcalinos. Es exigente en fertilidad nitrogenada sobre todo en terrenos ácidos (Quilligana, 2015).

2.4.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del ray grass es la siguiente:

Tabla 2. Clasificación taxonómica del ray grass perenne

Factor	Descripción
Reino	Plantae
División	Spermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Glumiflorae
Familia	Gramineae
Subfamilia	Poacoideae
Género	<i>Lolium</i>
Especie	<i>L. perenne</i>
Nombre científico	<i>Lolium perenne</i> L.

Fuente: Quilligana (2015)

2.4.2 Descripción botánica

Posee raíz fibrosa ramificada, el tallo presenta entrenudos claros con hojas angostas y enrolladas en la yema. La inflorescencia se presenta en forma de espiguillas alternadas, a lo largo del tallo, que toma forma ondulada (Quilligana, 2015). El ray grass perenne es una planta que forma matorros de compacto a medio sueltos, los tallos vegetativos (falsos tallos o pseudo tallos, formados por la unión estrecha de las vainas) son erectos, con abundantes hojas (Guaña, 2014).

2.4.3 Requerimientos agroecológicos

El pasto ray grass perenne se adapta en zonas entre los 1 800 y 3 600 msnm, arriba de los 3000 msnm su crecimiento se reduce y los períodos de recuperación se deben prolongar entre dos y cuatro semanas. Los suelos donde crece deben ser de media a alta fertilidad, con un drenaje adecuado y pH superior a 5.5; es exigente a la nutrición de nitrógeno, fósforo y potasio (Villalobos, 2006).

2.5 Abonos

Sustancias que se incorporan al suelo para incrementar o conservar su fertilidad, sus integrantes más activos suelen ser nitrógeno, potasio, fósforo, así como también el calcio y materias orgánicas (Sagarpa, 2015).

2.6 Abonos orgánicos

El Abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural. En cambio, los abonos inorgánicos están fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) como la urea o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc (Cajamarca, 2012).

2.7 Pollinaza

A las excretas de aves de engorda se las define como pollinaza, compuestas por heces, orina, el material usado como cama (viruta de madera, cascarilla de arroz, etc.), restos de alimento, mucosa intestinal descamada, plumas, etc. La ventaja de este subproducto es que se encuentra disponible durante todo el año a bajo costo (Ramírez, 2015).

2.7.1 Pollinaza fresca o semidescompuesta

La pollinaza fresca es un producto rico en nutrientes, de elevado valor fertilizante. Sin embargo, su gestión en muchas ocasiones no es sencilla suponiendo un reto para las explotaciones (AviNews, 2014). La pollinaza fresca habitualmente se almacena en apilamientos en las parcelas hasta ser repartida en abonados de fondo, pudiendo transcurrir varios meses hasta su incorporación en el suelo. Este manejo en fresco basado

en apilamientos temporales, puede conllevar una serie de problemas (elevados costes de transporte a parcela, lixiviados, emisiones, malos olores, dificultad de aplicación en campo, prohibiciones administrativas), por lo que, para minimizarlos, existen alternativas de gestión de este material: el secado, el compostaje y la metanización (Castillo, 2006).

2.7.2 Pollinaza descompuesta o compostada

El compostaje es una fermentación aerobia, es decir, en presencia de oxígeno, de la materia orgánica fresca de origen animal o vegetal, que es descompuesta dando lugar a un producto final estabilizado llamado compost, este proceso ocurre de manera espontánea, si bien, lo facilitamos mediante la realización de volteos (Castillo, 2006). La pollinaza compostada es el resultado de la aplicación de técnicas de mejoramiento en la descomposición de este abono, tomando en cuenta la composición de los materiales de partida, en especial la relación carbono/nitrógeno, por lo que el resultado es un producto más estabilizado, que puede utilizarse para mejorar y mantener la calidad y la fertilidad del suelo

Además, en el proceso de compostaje de la pollinaza, se producen pérdidas de materia seca, materia orgánica y de nutrientes, fundamentalmente de nitrógeno a la atmósfera en forma de gas amoniacal. Este hecho se debe fundamentalmente a la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos que conlleva un incremento de la temperatura y una producción de dióxido de carbono, vapor de agua y amoniaco (AviNews, 2014).

2.7.3 Composición de la pollinaza

La pollinaza tiene una composición química variante que depende de varios factores como: el tipo de cama, alimento utilizado, tiempo de almacenamiento, el de piso del galpón, la densidad poblacional (aves/m²), temperatura, porcentaje de humedad, y los procesos de limpieza (Tabla 3) (Guaminga, 2012).

Tabla 3. Composición de la pollinaza

Nutriente	Porcentaje (%)
Materia seca	84.70
Proteína cruda	31.30
Proteína verdadera	16.70
Proteína digestible	23.30
Fibra cruda	16.80
Grasa cruda	3.30
Elementos libres de nitrógeno	29.50
Cenizas	15.00
Total de nutrientes digestibles	72.50
Calcio	2.37
Fosforo	1.80
Magnesio	0.44
Manganeso mg/Kg	225.00
Sodio	0.54
Potasio	1.70
Cobre, mg/Kg	98.00
Zinc, mg/Kg	235.00

Fuente: Estrada (2005)

2.7.4 Ventajas del uso de la pollinaza como alimento en rumiantes

El empleo de pollinaza en la alimentación de rumiantes se basa en su valor proteínico, además también aporta una cantidad aceptable de energía y minerales de alto valor, por todas estas propiedades se utiliza como ingrediente en las dietas de los bovinos de engorde (Ramírez, 2006).

La utilización de las excretas de pollos en el engorde de toretes es diversa, y existe un sinnúmero de dietas que combinan algunos ingrediente o subproductos con pollinaza. Martínez (2004) menciona que se emplea el ensilaje de pollinaza con pulpa de manzana y su resultado es una alimentación económica, además en procesos de fermentación estudios con mezcla de pollinaza, melaza y vitafer (medicamento) disminuyen el pH, bacterias aeróbicas, hemicelulosa y elimina *Echerichia Coli* (Ninabanda, 2012), asimismo Castellanos y Murgía (2012) dedujeron que la pollinaza durante su almacenamiento, reduce gradualmente el contenido microbiológico y de esta forma disminuye su poder contaminante.

Valencia et al. (2009) concluyeron que el comportamiento de los bovinos no se ve afectado y se pueden incorporar pollinaza con más del 31% de proteína cruda/kg de MS o menos del 18% de cenizas de MS, permitiendo así aminorar los costos de producción.

2.7.5 Desventajas de la pollinaza semidescompuesta en el suelo

López (2015) menciona que al utilizar la pollinaza semidescompuesta existe el incremento de la salinidad edáfica a 14.2 mmhos/cm (agua con alto contenido de sodio), elevan el pH a 7.5, aumenta la concentración en el suelo de nitrato, amonio y otros iones tóxicos, además de ser alcalinos por liberar nitrógeno en forma de urea, que se descompone formando amoniaco, presenta altos contenidos de sales son perjudiciales para las plantas de los cultivos, especialmente durante la germinación y la emergencia.

2.7.6 Ventajas de una pollinaza descompuesta o compostada

Carlile (1984) fundamenta las ventajas de los residuales avícolas, específicamente de las pollinazas, con respecto a los fertilizantes comerciales, en que los primeros aportan cantidades importantes de N, P, K y MO, promueven la liberación lenta de los nutrientes al suelo y la MO, mejora la estructura del suelo, así como la capacidad de retención de agua y nutrientes.

Tabla 4. *Composición nutricional de la pollinaza descompuesta*

Parámetro	Unidades %
Humedad	41.80
Cenizas	10.10
Perdidas por volatilización	48.10
Carbono orgánico oxidable total	23.80
Nitrógeno orgánico	2.00
Proteína	12.50
Grasa	0.48
Lignina	16.80
Celulosa	5.94
Hemicelulosa	10.70
Carbohidratos	1.68

Fuente: Guaminga (2012)

2.7.7 Disponibilidad de gallinaza y pollinaza

Estrada (2005) estimó que cada 24 h una gallina produce entre 135 g de excretas y señaló que esta cantidad depende del tamaño, estado fisiológico del ave, la dieta y la época del año. Esto equivale, aproximadamente, a 12.5 kg de materia seca (MS) por gallina por año.

Voorburg (1990) señaló que un pollo de ceba, produce de 0.2 a 0.3 kg de MS de excreta por cada kilo de alimento consumido, lo que significa un volumen total de 0.7 a 0.8 kg de MS por pollo cebado además que las aves confinadas producen 4.5 toneladas de excretas por cada 1000 libras de peso vivo.

2.8 Compost

El compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos de origen animal y vegetal, la descomposición de estos residuos ocurre bajo condiciones de humedad y temperatura controlada (Cajamarca, 2012).

2.9 Nitrógeno

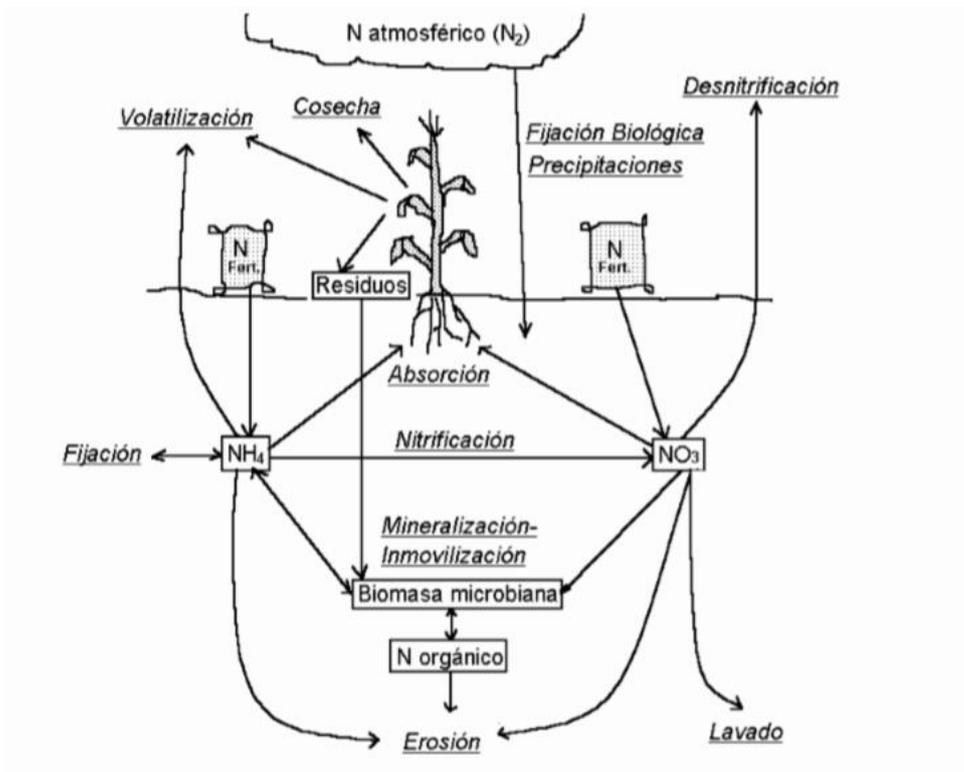
El N compone del 1 al 5 % de la materia seca de las plantas, siendo parte vital de las células y el principal componente de aminoácidos, ácidos nucleicos, enzimas, clorofila, ADP, ATP y proteínas. Aunque constituye cerca del 78 % de la atmósfera terrestre, es a menudo el factor limitante principal para el crecimiento de las plantas debido a que el N gaseoso no puede ser directamente aprovechado por la mayoría de organismos y porque es el nutriente requerido en cantidades mayores dada su relación directa con el incremento de rendimientos de los cultivos (Rojas y González, 2005).

En particular, los efectos del N representan un problema serio a largo plazo y sus impactos a través de la lixiviación son particularmente severos cuando se aplican dosis excesivas en la temporada de riego. El transporte de NO₃⁻ hacia cuerpos de agua se ve favorecido debido a que es un anión muy soluble en agua lo que le confiere mayor movilidad y por su carga negativa, evita que sea retenido por las superficies de las arcillas y coloides del suelo (Vitousek y Aber, 1997).

2.9.1 Dinámica del nitrógeno en un sistema de producción agrícola

En los sistemas de producción agrícolas, los principales ingresos de Nitrógeno son a través de la fertilización (orgánica, inorgánica y órgano-mineral), fijación biológica del Nitrógeno (en nódulos de leguminosas o por bacterias fijadoras libres), y los aportes atmosféricos, principalmente en áreas con desarrollo industrial cercano a los campos. La fijación biológica es responsable de la mayor proporción de Nitrógeno incorporado anualmente al suelo (Navarro y Navarro, 2003). Mientras que las pérdidas se dan por extracción de cultivos, lixiviación, volatilización y desnitrificación.

Figura 1. Dinámica del Nitrógeno en un sistema de producción agrícola



Fuente: García (2002)

2.9.2 Nitrógeno orgánico

Estiércol y plantas, microorganismos y animales muertos en descomposición, son importantes fuentes de nitrógeno para el suelo. Si bien, la mayor parte de este nitrógeno es insoluble y no está disponible de inmediato para que lo utilicen las plantas. Esta fracción orgánica se abastece también de este elemento a partir de microorganismos fijadores de N atmosférico en forma asimbiótica y de la inmovilización de la fracción soluble que realizan los microorganismos, y representa comúnmente, entre el 85 y el 95 % del N total (González, 2012).

2.9.3 Nitrógeno inorgánico

El primer producto resultante de la descomposición de la materia orgánica (mineralización) es el NH_4^+ , proveniente de la descomposición de proteínas, aminoácidos y otros compuestos. Las tres formas inorgánicas más importantes, NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^- representan generalmente del 2 al 5 % del N total del suelo. La fuente de NH_4^+ proviene de la mineralización del N orgánico y de los fertilizantes (García, 2002).

Los porcentajes de N mineral tienden a ser más altos en suelos de regiones áridas y semiáridas, y los valores menores corresponden a suelos volcánicos. El N inorgánico se presenta como óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2^-), amoníaco (NH_3) en cantidades mínimas, además como amonio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) y nitratos (NO_3^-) (García, 2002).

2.9.4 Contenido de nitrógeno en el suelo

El contenido de N total en los suelos presenta un amplio ámbito, pero es común el comprendido entre 0.2 y 0.7 % para la denominada capa arable. El porcentaje tiende a disminuir al aumentar la profundidad del perfil. Dentro de los factores de formación del suelo, el clima es el que influye más directamente en el contenido total del N, cuyo porcentaje tiende a incrementarse al disminuir la temperatura y al aumentar la precipitación, dentro de ciertos límites (Tisdale y Beaton, 1999).

El contenido de materia orgánica y N está relacionado con el origen de los suelos. Los suelos de las regiones bajas, en su mayoría, tienen un contenido de N de mediano a bajo. Los suelos de cenizas volcánicas se caracterizan por tener valores altos de N. Por ejemplo, en suelos de origen volcánico en América Central, en el horizonte A, se tienen

valores de 0.4 a 0.5 % de N. Además, está asociado en forma directa al C, en función de la relación C/N. Esta relación, en condiciones de suelo normal tiene un valor entre 10 y 20; en casos extremos puede llegar hasta 30. Suelos con alto contenido de materia orgánica, naturalmente, tienen un alto contenido de N. Un suelo con un contenido de materia orgánica mayor del 4 % puede ser clasificado como un suelo altamente húmico (Tisdale y Beaton, 1999).

2.9.5 Mineralización e inmovilización de nitrógeno

La mineralización e inmovilización son procesos de transformación del Nitrógeno del suelo, de naturaleza bioquímica, ambas realizadas por la actividad enzimática de microorganismos heterótrofos (Camargo et al., 1999).

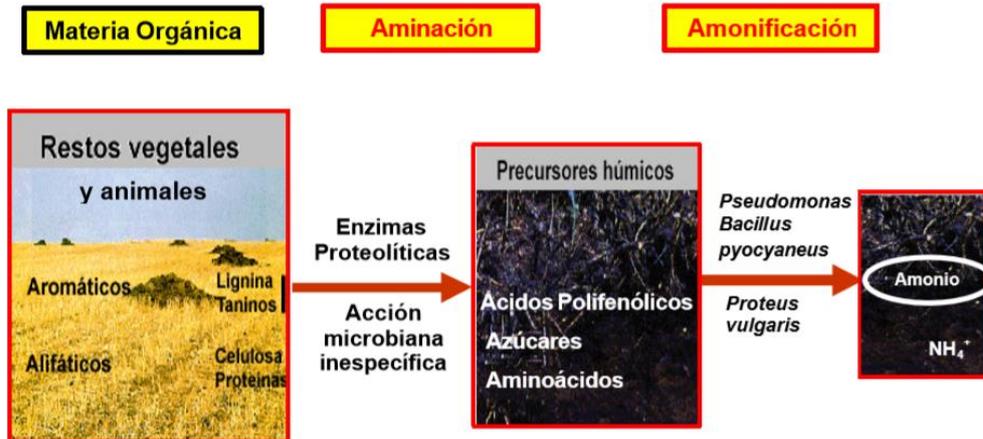
La mineralización, es la transformación del N orgánico a la forma mineral (NH_4^+) mediante dos reacciones: aminización, que es la descomposición hidrolítica de proteínas y liberación de aminas y aminoácidos; y la amonificación, que es el proceso de retorno del Nitrógeno incorporado a la forma de amonio. El proceso es realizado por organismos heterótrofos del suelo que utilizan sustancias orgánicas nitrogenadas como fuente de C, N y energía (Havlin, 2005).

La mineralización, en los agroecosistemas es regulada por las condiciones edafoclimáticas, donde la temperatura, la humedad, la relación C/N de los residuos vegetales, la textura del suelo, el pH y el tipo de arcilla son los principales controladores de la misma (Victoria y Piccolo, 1992).

Por otro lado, la inmovilización es la transformación del Nitrógeno inorgánico (NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- , NO_2^-) proveniente de fertilizantes minerales u orgánicos a formas orgánicas microbianas. Los microorganismos asimilan compuestos inorgánicos nitrogenados, incorporándolos en los aminoácidos que irán a participar en la síntesis de proteínas de sus células durante la formación de la biomasa en el suelo y con la disminución gradual de los residuos de carbono, comienza el proceso de la depredación y muerte de los microorganismos debido a la falta de suministro de energía. En esta etapa, el Nitrógeno acumulado en la biomasa microbiana comienza a ser reciclado, quedando disponible de nuevo para plantas (Camargo et al., 1999).

Básicamente, la inmovilización es un proceso inverso a la mineralización. Entretanto, este proceso además de ser promovido por microorganismos quimiorganotróficos, es realizado también por las plantas a través de la asimilación e incorporación en sus tejidos (Barber, 1995).

Figura 2. Mineralización e inmovilización de Nitrógeno



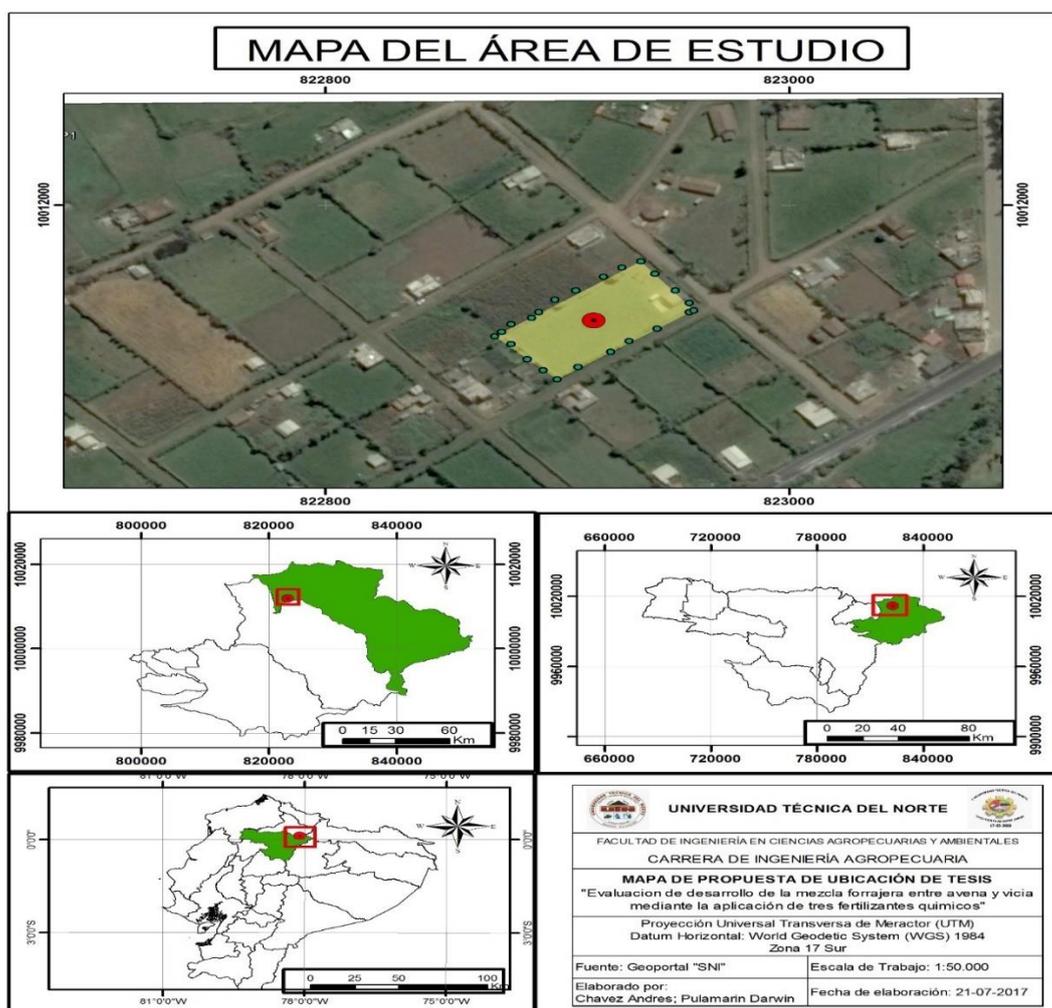
Fuente: García (2002)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de Moyurco del cantón Cayambe la cual se dedica a la producción agrícola ganadera, en la actualidad dicha comunidad está conformada por alrededor de 40 ha de terreno y la superficie para la utilización de la unidad experimental cuenta con una pendiente del 2 %. El mapa de ubicación del área de estudio se muestra en la figura 3.

Figura 3. Mapa de ubicación del área de estudio



3.1.1. Ubicación política y geográfica

La ubicación política y geográfica del área de investigación se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. *Ubicación política y geográfica del área de estudio*

Ubicación	Descripción
Provincia	Pichincha
Cantón	Cayambe
Parroquia	Olmedo
Comunidad	Moyurco
Altitud	3120 msnm
Norte:	0°02'27" N
Este:	78°08'42" O

Fuente: IEE-MAGAP (2013)

3.1.2. Características edafoclimáticas

Las características edafoclimáticas presentes en el área de estudio se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. *Características climáticas del área de estudio*

Factor	Parámetros
Precipitación Media anual	600-800 mm/año
Temperatura media anual	8-22°C
Suelo	Franco Arenoso

Fuente: IEE-MAGAP (2020)

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales: equipos, insumos y herramientas

Los materiales utilizados en la investigación se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Equipos, insumos y herramientas

Equipos	Insumos	Herramientas	Oficina
Tractor	Semilla de Ray Grass (<i>Lolium perenne</i> L.) var. Híbrido	Libreta de campo Pala Rótulos de identificación	Computadora
Cámara fotográfica	Semilla de trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.) var. común	Estacas Alambre Azadón Hoz	Hojas de registro
Balanza Gramera	Pollinaza Semidescompuesta	Fundas de recolección de muestras	Esferos
Estufa Casera	Pollinaza compostada	Cuadrante metálico	Calculadora
Motoguadaña	Urea	Cinta métrica	

3.3. Metodología

3.3.1. Factor en estudio

En la presente investigación se evaluó un factor que consta de tres aplicaciones de fertilizante nitrogenado y un testigo absoluto. En cuanto a las variables: materia verde y días al corte se realizó el esquema de varianza ADEVA como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: *Análisis de varianza (Adeva) del diseño de bloques completos al azar para las variables materia verde y días al corte*

Fuentes de Variación		Grados de libertad (GL)
Bloque	(R-1)	2
Tratamientos	(t-1)	3
E.exp.	(t-1)(R-1)	6
Total	(txR)-1	11

En cuanto a la variable materia seca se observa la siguiente ADEVA (Tabla 9).

Tabla 9: *Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar de los factores corte tratamiento para la variable materia seca*

Fuentes de Variación		Grados de libertad (GL)
Bloque		2
Corte		2
Tratamientos		3
E.exp.		6
Total		13

Se utilizó la prueba de Fisher al 5%, debido a que se encontraron diferencias significativas en los tratamientos.

Con respecto a la variable composición botánica se observa en la siguiente ADEVA (Tabla 10).

Tabla 10: *Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completos al azar de los factores grupo corte tratamiento para la variable composición botánica*

Fuentes de Variación		Grados de libertad (GL)
Bloque		2
Corte		2
Grupo		3
Tratamientos		3
Cortes x grupo		6
Grupo x tratamientos		9
E.exp.		94
Total		119

Se utilizó la prueba de Fisher al 5%, debido a que se encontraron diferencias significativas en los tratamientos.

3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron en la investigación se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. *Descripción de los tratamientos del experimento*

Tratamientos	Descripción
T1	Pollinaza semidescompuesta
T2	Pollinaza compostada
T3	Fertilización Química
T4	Testigo Absoluto

3.3.3. Diseño experimental

En la presente investigación se realizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones con un total de 12 unidades experimentales.

3.3.3.1. Características de la unidad experimental

La unidad experimental constó de las siguientes características:

- Forma cuadrangular
- 3 m de largo
- 3 m de ancho
- 10 surcos por unidad experimental
- 336 g de semilla de Ray Grass por hilera
- 37 g de semilla de Trébol Blanco por hilera
- Total 9 m² por unidad experimental

3.3.3.2. Características del área experimental

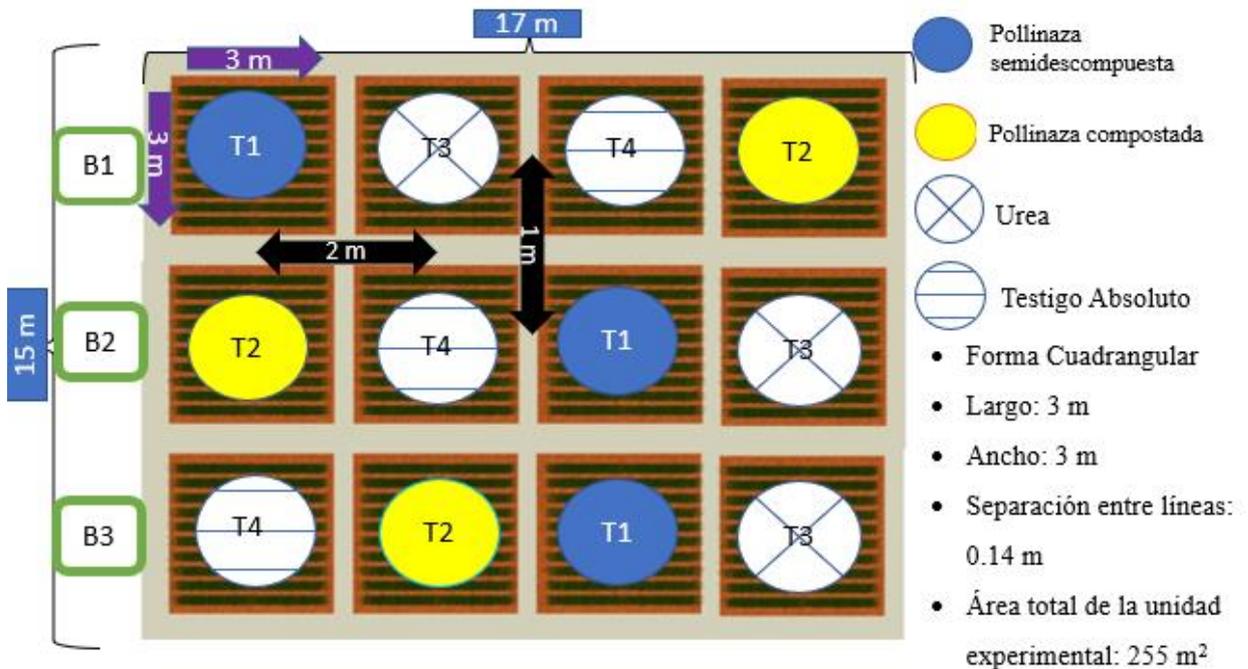
Las características del área experimental constaron de la siguiente manera:

- Tratamientos: 4
- Bloques: 3
- Total de la unidad experimental: 12
- Separación entre líneas de siembra: 0.14 m
- Área total del ensayo: 255 m²

3.3.4. Esquema del área de investigación

El esquema utilizado del área de investigación se muestra en la figura 4.

Figura 4. Esquema del área de investigación de bloques completos al azar (DBCA)



3.3.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico de la presente investigación, el mismo que está conformado por las fuentes de fertilización, dando como resultado un diseño de bloques completos al azar con el fin de facilitar el manejo del experimento, se describe en la Tabla 12.

Tabla 12. Análisis de varianza (Adeva) del diseño de bloques completos al azar

Fuentes de Variación		Grados de libertad (GL)
Bloque	(R-1)	2
Tratamientos	(t-1)	3
E.exp.	(t-1)(R-1)	6
Total	(txR)-1	11

3.4. Variables

3.4.1 Materia verde

Con la ayuda de una hoz se procedió a cortar el forraje verde cuando este alcanzó 20 cm de alto. En cada parcela se cortó 1 m² usando un cuadrante de 0.25 m² (0.5 x 0.5 m) y se dejó 5 cm de altura, el forraje cortado se guardó en fundas plásticas, se identificó, se le extrajo el aire comprimiendo el recipiente plástico y posteriormente se registró el peso verde. Es importante restar el peso de la bolsa para obtener solamente el peso del forraje, los datos se obtuvieron en kg MV/m² (Figura 5, a y b).

Figura 5. Toma de muestra de materia verde



Para este proceso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Forraje verde} = \frac{\text{Peso promedio muestras} \times \text{ha}}{\text{Área del marco}} / 1000$$

De igual manera para realizar el cálculo del rendimiento en materia verde se realizó el mismo procedimiento utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \text{PMF} \times 10.000 \text{ (MF/ha}^{-1}\text{/año}^{-1}\text{)} \quad (\text{Franco, 2003}).$$

Donde:

PMF= Peso de la materia fresca(kg)

3.4.2 Porcentaje de Materia Seca

Se tomó una muestra fresca de 100 gramos de materia verde de la parcela neta de cada tratamiento y se colocó dentro de un recipiente, luego se procedió a colocar en la estufa a 60°C durante 24 horas y finalmente se pesó obteniendo los resultados en gramos (Figura 6, A y B).

Figura 6. (A) Muestra fresca de 250 g la estufa

(B) Identificación de las muestras para colocar en



Para este proceso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{MF} = \frac{\text{PMF} - \text{PMS}}{\text{PMF}} \times 100$$

Donde:

% MF= Porcentaje de materia fresca (%)

PMF= Peso de materia fresca (g)

PMS= Peso de materia seca (g)

Una vez obtenido el porcentaje de materia fresca se aplicó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de Materia Seca

$$\%MS= 100 - \%MF$$

Donde:

% MS= Porcentaje de materia seca (%)

% MF= Porcentaje de materia fresca (%)

3.4.4 Contenido mineral en la planta

Mediante una hoz se cortó el forraje cuando el pasto alcanzó de 15 a 20 cm sobre la superficie del suelo con un peso total de 500 gramos, la toma de muestra se lo realizó al tercer corte desde la siembra debido a que las plantas avanzan en su estado fenológico produciendo cambios en los componentes celulares, los cuales alteran la calidad nutritiva del forraje (Teuber, Balocchi y Parga, 2007), luego se colocó la muestra en una funda de papel con su correcta identificación y el tiempo máximo para enviar la muestra fue de 48 horas al laboratorio de Agrarprojeckt para determinar el porcentaje mineral de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre (Figura 7, a y b).

Figura 7. (a) Muestra de 500 g de materia fresca
laboratorio

(b) Muestra enviada al



3.4.5 Composición botánica

Para esto se utilizó el método de separación manual en donde se tomó submuestras de 0.5 m² de materia húmeda y se procedió a separar manualmente las especies forrajeras de ray grass, trébol blanco, kikuyo, otras gramíneas y arvenses. Una vez separadas y contabilizadas cada especie forrajera se determinó el porcentaje de cada especie a evaluar.

Figura 8. Separación por especies de la mezcla forrajera



Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Especie} = \frac{\text{PE}}{\text{PT}} \times 100$$

(Bahamonde, 2009)

Donde:

PT= Peso total (g)

PE= Peso de la especie (g)

3.4.6 Días al corte

Se determinó la época de cosecha de la mezcla forrajera considerando la altura que alcanzó el mismo. La altura a la cual se realizó la cosecha fue de 0.20 m (Teuber et al., 2007) en donde se contabilizó los días en los que la planta alcanza esta altura por unidad experimental y por tratamiento y se analizó estadísticamente.

3.5. Manejo específico del experimento

3.5.1. Obtención de la pollinaza semidescompuesta y compostada

Se considera pollinaza semidescompuesta al material obtenido de granjas de producción avícola, que no tenga ningún tratamiento previo a la aplicación (Anexo 1)

Para la obtención de la pollinaza semidescompuesta se requirió la cantidad aproximada de 40 kg obtenida de un galpón de 540 m² de área con 4500 pollos de engorde, el material utilizado como cama es de 150 costales de cascarilla de arroz y las deyecciones de los propios pollos tomando en cuenta que cada pollo produce de 0.2 a 0.3 kg de MS de excreta por cada kilo de alimento consumido (Guaminga, 2012). Se considera semidescompuesta debido al manejo que consiste en dejar bajo sombra y extendido sobre el piso por alrededor de una semana después del saque del galpón para luego ser colocado en costales y utilizar como abono en forrajes (figura 9).

Por otra parte, la pollinaza compostada fue considerada a aquella que pasó por un proceso de compostaje de 6 meses en la cual consistió realizar una compostera de 3 m de largo y 1.2 m de ancho en la cual se colocó la pollinaza obtenida directamente del galpón con una altura no mayor a 1m, se procedió a regar la compostera cada 3 días tomando en cuenta el caudal de riego mediante el aforo de la tubería para conocer el volumen del agua y determinar la lámina de riego de 9.5 mm. Para mantener una temperatura adecuada se realizó volteos cada 5 días y se obtuvo la medición con la ayuda de un termómetro adecuado para tener valores recomendados (<60°C). Se colocó una cubierta de plástico transparente con el fin de evitar la solarización y permitir una humedad estable. Finalmente se realizó un análisis completo a cada uno de los materiales orgánicos a evaluar para obtener información y realizar las dosificaciones en base a los requerimientos necesarios para su incorporación al suelo (Figura 10) (Anexo 2).

Figura 9. *Pollinaza Semidescompuesta*



Figura 10. *Pollinaza Compostada*



3.5.2. Análisis de suelo

Un mes antes de la siembra de la mezcla forrajera se realizó el análisis de suelo para lo cual se limpió la superficie del suelo a ser muestreado, con la utilización de una pala se seleccionó al azar muestras en 20 sitios diferentes del lote y con la pala, se realizó un agujero en el suelo de 0.10 m de profundidad, se colocó la muestra en un balde plástico y se procedió a mezclar homogéneamente, para finalmente ser colocada en una funda plástica etiquetada y se envió a su respectivo análisis en el laboratorio (Figura 11), según el resultado se realizó la programación de la cantidad de fertilizantes a emplear en el estudio y mantener la calidad nutricional del pasto y del suelo (The International Plant Nutrition Institute, 2017). (Anexo 3)

Figura 11. Toma de muestras para análisis de suelo



3.5.3. Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en arar, trazar y nivelar el suelo mediante el uso de maquinaria agrícola, con el fin de dejar el suelo suelto y mullido para la elaboración de camas, cabe mencionar que este proceso se realizó 15 días antes de la siembra (Anexo 4).

3.5.4 Delimitación de las parcelas

Con la ayuda de piolas y estacas se realizó el respectivo trazado para la instalación y preparación de las camas, cuyas dimensiones fueron de 3 m de ancho y 3 m de largo con un distanciamiento entre camas de 0.14 m.

3.5.5 Pruebas de germinación

Se procedió a la compra de la semilla de ray grass (*Lolium perenne*) var. híbrido y trébol blanco (*Trifolium repens*) var. común, se colocó 200 semillas en una bandeja plástica, posteriormente se cubrió con algodón humedecido o toalla de cocina y se lo evaluó a los 7-10-15 días después de la implementación de la prueba (Sagarpa, 2015) (Anexo 5). Para esto se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%G = \frac{NSG}{NTS} \times 100$$

Donde:

%G= Porcentaje de germinación (%)

NSG= Número de semillas germinadas

NTS= Número total de semillas

3.5.6 Siembra

La siembra de las semillas de ray grass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) se lo realizó de manera lineal, con una distancia de 3 m de largo del surco a una profundidad de 1.5 centímetros, con un total de 336 g de semilla de ray grass y 37 g de semilla de trébol blanco en cada tratamiento, tomando en cuenta la recomendación en mezclas forrajeras de 60 a 70 % de gramíneas, 20 a 30 % de leguminosas y 10 % de otros por hectárea, es decir un promedio de 20 kg de ray grass por hectárea y de 2 a 3 kg de trébol blanco por hectárea (Franco, 2003) por lo cual, se utilizó 33.6 g de semilla de ray grass y 3.7 g de semilla de trébol blanco por hilera en cada unidad experimental (Anexo 6). Debido a que la mayoría de agricultores ganaderos realizan la siembra de semillas al boleó, en este estudio la siembra se lo realizó en hileras, para mantener la confiabilidad de los datos a analizar (Figura 12).

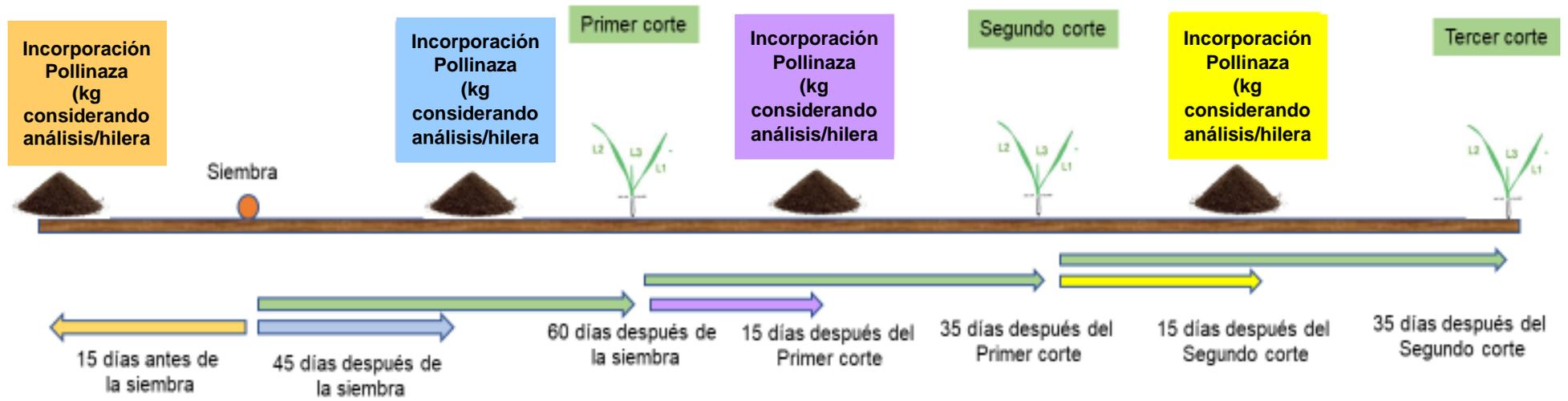
Figura 12. *Siembra en hileras de 10 por parcela*



3.5.7. Incorporación de pollinaza

Tomando en cuenta el análisis de pollinaza (semidescompuesta y compostada) se incorporó la cantidad de 3.67 kg de pollinaza compostada y 3.75 kg de pollinaza semidescompuesta por unidad experimental (Anexo 7). Se incorporó 15 días antes de la siembra y 45 días después de la misma. Pasado 15 días del primer corte se incorporó la misma cantidad de pollinaza por hilera en cada tratamiento como se especifica en la Figura 13. Para satisfacer las necesidades del cultivo, se realizó una igualación entre los valores de nutrientes suplementados por el fertilizante mineral frente a aquellos suplementados por la pollinaza. En el caso de existir un déficit de nutrientes, estos fueron reemplazados mediante la aplicación de fertilizantes minerales que contengan los mencionados nutrientes.

Figura 13. Incorporación de pollinaza semidescompuesta y compostada



Fuente: Estrada (2005)

3.5.8. Control de malezas

La deshierba se realizó en forma manual con la ayuda de azadones, pala y rastrillo a la primera semana de su siembra con el fin de evitar cualquier tipo de problemas que puedan afectar al ensayo.

3.5.9. Riego

El riego se realizó mediante la instalación de dos aspersores situados en medio de las parcelas a tratar, y se utilizó el agua de riego de la comunidad con dos periodos de tiempo, en la mañana y en la tarde por un lapso de 30 min tomando en cuenta la lámina de riego de 2 mm/día o 4mm/día considerando evapotranspiración del cultivo (ETc) (Figura 14).

Figura 14. *Riego de las parcelas*



3.5.10. Fertilización de urea

Al igual que la incorporación de la pollinaza, la fertilización nitrogenada se realizó de manera fraccionada esto dependiendo de los resultados que indique el análisis de suelo realizado con anterioridad (Figura 15).

Figura 15. *Incorporación de fertilizante químico*



Tomando en cuenta la recomendación de fertilización con urea de 30 kg/ha^{-1} (Altamirano , 2011) se realizó el cálculo necesario dependiendo si posee déficit o exceso de nitrógeno en el suelo mediante el análisis de suelo (Anexo 7).

3.5.11. Cortes

De acuerdo a recomendaciones obtenidas en anteriores investigaciones el momento óptimo de corte es a una altura de 15 a 20 cm aproximadamente o al momento en el que la mayor parte de los macollos de *lolium perenne* han alcanzado el estado de 2 a 3 hojas expandidas (Cerón, 2013). De esta manera se realizó los cortes tomando en cuenta las especificaciones anteriores y con la ayuda de una hoz y un cuadrante metálico de 0.25 m^2 , se tomó un total de tres muestras por unidad experimental neta.

Luego de la toma de muestras se realizó el corte de igualación con la ayuda de una motoguadaña, para homogenizar las unidades experimentales (figura 16), dejando un residuo aproximado de 5 cm para promover el macollamiento. Para tener mayor confiabilidad de los datos de realizaran tres tiempos de cortes.

Figura 16. *Corte de igualación*



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Moyurco cantón Cayambe, en donde se evaluó el efecto de la aplicación de la pollinaza semidescompuesta y compostada en una mezcla forrajera con el objetivo de dar un tratamiento óptimo a un abono orgánico y de esta manera minimizar el uso incorrecto de abonos sin procesar. Por lo cual se evaluó cinco variables: materia verde, materia seca, contenido mineral, composición botánica y días al corte. Los resultados obtenidos para cada variable se muestran a continuación.

4.1 Materia verde

En la tabla 13 se observa los resultados para la variable materia verde en donde no existen diferencias estadísticas para la interacción entre corte y tratamiento ($F=0.56$; $gl=6.22$; $p=0.7588$), de igual manera la fuente de variación que corresponde al corte no presenta diferencias estadísticas ($F=14.34$; $gl=3.22$; $p<0.0001$). En el análisis para tratamiento se obtuvo diferencias estadísticas ($F=0.36$; $gl=2.22$; $p=0.7027$).

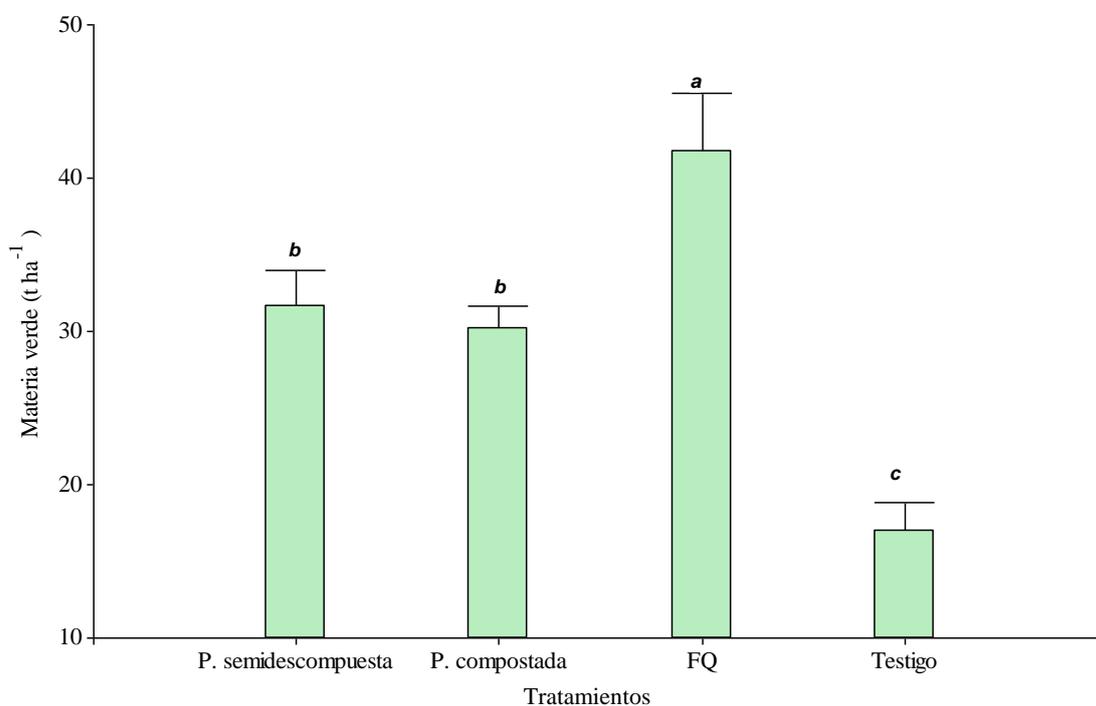
Tabla 13. Adeva para la variable materia verde

Fuentes de variación	GLFV	GLEX	F-valor	p-valor
CORTE	2	22	0.36	0.7027
TRATAMIENTOS	3	22	14.34	<0.0001
CORTE:TRATAMIENTOS	6	22	0.56	0.7588

Con respecto de los tratamientos se utilizó la pollinaza semidescompuesta (T1) y compostada (T2), además de la fertilización química (T3) y el testigo (T4) (Figura 17). En el primer corte, el T3 obtuvo la mayor producción de materia verde siendo superior al promedio reflejado por el T1 y T2 con 16 t/ha^{-1} y con respecto al testigo se obtuvo 32.33 tn/ha . En cuanto al segundo corte el T3 continuó siendo superior con 10.69 y 24.18 t/ha^{-1} en comparación al tratamiento con las pollinazas y el testigo respectivamente. Asimismo, al tercer corte muestra una diferencia de 5.29 y 17.12 t/ha^{-1} de las pollinazas y el testigo en comparación al fertilizante químico (Anexo 8).

Así pues, el tratamiento con mayor producción de materia verde fue la fertilización química que obtuvo una media de 41.74 t/ha^{-1} , siendo un 27.6% superior en rendimiento a los tratamientos con las pollinazas y 46% en relación al testigo.

Figura 17. Producción de materia verde para ray grass y trébol blanco con tres tipos de fertilización y el testigo



Gómez y Suquilanda (2009) indican que los fertilizantes químicos presentan rápida absorción, con esto el forraje obtiene una mayor cantidad de materia verde puesto que absorben de manera eficiente este tipo de insumo a diferencia de ciertos pastos naturales, que tradicionalmente no son manejados de manera técnica por los productores.

Cuando se implementa el plan de fertilización, se debe tener el cuidado de separar la aplicación de enmiendas y las fuentes de fertilizantes, en un periodo no menor a un mes, puesto que la aplicación conjunta puede provocar que los nutrientes se precipiten (se insolubilizan), y las fuentes de calcio (CaCO_3 , cal dolomítica, entre otros.), no regule el pH, ni aumente la concentración de calcio o magnesio en el suelo (Pezo y García, 2018), es por ello que la aplicación de la enmienda no superó al fertilizante químico debido al tiempo de reacción que tarda en el forraje.

Este resultado coincide al obtenido por (Cabrera, 2018) quien investigó diferentes dosis de pollinaza sobre las características agronómicas y el rendimiento de forraje del pasto *Pennisetum sp. king grass verde* en donde manifiesta que los mejores resultados obtuvieron un rendimiento de 30.4 t/ha^{-1} mediante la aplicación de 40 t de pollinaza/ha.

Así también, estos resultados son similares a los obtenidos por Castellanos et al. (2001) quienes informan que al evaluar abonos orgánicos (biocompost y vermicompost) y fertilización química en producción de maíz forrajero el tratamiento de fertilización química produjo 48 t/ha⁻¹ de materia verde siendo superior a los tratamientos con los abonos orgánicos. Por tal motivo fue que la aplicación de fertilizante químico para esta variable tuvo mayor rendimiento de materia verde de 27.6 % ya que se ha demostrado que el estiércol se mineraliza durante el primer año de aplicación, esto permite incrementar la reserva de N del suelo.

Los resultados obtenidos de la mezcla forrajera son inferiores a los encontrados por Carvajal, C. (2010), quien al estudiar el efecto de diferentes niveles de compost en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*, obtuvo producciones de forraje verde de la mezcla entre 28,12 t/ha/corte, sin aplicación de compost y 41,75 t/ha/corte, cuando aplicó 10 t de compost/ha, en cambio son superiores, con respecto al trabajo de Molina C. (2010), quien registró que la producción de la mezcla forrajera de pasto azul más alfalfa fue entre 4,46 y 5,58 t/ha⁻¹, cuando empleo humus, vermicompost y casting. En tanto que existen relación con las respuestas determinadas por Guevara, G. (2011), al evaluar tres abonos líquidos orgánicos foliares enriquecidos con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de *Medicago sativa* y *Arrhenatherum elatius*, registró producciones de forraje verde entre 15,98 y 24,49 t/ha/corte, estas respuestas diferentes, permiten señalar que a más del tipo de gramínea empleada, las condiciones ambientales determinan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas, ya que en los estudios citados se utilizaron abonos orgánicos.

4.2 Porcentaje de Materia seca (MS)

Los resultados muestran que para la variable porcentaje de materia seca existe interacción entre corte y tratamientos ($F=3.21$; $gl=6.22$; $p=0.0203$). Por otro lado, para tratamiento existe diferencia significativa ($F=8.25$; $gl=3.22$; $p=0.0007$), independientemente de los cortes. Así como, para el corte ($F=109.26$; $gl=2.22$; $p<0.0001$) independientemente de los tratamientos (Tabla 14).

Tabla 14. *Adeva para la variable porcentaje de materia seca*

Fuentes de variación	GLFV	GLEX	F-valor	p-valor
CORTE	2	22	109.26	<0.0001
TRATAMIENTOS	3	22	8.25	0.0007
CORTE:TRATAMIENTOS	6	22	3.21	0.0203

En la figura 18 se observa el comportamiento del porcentaje de materia seca de la mezcla forrajera en los tres cortes evaluados, en donde se distingue el resultado alcanzado por el testigo, el cual presenta los mayores porcentajes.

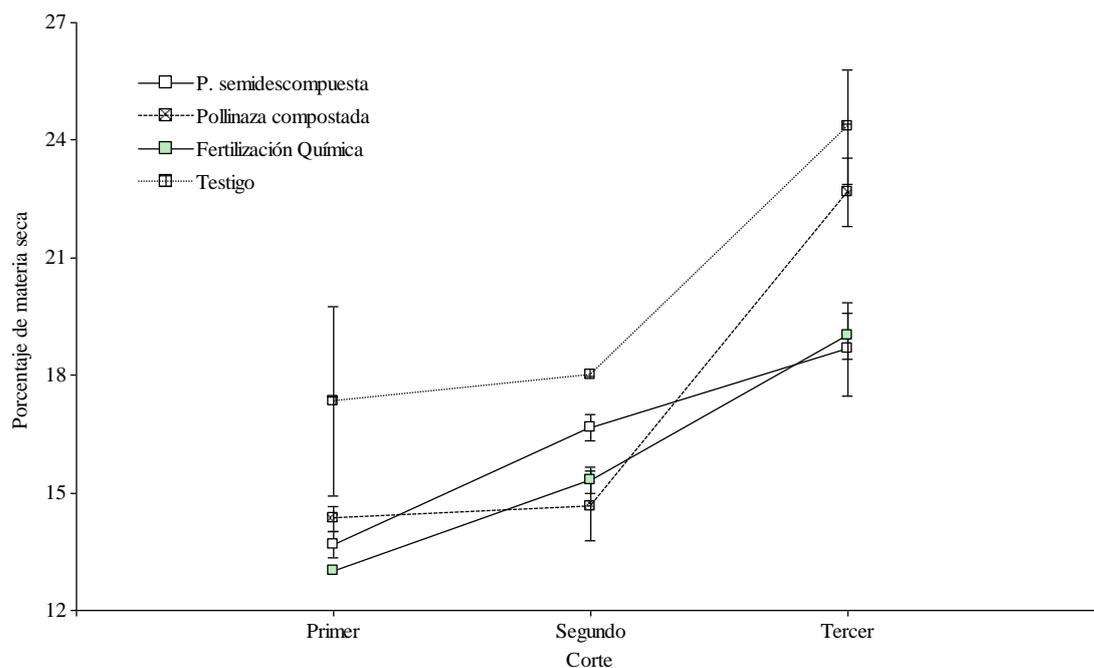
También es importante resaltar los resultados obtenidos por la pollinaza compostada, que presenta el segundo promedio más alto, con 17.22% y comparte rango con el tratamiento de la pollinaza semidescompuesta que resultó con 16.33%. En tanto que la media con menor porcentaje corresponde al tratamiento con fertilización química que muestra 15.78 % de materia seca (tabla 15).

Tabla 15. *Promedios para Materia Seca LSD Fisher (Alfa=0.05)*

TRATAMIENTOS	Medias	E.E.	Rango	
T4	19.89	0.94	A	
T2	17.22	0.43	B	
T1	16.33	0.43	B	C
T3	15.78	0.22		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 18. *Porcentaje de materia seca en diferentes tiempos de corte*



Para el primer corte, el testigo obtuvo el mayor porcentaje de materia seca, siendo superior al porcentaje de materia seca observado en la mezcla forrajera con fertilización química y al porcentaje promedio observado con pollinazas por 4.11 y 3.33%, respectivamente. En el segundo corte, el testigo continuó siendo el que presenta mayor porcentaje de materia seca, siendo superior al porcentaje promedio alcanzado por la pollinaza descompuesta y la fertilización química por 3 %; mientras que, esa diferencia es de 2.33 % al realizar la comparación con el porcentaje obtenido por la pollinaza semidescompuesta. Adicionalmente, en el tercer corte, se observa que el porcentaje de materia seca promedio entre el testigo y la pollinaza compostada es superior por 4.7 % al porcentaje promedio obtenido entre la fertilización química y la pollinaza semidescompuesta.

Con respecto al cambio en porcentaje de materia seca a lo largo de los cortes, se puede observar que todos los niveles de fertilización tendieron a aumentar. Para T1, este presentó incrementos de 3 y 1 % durante el segundo y tercer corte, respectivamente. Para el caso de T3, la tendencia de crecimiento fue similar a la observada en T1, pero con porcentajes de 2.33 y 4.33 % entre cada corte. No obstante, los tratamientos T2 y T4 mantienen porcentajes promedios de materia seca de 14.5 y 17.6 % respectivamente, durante los dos primeros cortes; sin embargo, estos porcentajes aumentan 6.33 y 8 % al tercer corte (Anexo 9).

Romero y Alfonso (2005) evaluaron el efecto de tres tipos y tres dosis de fertilizantes (NPK, fósforo y materia orgánica) en el pasto elefante cultivar Mott y concluyeron que la máxima dosis de estiércol (1000 kg/ha/año) y 500 kg de fosfopoder incrementaron significativamente el porcentaje de materia seca y altura de la planta. De la misma manera indicaron que los porcentajes de materia seca fueron afectados por la edad según el genotipo, así Maralfalfa solo incrementó 1.9 %, mientras que Taiwan A-146 y Morado aumentaron 4.5 %. Esto refleja que el porcentaje de materia seca depende del tipo pasto y del tiempo de establecimiento del cultivo, ya que a medida que aumenta la edad, se evidencia brotes con mayor acumulación de materia seca, tanto en hojas como en tallos.

De igual manera Montalván (2018) evaluó el porcentaje de materia seca del pasto anual (*Lolium multiflorum*) por efecto de la edad de corte y obtuvo datos similares de 14.6 % a los 25 días, 15.08 % a los 45 días y 14.90 % de materias seca a los 90 días.

4.3 Contenidos mineral en la planta

En la tabla 16 se observa los resultados del análisis de contenido mineral de los pastos, realizado al tercer corte (Anexo 10)

Tabla 16. Análisis de contenido mineral en la mezcla forrajera al tercer corte

ANALISIS	Unidades	TRATAMIENTOS			
		T1	T2	T3	T4
Nitrógeno Total (N)	%	1.59	1.54	2.72	1.82
Fosforo (P)	%	0.33	0.32	0.32	0.23
Potasio (K)	%	3.12	3.14	3.78	3.1
Magnesio (Mg)	%	0.2	0.22	0.23	0.23
Calcio (Ca)	%	0.49	0.48	0.51	0.43
Azufre (S)	%	0.13	0.15	0.19	0.14
Sodio (Na)	%	0.06	0.05	0.2	0.04
Hierro (Fe)	ppm	150	186	224	164
Manganeso (Mn)	ppm	24.6	29.4	33.8	35.4
Cobre (Cu)	ppm	4.5	3.3	4.5	3.5
Zinc (Zn)	ppm	10.9	10.6	17.3	11.5
Boro (B)	ppm	27.6	43	30.6	52.4

Los resultados muestran que para el nitrógeno (N) en el tratamiento T3 obtuvo el mejor resultado con 2.72 % de este elemento, lo cual indica que esta cantidad se encuentra dentro del rango óptimo de acuerdo a los valores recomendados para N que son entre 2.60

% y 5.00 % (Navarro, 2003). Mientras que para los tratamientos T1, T2 y T4 presentan una diferencia de 1.13 %, 1.18 % y 0.90 % respectivamente.

Algo similar ocurrió con la investigación de Montalván (2018), quién obtuvo 2.86 % de nitrógeno total con fertilizante convencional frente a la aplicación de abonos orgánicos como el biol con 0.93 % y compost con 1.55 % en pasto anual.

En cuanto al elemento fósforo (P) de acuerdo a los resultados muestran que ninguno de los tratamientos se acerca a los niveles recomendados que son entre 0.35 % y 0.60 % (Navarro, 2003). Sin embargo, el tratamiento con mayor cantidad de P en la planta es el T1 con un valor de 0.33 %, cabe mencionar que los tratamientos T2 y T3 presentaron un mismo valor de 0.32 % y el T4 fue el menos favorable con un valor de 0.23 % de fósforo.

Este resultado coincide con los datos obtenidos por Chacón et al. (1994) los cuales anunciaron que la producción de materia seca no fue afectada significativamente por las fuentes de fósforo. Una posible causa de este comportamiento pudo ser el hecho que el fósforo disponible en los tratamientos no fue lo suficientemente alto obteniendo así un 0.21% de fosforo.

Así mismo, para el elemento potasio (K) los niveles óptimos son de 2.00 % a 3.50 % (Ramírez, 2006) de los cuales los tratamientos T1, T2 y T4 se encuentran dentro de estos rangos con valores de 3.12%, 3.14% y 3.10% respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T3 obtuvo un valor superior al recomendado de 3.78% de Potasio. Estos valores son superiores a los encontrados previamente por Prasad y Sandhya (2012), los cuales informaron niveles de 2.36% de potasio. Esto se debe a que los animales rumiantes tienen la capacidad de excretar los excesos de potasio consumido.

A cerca del elemento Magnesio (Mg) todos los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo de 0.20% a 0.60%, siendo los tratamientos T3 y T4 los que presentan la mayor cantidad de Mg con 0.23%.

Con respecto al elemento Calcio (Ca) todos los tratamientos se encontraron fuera del rango óptimo 0.60% a 1.20%, de igual manera para el elemento Azufre (S) ninguno de los tratamientos alcanzó los rangos recomendados 0.25% a 0.55%, siendo el T3 el que más se acercó a dichos valores.

4.4 Composición botánica

Los análisis de varianza indican que, para la composición botánica, para el factor grupo y tratamientos se puede observar interacción ($F=1.98$; $gl=9.94$; $p=0.0497$) independientemente de los cortes. El factor cortes y tratamientos no obtuvo interacción ($F=1.18$; $gl=6.94$; $p=0.3240$) independientemente de los grupos.

Además, se muestra que para el factor cortes y grupo existe interacción ($F=11.71$; $gl=6.94$; $p<0.0001$) independientemente de los tratamientos. Para el factor grupo se muestra que existe diferencia significativa ($F=479.63$; $gl=3.94$; $p<0.0001$) independientemente de los cortes. En cuanto al factor cortes se muestran que no existe diferencia significativa ($F=0.16$; $gl=2.94$; $p=0.8488$) independientemente de los grupos (Tabla 17).

Tabla 17. *Adeva para la variable composición botánica*

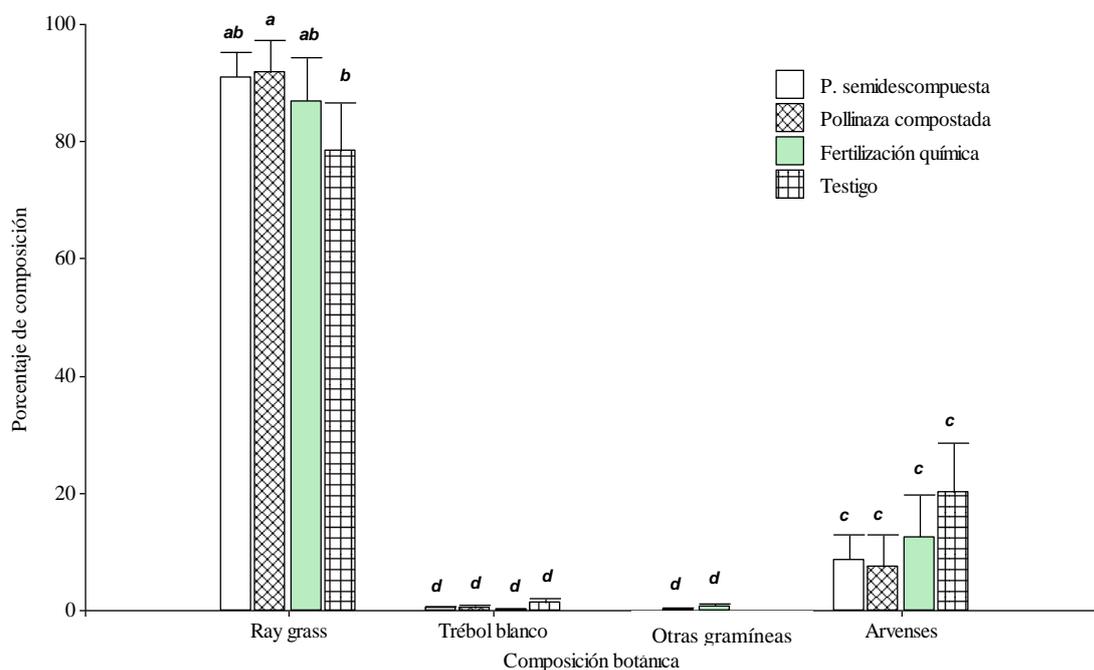
Fuentes de variación	GLFV	GLEX	F-valor	p-valor
CORTES	2	94	0.16	0.8488
GRUPO	3	94	479.63	<0.0001
TRATAMIENTOS	3	94	0.58	0.6268
CORTES:GRUPO	6	94	11.71	<0.0001
CORTES:TRATAMIENTOS	6	94	1.18	0.3240
GRUPO:TRATAMIENTOS	9	94	1.98	0.0497
CORTES:GRUPO:TRATAMIENTOS	18	94	0.81	0.6844

La prueba de medias LSD-Fisher indica que, para la composición botánica, el factor grupo tratamientos presenta interacción. De esta manera para el grupo ray grass el tratamiento con pollinaza compostada obtuvo los valores más altos siendo superior al promedio de los tratamientos con pollinaza semidescompuesta y la fertilización química con 2.93 % y en relación al testigo obtuvo 13.34 %. Esto corrobora con lo mencionado por Viera (2016) quien evaluó la aplicación de Bocashi mas Humus en una mezcla forrajera de *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* obteniendo así en el grupo ray grass los mayores porcentajes con una media de 75 % al utilizar este tipo de abono orgánico. Al comparar con valores reportados por Hidalgo (2010) al manejar una mezcla forrajera con la utilización de diferentes niveles de vermicompost en la variable composición botánica, se registró valores de 36,73 % de raygrass y pasto azul con 24,45 % siendo valores inferiores con respecto a los de esta investigación.

Para el grupo trébol blanco se puede observar que todos los tratamientos son estadísticamente iguales sin embargo el tratamiento que logró mayor porcentaje de trébol blanco fue el tratamiento del testigo siendo mayor con 0.81 % en relación al promedio de los demás tratamientos (Figura19), esto concuerda con España (2011) quien menciona que el testigo absoluto presentó el mayor porcentaje de leguminosas y el menor porcentaje lo presentó el tratamienbto con gallinaza con 14.93 % y el 8.00 % respectivamente

En cuanto al grupo otras gramíneas, los tratamientos con pollinaza compostada y fertilizante químico fueron los únicos que presentaron valores de 0.22 % y 0.61 % respectivamente. Finalmente, para el grupo arvenses no existen diferencias estadísticas, no obstante, el testigo obtuvo el mayor porcentaje siendo superior en 7.76 % en comparación a la pollinaza compostada y 12.09 % en relación al promedio reflejado entre la pollinaza semidescompuesta y la fertilización química.

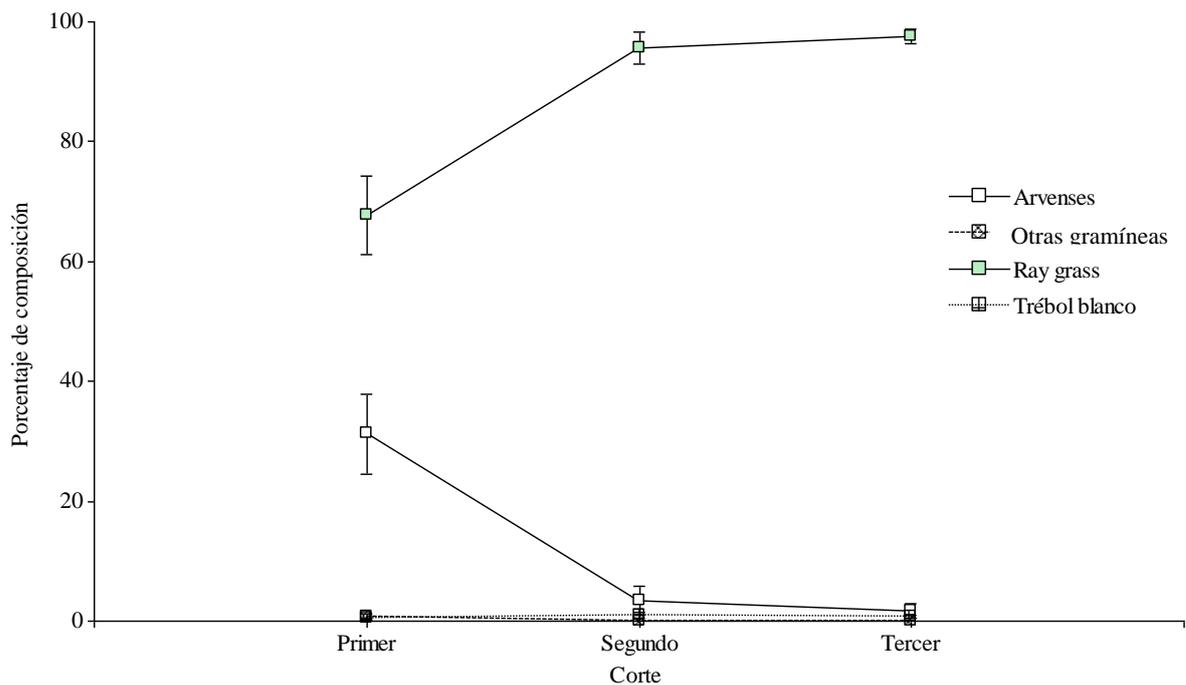
Figura 19. Porcentaje de composición botánica de la mezcla forrajera



En la figura 20 se muestra la distribución del grupo de pastos estudiados en las tres cosechas realizadas y con respecto a la variación de porcentaje de composición botánica se puede observar que únicamente el grupo ray grass tuvo un incremento notable de 27.9 % al segundo corte, y 1.95 % al tercer corte. Por el contrario, para el caso del grupo arvenses vemos que para el segundo corte este porcentaje disminuyó en un 27.76

% y para el tercer corte se mantuvo en rangos similares obteniendo una diferencia de 1.83 %. En cuanto al grupo otras gramíneas, se encuentra presente solo al primer corte con un porcentaje de 0.63 %, y finalmente, el grupo trébol blanco presenta un aumento para el segundo corte de 0.49 %, sin embargo, este valor disminuyó para el tercer corte en un 0.12 % (Anexo 11).

Figura 20. Porcentaje de composición botánica en diferentes tiempos de corte



Esto corrobora con lo mencionado por España (2011) que manifiesta que el porcentaje de ray grass se incrementa en cada corte obteniendo así una media del 85.5% mediante la aplicación de gallinaza, esto se debe a que el nitrógeno tiene un efecto sobre la composición botánica de la pastura, especialmente en asociaciones de gramíneas con leguminosas lo que favoreció el crecimiento del ray grass (Anexo 12).

4.5 Días al corte

El análisis de varianza muestra que para la variable días al corte existe interacción entre corte y tratamientos ($F=2.84$; $gl=6.22$; $p=0.0336$). al igual que para el factor tratamientos ($F=49.46$; $gl=3.22$; $p<0.0001$) independientemente de los cortes. Así como

para el factor corte ($F=201.33$; $gl=2.22$; $p<0.0001$) independientemente de los tratamientos (Tabla 18).

Tabla 18. *Adeva para la variable días al corte en la mezcla forrajera*

Fuentes de variación	GLFV	GLEX	F-valor	p-valor
CORTE	2	22	201.33	<0.0001
TRATAMIENTOS	3	22	49.46	<0.0001
CORTE:TRATAMIENTOS	6	22	2.84	0.0336

En la tabla 19 se determina el análisis de medias de Fisher (0.05) en donde los tratamientos que presentaron menor tiempo para el corte fueron el T2 y T1 que obtuvieron rangos en días entre 50 y 51.78 respectivamente. En tanto que el testigo fue el que necesitó de mayor tiempo para la cosecha llegando hasta los 62.78 días, por esta circunstancia se estima este grupo obtuvo una concentración más elevada de porcentaje de materia seca.

Tabla 19. *Promedios para la variable días al corte LSD Fisher (Alfa=0.05)*

TRATAMIENTOS	Medias	E.E.	Rangos	
T4	62.78	0.81	A	
T3	53.33	0.81	B	
T1	51.78	0.81	B	C
T2	50	0.81	C	

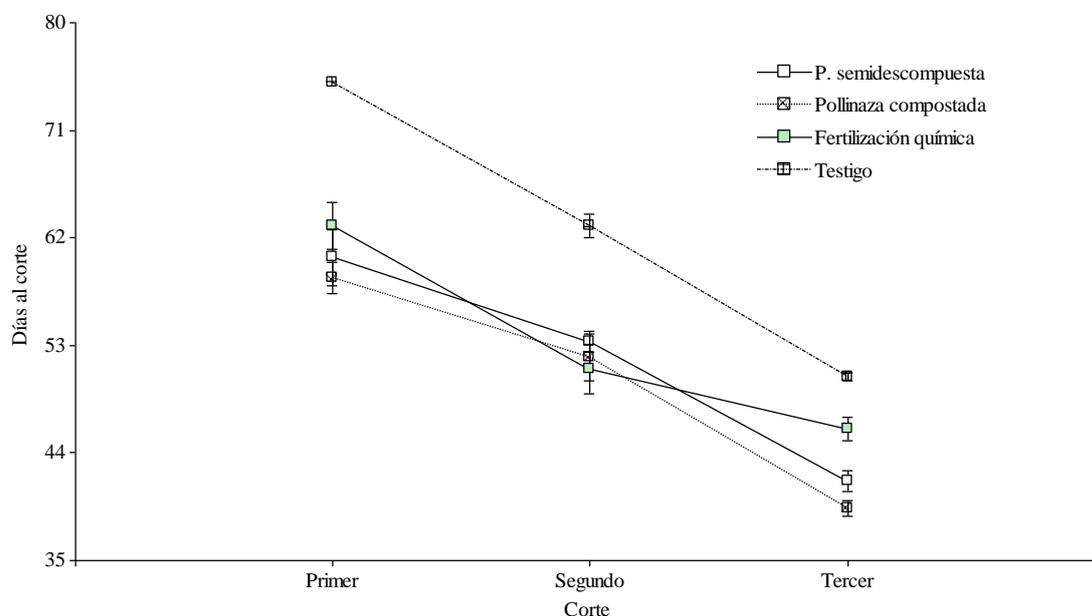
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con respecto al tiempo utilizado por los tratamientos para la cosecha, se determina que la evolución tiene una tendencia a la baja, en donde el ciclo con mayor número de días corresponde al testigo. Es necesario recalcar que para el primer corte es lógico la mayor acumulación de días, puesto que es el tiempo que emplea el cultivo de pasto para el establecimiento. En este segmento sobresale la pollinaza compostada que fue cosechada a los 58.67 días, en tanto que para los tratamientos con fertilización química y la pollinaza semidescompuesta obtienen 2.93 días de diferencia.

De acuerdo con el segundo corte se puede observar que el tratamiento con fertilizante químico alcanza el menor número de días obteniendo así el valor más temprano en cortes en comparación al promedio entre pollinaza semidescompuesta y compostada con 1.6 días y en relación al testigo presenta 12 días de diferencia. Para el tercer corte el tratamiento con pollinaza compostada presenta el menor número de días

obteniendo así el valor más temprano de corte en relación a la pollinaza semidescompuesta, fertilización química y el testigo con 2.67, 7 y 11.33 días respectivamente.

Figura 21. Días al corte en diferentes tiempos



Algo similar ocurrió con la investigación de Chugñan (2014) quien manifiesta que el intervalo de corte tiende a la baja, pues en las plantas del grupo control (sin abono químico), fue de 51 días, al utilizarse el té de estiércol y el compost de 43 días, y con el uso del humus y del vermicompost se redujo a 35 días, respuestas que ratifican que con la aplicación de los abonos orgánicos, en especial del humus y del vermicompost, el tiempo de recuperación y desarrollo de las plantas es menor, además de que los abonos orgánicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo, ya que aportan materia orgánica, bacterias beneficiosas y hormonas aumentando la fertilidad del suelo.

En cuanto al tratamiento T1 con relación del primer corte al segundo se obtuvo una disminución de 7 días, de igual manera para el tercer corte en relación al segundo se obtuvo una disminución de 11 días. Para el T2 referente a los cortes se obtuvo una disminución de 6 días y para el tercer corte llegó a tener una decadencia de 13 días.

En base a los resultados del T3 en el primer corte muestra una disminución de 12 días para el segundo corte, mientras que, los resultados al tercer corte muestran una disminución de 5 días (Anexo 13).

5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El uso de enmiendas orgánicas tales como la aplicación de pollinaza semidescompuesta frente a la compostada en el rendimiento de materia verde alcanzó una diferencia de 1.47 t/ha^{-1} lo que muestra una diferencia mínima entre dichos abonos. Sin embargo, al aplicar la fertilización química este valor aumentó en 10.8 t/ha^{-1} .
- En lo que respecta al porcentaje de materia seca se concluyó que el tratamiento con la pollinaza compostada obtuvo el segundo valor más alto con 17.22 % debido a que el valor más alto lo obtuvo el testigo con 19.8 % ya que se debió al número de días más tardío en los cortes.
- En cuanto al análisis mineral se concluyó que para el elemento del Nitrógeno el fertilizante químico superó con 41,54 % en relación a los tratamientos de las pollinazas. Por otro lado, el tratamiento con mayor cantidad de P en la planta fue el T1 con un valor de 0.33 %. Así también, para el elemento de potasio, el T3 obtuvo el mayor porcentaje con 3.78 %.
- Se presentó una mayor prevalencia de la especie Ray Grass con el tratamiento de pollinaza compostada (T2) con 91,72 % que superó en porcentaje frente a las demás especies en todos los tratamientos
- En el tratamiento T2 en el tercer corte se observó un mayor desarrollo de la planta en un menor periodo de tiempo teniendo una diferencia de cinco días en relación al fertilizante químico y nueve días en relación al Testigo. Con estos resultados se puede afirmar que mientras transcurre el tiempo de establecimiento del cultivo, el periodo de los cortes disminuye.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación de este tipo de abonos en tiempos de corte más prolongados debido que al tercer corte no se muestra completamente el desarrollo óptimo de la mezcla forrajera y de la asimilación del compost realizado.
- De igual manera se recomienda realizar un estudio sobre bromatología de la mezcla forrajera mediante la aplicación de las pollinazas debido a que se puede obtener importantes datos que serán útiles para la relación del porcentaje de materia seca y la correcta alimentación del animal de destino.
- Realizar un análisis fisicoquímico del suelo al inicio y al final del ciclo del cultivo, para conocer si los tratamientos alteran los niveles de extracción de nutrientes del suelo.
- Se recomienda también la investigación de la producción de leche que conlleva este tipo de experimento con los diferentes tratamientos en la mezcla forrajera, para de esa manera tener un dato real acerca de costo beneficio.

6. REFERENCIAS

- Acosta, B. (2003). *Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera*. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v08n01_081.pdf
- Aldea, A. S. (2008). *Efecto del cincelado en un suelo Mollisol manejado en cero labranza*.
- Altamirano , H. (2011). *Evaluación de diferentes densidades de siembra del Plántago lanceolata asociado a una mezcla de especies introducidas*. Obtenido de <dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>
- Álvarez Avenza. (2015). *Manejo, riego y abonado del suelo*. IC.
- Andersen , P., Vejre, H., Dalgaard, T., & Brandt, J. (2013). An indicator-based method for quantifying farm multifunctionality.
- AviNews. (2014). *Gallinaza: alternativas a la gestión en fresco*. Obtenido de <https://avicultura.info/gallinaza-alternativas-la-gestion-en-fresco/>
- Azeez, J., & Van Averbeke, W. (2010). Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a sandy clay loam soil. *Science Direct*.
- Bahamonde, M. (2009). *Evaluación de Cinco Alternativas de Fertilización para la Producción de una Mezcla Forrajera en la Hacienda el Chaparral Ubicada en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. . Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Barber, S. (1995). *Soil bioavailability: s mechanistic approach*. . Obtenido de <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Benito , Y. (2017). *GUÍA ESPECÍFICA DE TRABAJO SOBRE “Co2 y cambio climático”*. Obtenido de <https://www.fundacionsanpatricio.org/.../pdf/.../Guia%20introdutoria%20al%20tema...>
- Benzing, A. (2001). *Agricultura organica Fundamentos para la region andina*. Alemania.
- Bernardis. (2001). *Respuesta de la fertilización nitrogenada en la producción y calidad de Hemarthria altissima*. Argentina.
- Bosman, G., Castillo , H., Valles, E., & De Lucia, G. (1990). Composición botánica y nodulación de leguminosas en las pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Pasturas Tropicales*.
- botánicas, E. (2011). *Inventario de flora de un ecosistema de montaña*. Colombia.
- C., M. (2010). *Evaluación de diferentes abonos orgánicos en la producción de forraje de una mezcla forrajera de Medicago sativa (alfalfa) y Dactylis glomerata (pasto azul), en el cantón Mocha, parroquia la Matriz*. Riobamba.

- Cabrera, J. (2018). ALICIA. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5916>
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos*. Obtenido de http://3A%2F%2Fspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F3277%2F1%2FTESES.pdf&h=ATNDgsNEwlopiUXVMI1y55FWcV_5MbfeOTdYBTKY6VFnUglyZ1PTN1Nn057PruP83Uwsn2_MqxKH2msyiXwMSV2JaTCGvSjSkoTx4bX3ajq9XJyhLQ8d84U7cyPBR29KisIriW4Akb5a
- Camargo, F., Gianello, C., & Vidor, C. (1999). *Nitrogen fractions in the microbial biomass in soils of Southern Brazil*. Obtenido de <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Carlile, F. (1984). Ammonia in poultry houses: a literature review . *World's poultry science journal*, 99-113.
- Castellanos , R., & Murgía, O. (2012). Comportamiento de la contaminación microbiológica en alimentos. *Revista Biomedica*.
- Castellanos, J., Villalobos, S., Delgado, J., Muños , J., Sosa, A., Vargas , P., . . . Enriquez, S. (2001). USO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE GESTIÓN PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DEL USO DE NITRÓGENO Y PROTEGER LA CALIDAD AMBIENTAL EN UNA ROTACIÓN BRÓCOLI-MAÍZ DEL CENTRO DE MÉXICO. *Comunicaciones en ciencia del suelo y análisis de plantas*.
- Castillo, C. (2006). *Situación de la oferta nutritiva de gallinaza y pollinaza procesadas de granjas avícolas adyacentes a la ciudad de Santa Cruz de la sierra*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=Situacion+de+la+oferta+nutritiva+de+gallinaza+y+pollinaza+procesadas+de+granjas+av%C3%ADcolas+adyacentes+a+la+cuidad+de+Santa+Cruz+de+la+sierra&oq=Situacion+de+la+oferta+nutritiva+de+gallinaza+y+pollinaza+procesadas+de+g>
- Cerón, O. (2013). *“Efectos de la aplicación de la abonadura orgánica en tres mezclas forrajeras en terrenos con pendientes mayores al 30%, en el cantón Tulcán, provincia del Carchi”*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiji5HM8-7YAhWLPN8KHbb9DyIQFggtMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.care.org.pe%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F06%2FCultivando-Pastos-Asociados-Sistematizacion1.pdf&usg=AOvVa>
- Chacón, E., Arriojas, L., & Rodríguez, M. (1994). *Estudio de fertilización con rocas fosfóricas en pasturas introducidas en sabanas eólicas del estado Apure*. Táchira.
- Chugñan, D. (2014). *“EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE UNA MEZCLA FORRAJERA DE Medicago sativa (ALFALFA) Y Lolium perenne (RAY-GRASS) CON DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS (HUMUS,*

COMPOST, VERMICOMPOST Y TÉ DE ESTIERCOL) EN LA COMUNIDAD DE LLUCUD DEL CANTÓN CHAMBO. Riobamba.

- Coyne, M. (1999). *Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio*. . Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34f954.pdf>
- Cruz, E. (2005). *Efecto de composta elaborada a base de gallinaza sobre la producción de tomate en invernadero*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3623/T15588%20MARTINEZ%20CRUZ%2C%20ELISEO%20TESIS.pdf?sequence=1>
- De Bei, R., Fuentes, S., Gilliam, M., Tyerman, S., Edwards, E., Bianchini, N., & Collins, C. (2016). *VitiCanopy: A Free Computer App to Estimate Canopy Vigor and Porosity for Grapevine*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4851099/>
- Dixon, R. (1995). *Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gas?*
- España, A. (2011). *Evaluación de la respuesta de una mezcla forrajera a la fertilización con bio, gallinaza y químicos en la zona de Nono*. Quito.
- Estrada, M. (2005). *Manejo y Procesamiento de la Gallinaza*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=manejo+y+procesamiento+de+la+gallinaza&oq=Manejo+y+Procesamiento+de+la+Gallinaza.&aqs=chrome.1.69i57j0.4533j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>
- FAO. (2000). *Manual on integrated soil management and conservation practices*.
- Fitzpatrick, E. A. (1990). *Suelos: su formación, clasificación y distribución*. México: CECSA.
- Franco, L. (2003). *Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centroamérica*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/9789584411761.pdf>
- Frers, C. (2015). *El dióxido de carbono y su impacto en el cambio climático*. Obtenido de http://www.internatura.org/estudios/informes/El_dioxido_de_carbono.pdf
- García, F. (2002). *El ciclo del nitrógeno en ecosistemas agrícolas*. Obtenido de <http://www.econoagro.com/images/stories/pdf/agricultura/CicloNitrogeno.pdf>
- Giller, K., & Wilson, J. (1999). *Nitrogen fixation in tropical cropping systems*. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34f954.pdf>
- Gómez, L., & Suquilanda, M. (2009). Fertilización Química y órgano-mineral del Pasto Mulato (Brachiaria Híbrido) y Xaraés (Brachiaria Brizantha Xaraés). Santo Domingo De Los Tsáchilas. *Eídos*.
- González, A. (2012). *Determinación del destino del nitrógeno aplicado a un cultivo de sésamo mediante la técnica isotópica*. Obtenido de <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Gregorich, E. (1998). Carbon distribution and losses: erosion and deposition effects. . *Soil & Tillage Research*, 291-302.

- Guaminga, I. (2012). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Obtenido de dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf
- Guaña, L. (2014). *Producción de kikuyo (Pennisetum clandestinum Hochst) con dos alturas de corte, cinco niveles de fertilización nitrogenada y en mezcla con trébol blanco (Trifolium repens L)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2485/1/T-UCE-0004-58.pdf>
- Gutiérrez, C. (2004). *Disponibilidad de nitrógeno en el suelo bajo especies maderables y leguminosas usadas como sombra de Coffea arabica. En Agroforestería de las Américas*. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34f954.pdf>
- Havlin, J. (2005). *Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management*. Obtenido de <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Hernández, M. (2005). *Producción de la Asociación Lolium perenne L., Festuca arundinacea y Dactylis glomerata con y sin Trifolium repens en un andisol de la novena región*. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjL9ZPQhO_YAhWUUt8KHfj3CuIQFghDMAg&url=http%3A%2F%2Fpraderasypasturas.com%2Frolando%2F02.-Tesis%2F10.-Mezclas_de_Especies_Forrajeras%2F05.-Marly_Hernandez_Caniuhuan
- Hidalgo, P. (2010). *Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass (Lolium perenne), pasto azul (Dactylis glomerata) y trébol blanco (Trifolium repens) mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost*. Riobamba.
- IEE-MAGAP. (2013). *Instituto de estadísticas edafoclimáticas-Ministerio de agricultura y ganadería*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=IEE+MAGAP&oq=IEE+MAGAP&aqs=chrome..69i57j0l5.5235j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>
- Lantinga, E., Deben, P., & Van Keulen, H. (1999). *Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. II. Rotational grazing and cutting. Netherlands Journal of Agricultural Science*.
- Lombricultura.co. (2018). *Lombricultura de Tenjo*. Obtenido de <https://www.lombricultura.co/uso-de-estiercol-como-abono-organico/>
- López Fernández, J., Rad Moradillo, C., & Navarro González, M. (2014). *Compostaje de residuos orgánicos y seguridad medioambiental*. Editorial Universidad de Burgos.
- López, C. (2015). *"Dosis de gallinaza y su efecto en la captura de carbono, en diferentes tiempos de corte, en el pasto Pennisetum sp, "Maralfalfa", en el fundo Zungarococha-Loreto 2015"*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?ei=PDMQXIjCEYT85gKKmKIY&q=%22Dosis+de+gallinaza+y+su+efecto+en+la+captura+de+carbono%2C+en+diferentes>

+tiempos+de+corte%2C+en+el+pasto+Pennisetum+sp%2C+%22Maralfalfa%22
%2C+en+el+fundo+Zungarococha-Loreto+2015%22+pdf&oq=%22D

- Mantra. (2014). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. Obtenido de <http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martinez, P. (2004). La melaza en la alimentación del ganado vacuno. *Revista de investigación y difusión científica*.
- Mejía, B., Arias, E., & Sadeghian, K. (2009). *Lixiviación del nitrógeno en algunos suelos de la zona cafetera y su relación con la textura*. Obtenido de <http://www.cenicafe.org/es/publications/arc060%2803%29239-252.pdf>
- Montalván, N. (2018). *Evaluación de dos tipos de fertilización sobre el rendimiento y calidad nutricional del pasto anual (Lolium multiflorum)*. Cuenca.
- Mullo, I. (2012). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Murillo Amador, B., Rueda Puente, E., & García Hernandez, J. (2010). *Agricultura orgánica. Temas de actualidad*. Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
- Navarro, S., & Navarro, G. (2003). *Química Agrícola: El Suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- Ninabanda, J. (2012). *Alternativas de manejo de las excretas porcinas*. Riobamba.
- Ochoa, M. (2007). *Uso de Pollinaza y Gallinaza en la alimentación de rumiantes*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Documents/ARTICULOS%20TESIS/161_3.pdf
- Pareja, M. M. (2009). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. *Revista Lasallista de Investigación*. Editorial Lasallista.
- Paustian, K. (2008). Agriculture's Role in Greenhouse Mitigation. *Prepared for the Pew Center on Global Climate Change*.
- Pezo, D., & García, F. (2018). *Uso Eficiente de Fertilizantes en Pasturas*. Turrialba.
- Prasad, M., & Sandhya, S. (2012). *Perspectives of plant-associated microbes in heavy metal phytoremediation*.
- Prieto, A., & Sanchez, G. (2004). Evolucion de la composición botánica de una pradera de kikuyo recuperada mediante escarificación mecánica y fertilización con compost. *Ciencia y tecnología agropecuaria*.
- Quilligana, S. (2015). *Comparación productiva de tres cultivares de Ray Grass perenne (Lolium perenne) en términos de producción y calidad*. Tambillo-Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&null=&offset=52

- Quintero , C., & Boschetti, N. (2001). Manejo del fósforo en pasturas. *SciELO*.
- Ramírez. (2006). *Efecto de tres dosis de nitrógeno y tres edades de corte sobre el comportamiento de pasto Maralfalfa en zona bosque húmedo premontano*. San Juan de los Morros, Guarico.: UNERG, INIA.
- Ramírez, M. (2015). "Evaluación económica del engorde de toretes alimentados con cerdaza;pollinaza y concentrado comercial". Obtenido de http://3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F22895%2F1%2Ftesis.pdf&h=ATNDgsNEwlopiUXVMl1y55FWcV_5MbfeOTdYBTKY6VFnUglyZ1PTN1Nn057PruP83Uwsn2_MqxKH2msyiXwMSV2JaTCGvSjSkoTx4bX3ajq9XJyhLQ8d84U7cyPBR29KisIriW4Akb5
- Red Española de Compostaje. (2015). *Residuos orgánicos y agricultura intensiva III*. Mundi-Prensa.
- Reicosky, D. (2000). Impact of fall tillage on short-term carbon dioxide flux. *Soils and global change*. .
- Rocha , S., & Changoluisa , E. (Enero de 2011). *Evaluación de una mezcla forrajera (Ray-grass,pasto azul, trébol blanco y llantén) a los 30 y 45 días de rebrote, más suplemento concentrado en vacas lactantes en la Hcda. San Jorge, parroquia Machachi-sector "Aloag"* . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/807/1/T-UTC-1166.pdf>
- Rojas, C., & González, S. (2005). *Caracterización del manejo de fertilizantes nitrogenados*. Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Tapia%20David.pdf>
- Romero, C., & Alfonso, S. (2005). Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre el rendimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*). *Biotam Nueva Serie*.
- Sadhwani, A. (2015). *Gestion y tratamiento de residuos*. Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusion Cientifica.
- Sagarpa. (2015). *Cultivo de pasto rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte centro de Tamaulipas*. Obtenido de www.inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Siembra+Rye+Grass.pdf
- Santini, F. (2014). *Nutrición animal aplicada*. .
- Serpa, G., Masache, J., & Galarza , D. (2015). Rendimiento de una pastura consociada implantada con cuatrosistemas de labranza alternativos y análisis económico de cada sistema. *Maskana*, 197-198.
- Silva Parra , A., Mora Delgado, J., & Escobar, N. (2019). *Bioindicadores en suelos y abonos orgánicos*. Tolima: Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Spain, J., & Gualdrón, R. (1998). Degradación y rehabilitación de pasturas. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*.

- Stengel, P. (1999). Sols et agriculture: ressource en sol, qualité et processus de dégradation. *Cahiers Agricultures*, 301-308.
- Stewart, B. (2000). Soil management in semiarid regions. *Soils and global change.*, 251-258.
- Stewart, J., & Robinson, D. (2000). *Competition between roots and soil microorganisms for nutrients from nitrogen -rich patches of varying complexity.* . Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34f954.pdf>
- Tapia Lopez, W. (2014). *EVALUACIÓN DEL MODELO DAISY PARA PREDECIR PÉRDIDAS POR* . Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Tapia%20David.pdf>
- Teuber, N., Balocchi, O., & Parga, J. (2007). *Manejo de pastoreo*. Osorno Chile.
- The International Plant Nutrition Institute. (2017). *Fertilizacion en cultivos*. Obtenido de <http://www.ipni.net/>
- Tisdale, S., & Beaton, J. (1999). *Nitrogen transformations in soils*. Obtenido de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34f954.pdf>
- Torres Nava, D., Sandoval Castro , E., Peña Cabriales, J., & Vera Nuñez, J. (2017). Aporte de nitrógeno proveniente de pollinaza al cultivo. *Rev. FCA UNCUYO*.
- Torres, E. (2016). *Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (Avena sativa)*. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".
- Torstensson, G., & Aronsson, H. (2000). *Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems in Sweden*. Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Tapia%20David.pdf>
- Valdivia, C. (2016). *“DOSIS DE GALLINAZA Y SU EFECTO EN LA CAPTURA DE CARBONO, EN DIFERENTES TIEMPOS DE CORTE, EN EL PASTO Pennisetum sp, “Maralfalfa”, EN EL FUNDO ZUNGAROCOCHA - LORETO. 2015”* . Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documents/Carlos_Tesis_Titulo_2016.pdf
- Valencia, E., Gordillo, L., & Artunduaga, W. (2009). Recuperación parcial . *Revista Ingeniería y Región*, 6(1), 54 - 60. .
- Vergara. (2008). *Tecnificación Agraria y Medioambiental*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=Tecnificaci%C3%B3n+Agraria+y+Medioambiental&oq=Tecnificaci%C3%B3n+Agraria+y+Medioambiental&aqs=chrome..69i57.1490j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>
- Victoria, R., & Piccolo, M. (1992). *O ciclo do nitrogênio*. *Microbiologia do solo.* . Obtenido de <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Viera, Á. (2016). *BOCASHI MÁS HUMUS LÍQUIDO EN UNA MEZCLA FORRAJERA DE Lolium multiflorum, Trifolium pratense y Trifolium repens*. Riobamba.

- Villalobos, L. (2006). *Disponibilidad y valor nutricional del pasto Ray Grass perenne tetraploide en las zonas altas de costa rica* . Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjhgLu_k-_YAhVCiOAKHYVuAX8QFghlMAg&url=http%3A%2F%2Frepositorio.sibdi.ucr.ac.cr%3A8080%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F430%2F1%2F27325.pdf&usg=AOvVaw1K2bosZjRoml
- Villalobos, L., & Sánchez, J. (2018). Contenido macro y micromineral del pasto Ray grass (lollium spp.) en la zona alta de Catargo, Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*.
- Vitousek, P., & Aber, J. (1997). *Human alteration of the global nitrogen cycle sources and consequences*. Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Tapia%20David.pdf>
- Voorburg, J. (1990). Use, recycling and disposal of poultry density. *Proceeding of 8 th European poultry conference 25-28 june*, 89-87.
- Woomer, P. (1998). Carbon sequestration and organic. *Soil Processes and the Carbon Cycle.*, 153-173.

7. ANEXOS

Anexo 1: Resultado del análisis de la pollinaza semidescompuesta



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 agrarprojekt@cablemodem.com.ec
 info@agrارprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: **UTN-301219** Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Sólido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Pollinaza

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuados para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	66.4
Humedad	%	30 - 50	33.6
Densidad (materia fresca, presión 0.1 kg/cm ²)	%	-	345
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	229
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	8.6
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	10.7
Materia Orgánica	%	> 65	75.4
Carbono (C)	%	> 38	43.8
Relación Carbono-Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	19 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	2.31
Fósforo (P)	%	> 0.2	0.96
Potasio (K)	%	> 1.5	2.90
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.75
Calcio (Ca)	%	> 1.5	3.02
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.38
Hierro (Fe)	ppm	-	1610
Manganeso (Mn)	ppm	-	526
Cobre (Cu)	ppm	-	33.4
Zinc (Zn)	ppm	-	284
Boro (B)	ppm	-	79.0

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.
 - = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
 - La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
 - El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 2: Resultado del análisis de la pollinaza compostada



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 agrarprojekt@cablemodem.com.ec
 info@agrارprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: UTN-011119

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Sólido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Compost de Pollinaza

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg)

Análisis	Unidades	*Valores de Orientación: Niveles Adecuados para un Compost de Buena Calidad	Resultado
Materia Seca	%	50 - 70	38.7
Humedad	%	30 - 50	61.3
Densidad (materia fresca, presión 0.1 kg/cm ²)	%	-	609
Densidad Aparente (0% Humedad)	g/litro	> 200	236
pH (Volumen 1:1 1/2)	-	7.0 - 8.5	8.1
Conductividad - CE (Volumen 1:1 1/2)	mS/cm	> 4	9.34
Materia Orgánica	%	> 65	64.2
Carbono (C)	%	> 38	37.3
Relación Carbono- Nitrogeno (C:N)	%	10:1 hasta 20:1	16 : 1
Nitrógeno Total (N)	%	> 2.0	2.36
Fósforo (P)	%	> 0.2	1.54
Potasio (K)	%	> 1.5	2.62
Magnesio (Mg)	%	> 0.2	0.90
Calcio (Ca)	%	> 1.5	3.32
Sodio (Na)	%	< 0.2	0.51
Hierro (Fe)	ppm	-	1930
Manganeso (Mn)	ppm	-	858
Cobre (Cu)	ppm	-	37.8
Zinc (Zn)	ppm	-	298
Boro (B)	ppm	-	76.8

* Fuente: R. Gottschall. Kompostierung ("Compostaje"). Verlag C.F. Mueller, Karlsruhe, Alemania. 295 pp.

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 3: Resultado del análisis de suelo



Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 agrarprojekt@cablemodem.com.ec
 info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt:

UTN-011119

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Pastos
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Lote 1, Zona Cayambe - Moyurco

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

Análisis		Unidades	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Pastos Mixtos - Pastoreo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0.2 - 0.5	0.19
	pH (en H ₂ O)	-	Vol. 1:2	-	6.4
	pH (en KCl)	-	Vol. 1:2	5.5 - 7.5	5.5
Macronutrientes	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	CaCl ₂ 0.01 M	-	11.1
	Amonio (NH ₄ -N)	mg/kg	CaCl ₂ 0.01 M	-	4.2
	(NO ₃ +NH ₄)-N	mg/kg	CaCl ₂ 0.01 M	30 - 50	15.3
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO ₃ 0.5M	20 - 35	9.1
	Potasio (K)	mg/kg	CaCl ₂ 0.01 M	125 - 250	245
	Magnesio (Mg)	mg/kg	CaCl ₂ 0.01 M	45 - 90	129
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0.05 M	400 - 1200	270
	Azufre (SO ₄ -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 20	9.3
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	297
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	4 - 20	14.5
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1.3 - 5.0	3.6
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	2.5 - 10	3.8
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0.15 - 0.60	0.16
Peligro de Salinidad	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	15.3
	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	41.0
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	161

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis. 1390 pp.

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 4: Arado, trazado y nivelado de suelo



Anexo 6: Pruebas de germinación y pesado de semilla por unidad experimental



Anexo 8: Semilla de ray grass y trébol blanco para cada unidad experimental



Anexo 11: Cálculos de requerimientos para la aplicación de las dosis de las fuentes de fertilización

ANALISIS DE SUELO			ANALISIS POLLINAZA COMPOSTADA		ANALISIS POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA		
mg/kg							
Niveles óptimos	Resultado	Diferencia		RESULTADO (%)		RESULTADO (%)	
N	40	15.3	24.7	N	2.36	N	2.31
P	27.5	9.1	18.4	P	1.54	P	0.96
K	187.5	245	-57.5	K	2.62	K	2.9
Mg	67.5	129	-61.5	Mg	0.9	Mg	0.75
Ca	800	270	530	Ca	3.32	Ca	3.02

APLICACIÓN DOSIS				
	POLLINAZA COMPOSTADA	POLLINAZA SEMIDESCOMPUESTA	FERTILIZANTE QUIMICO	
	kg / 9m2	kg / 9m2	kg / 9m2	
ABONO	3,67	3,75		
N			0,19	UREA
P	0,02	0,06	0,14	P2O5
Ca	4,35	4,37	4,65	CaCO3

Anexo 12: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable materia verde

CORTE	TRATAMIENTOS	Medias	E.E.					
1	T3	47.56	4.65	A				
2	T3	42.13	4.65	A	B			
3	T3	35.52	4.65	A	B			
2	T1	33.8	4.65		B			
1	T1	31.36	4.65		B	C		
1	T2	30.95	4.65		B	C		
3	T2	30.6	4.65		B	C		
3	T1	29.87	4.65		B	C	D	
2	T2	29.09	4.65		B	C	D	
3	T4	18.4	4.65			C	D	E
2	T4	17.35	4.65				D	E
1	T4	15.23	4.65					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable porcentaje de materia seca

CORTE	TRATAMIENTOS	Variable	Media	E.E.
1	T1	% Materia seca	13.67	0.33
1	T2	% Materia seca	14.33	0.33
1	T3	% Materia seca	13.00	0.00
1	T4	% Materia seca	17.33	2.40
2	T1	% Materia seca	16.67	0.33
2	T2	% Materia seca	14.67	0.88
2	T3	% Materia seca	15.33	0.33
2	T4	% Materia seca	18.00	0.00
3	T1	% Materia seca	18.67	1.20
3	T2	% Materia seca	22.67	0.88
3	T3	% Materia seca	19.00	0.58
3	T4	% Materia seca	24.33	1.45

Anexo 14: Resultado del análisis de contenido mineral en la mezcla forrajera

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: UTN-300920

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS				
Tipo de Muestra:	Hojas			
Cultivo:	Pastos / Forraje			
Número de Muestra:	# 1	# 2	# 3	# 4
Información Proporcionada por el Cliente:	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µm/g)

Análisis	Unidades	* Niveles normales de Pastos Mielos (mezcla de diferentes especies forrajeras)	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Nitrógeno Total (N)	%	2.60 – 5.00	1.59	1.54	2.72	1.82
Fósforo (P)	%	0.35 – 0.60	0.33	0.32	0.32	0.23
Potasio (K)	%	2.00 – 3.50	3.12	3.14	3.78	3.10
Magnesio (Mg)	%	0.20 – 0.60	0.20	0.22	0.23	0.23
Calcio (Ca)	%	0.60 – 1.20	0.49	0.48	0.51	0.43
Azufre (S)	%	0.25 - 0.55	0.13	0.15	0.19	0.14
Sodio (Na)	%	0.02 – 0.20	0.06	0.05	0.20	0.04
Hierro (Fe)	ppm	80 – 250	150	186	224	164
Manganeso (Mn)	ppm	50 – 150	24.6	29.4	33.8	35.4
Cobre (Cu)	ppm	5 – 12	4.5	3.3	4.5	3.5
Zinc (Zn)	ppm	20 – 70	10.9	10.6	17.3	11.5
Boro (B)	ppm	15 – 50	27.6	43.0	30.6	52.4

* Fuente: G. Bryson, 2014. Plant Analysis Handbook II, 571 pp.

* Estado de Desarrollo: crecimiento nuevo, todo el foliaje.

-- No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este Informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de Los resultados. No procede copia.

Anexo 15: Medias ajustadas y errores estándares para grupo*tratamiento para la variable composición botánica

GRUPO	TRATAMIENTOS	Medias	E.E.				
raygrass	T2	91.76	4.6	A			
raygrass	T1	90.84	4.6	A	B		
raygrass	T3	86.82	4.6	A	B		
raygrass	T4	78.42	4.6		B		
arvenses	T4	20.13	4.93			C	
arvenses	T3	12.37	4.93			C	
arvenses	T1	8.62	4.93			C	
arvenses	T2	7.46	4.93			C	
trebolb	T4	1.45	0.41				D
gramineas	T3	0.61	0.39				D
trebolb	T2	0.55	0.41				D
trebolb	T1	0.53	0.41				D
gramineas	T2	0.22	0.39				D
trebolb	T3	0.20	0.41				D
gramineas	T1	0.00	0.39				D
gramineas	T4	0.00	0.39				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 16: Medias ajustadas y errores estándares para cortes*grupo para la variable composición botánica

CORTES	grupo	Medias	E.E.				
3	raygrass	97.56	3.99	A			
2	raygrass	95.61	3.99	A			
1	raygrass	67.71	3.99		B		
1	arvenses	31.26	4.27			C	
2	arvenses	3.50	4.27				D
3	arvenses	1.67	4.27				D
2	trebolb	0.89	0.37				D
3	trebolb	0.77	0.37				D
1	gramineas	0.63	0.35				D
1	trebolb	0.4	0.37				D
3	gramineas	0.0	0.35				D
<u>2</u>	gramineas	0.0	0.35				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 17: Medias ajustadas y errores estándares para corte*tratamiento para la variable días al corte

CORTE	TRATAMIENTOS	Variable	Media	E.E.
1	T1	DIAS	60.33	2.33
1	T2	DIAS	58.67	1.33
1	T3	DIAS	63.00	2.00
1	T4	DIAS	75.00	0.00
2	T1	DIAS	53.33	0.88
2	T2	DIAS	52.00	2.00
2	T3	DIAS	51.00	2.08
2	T4	DIAS	63.00	1.00
3	T1	DIAS	41.67	0.88
3	T2	DIAS	39.33	0.67
3	T3	DIAS	46.00	1.00
3	T4	DIAS	50.33	0.33