

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍAS EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



USO DEL PINO (*Pinus sylvestris*) COMO BIOESTIMULANTE PARA UNA MEZCLA FORRAJERA DE *Lolium perenne*, *Trifolium repens* Y *Plantago major*, EN EL CANTÓN ESPEJO, CARCHI

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatín

DIRECTOR

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.

Ibarra, febrero, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**USO DEL PINO (*Pinus sylvestris*) COMO BIOESTIMULANTE PARA UNA
MEZCLA FORRAJERA DE *Lolium perenne*, *Trifolium repens* Y *Plantago major*, EN EL
CANTÓN ESPEJO, CARCHI**

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

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

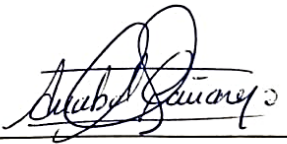
DIRECTOR



FIRMA

Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, PhD.

ASESORA



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 de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0450097845		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quelal Cuatin Lizbeth Jasmin		
DIRECCIÓN:	Espejo, La Libertad, barrio San Isidro		
EMAIL:	ljuelalc@ut.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	0959943695	TELÉFONO MÓVIL:	0959943695

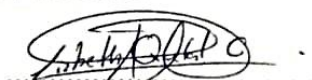
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Uso del pino (<i>Pinus sylvestris</i>) como bioestimulante para una mezcla forrajera de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Plantago major</i> , en el Cantón Espejo, Carchi
AUTORA:	Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin
FECHA:	11/02/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera agropecuaria
DIRECTOR:	Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que 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 11 días del mes de febrero de 2025

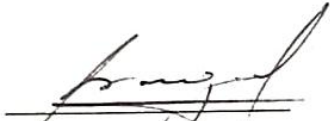
EL AUTOR:


.....
Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 11 días del mes de febrero de 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aragón', written over a horizontal line.

Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UT

Fecha: Ibarra, a los 11 días del mes de febrero del 2025

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin: Uso del pino (*Pinus sylvestris*) como bioestimulante para una mezcla forrajera de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Plantago major*, en el Cantón Espejo, Carchi

Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 11 días del mes de febrero del 2025 61 páginas.

DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto del uso potencial del pino (*Pinus sylvestris*) como bioestimulante para una mezcla forrajera de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Plantago major*, en el cantón Espejo, Carchi.


Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Caracterizar la composición nutricional del bioestimulante a partir de las acículas de pino.
- Determinar el comportamiento agronómico del a mezcla forrajera bajo las distintas dosis del bioestimulante de las acículas de pino.



Ing. Juan Pablo Aragón, MSc.

Director de Trabajo de Grado



Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin

Autora

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme ser parte de la Universidad Técnica del Norte y ser una gran profesional.

Un profundo agradecimiento a mi directo Msc. Juan Pablo Aragón y a mi asesora PhD. Magaly Cañarejo Antamba por inculcar en mí sus conocimientos y sabidurías.

La vida es hermosa y una de las principales características es que podemos compartir y disfrutar con las personas que amamos.

Gracias familia y amigos quienes me brindaron su confianza, bondad y apoyo.

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por haberme dado la salud y sabiduría en el transcurso de mi vida universitaria.

Un agradecimiento inmenso a mis queridos padres, Edgar Quelal y Carmen Cuatin por su esfuerzo y apoyo incondicional, por ser mi pilar fundamental en este proceso universitario.

A mis queridas hermanas Liliana y Marcia Quelal Cuatin, por apoyarme en cada una de mis decisiones y brindarme sus consejos.

A mi sobrino Nicolas Quelal, que con su sonrisa me alegraba el día a día.

Gracias infinitas a mis amistades universitarias y a todas las personas que me apoyaron para alcanzar esta meta.

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema de la investigación	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.5. Hipótesis	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Clasificación de las pasturas	5
2.1.1 Gramíneas o poáceas.....	5
2.1.2 Leguminosas o Fabáceas.....	6
2.1.3 Adventicias	6
2.2. <i>Pastos para mezcla forrajera en la Sierra Ecuatoriana</i>	6
2.2.1 Ray Grass perenne (<i>Lolium perenne</i>)	7
2.2.2 Llantén (<i>Plantago major</i>)	7
2.2.3 Trébol (<i>Trifolium</i>).....	8
2.3. Bioestimulantes utilizados en pasturas	9
2.3.1 <i>Efecto de los bioestimulantes en los cultivos</i>	9
2.3.2 <i>Clasificación de los bioestimulantes</i>	10
2.4. Bioestimulante a partir de acículas de pino	12
2.4.1 <i>Contenido nutricional de las acículas de pino</i>	12
2.5. Marco legal	13
CAPÍTULO III.....	15

MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1. Descripción del área de estudio	15
3.2. Materiales.....	16
3.3. Métodos utilizados en la investigación	16
3.3.1 Factores en estudio	17
3.3.2 Tratamientos	17
3.3.3 Diseño experimental	17
3.3.4 Características del experimento	18
3.3.5 Análisis estadístico.....	19
3.3.6 Variables evaluadas	19
3.3.6.2 Producción de materia verde.....	19
3.3.6.3 Producción de materia seca.....	19
3.3.6.4 Altura de la planta.....	20
3.3.6.5 Número de macollos.....	20
3.4 Manejo del experimento	21
3.4.1 Obtención del bioestimulante	21
3.4.2 Establecimiento del experimento	22
3.4.3 Preparación del terreno.....	22
3.4.4 Delimitación de parcelas	22
3.4.5 Ajustes de semilla.....	23
3.4.6 Germinación	23
3.4.7 Siembra	24
3.4.8 Deshierbes.....	24
3.4.9 Riego	25
3.4.10 Fertilización.....	25
3.4.11 Cosecha.....	25
CAPÍTULO IV.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Contenido nutricional.....	26
4.2 Producción de materia verde.....	27
4.3 Producción de materia seca.....	30
4.4 Altura de la planta.....	31
4.5 Variable número de macollos	35
CAPÍTULO V	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37

5.1 Conclusiones	37
5.2 Recomendaciones	37
REFERENCIAS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Clasificación Taxonómica del Ray grass Perenne</i>	7
Tabla 2	<i>Clasificación taxonómica de Llantén (Plantago major),</i>	8
Tabla 3	<i>Clasificación taxonómica del Trébol (Trifolium)</i>	9
Tabla 4	<i>Descripción de características geográficas y edafoclimáticas del área de estudio</i>	16
Tabla 5	<i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados durante la experimentación en campo</i>	16
Tabla 6	<i>Tratamientos a evaluados en la investigación</i>	17
Tabla 7	<i>Características de la unidad experimental</i>	18
Tabla 8	<i>Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Bloques Completos al Azar</i>	19
Tabla 9	<i>Contenido nutricional del bioestimulante</i>	26
Tabla 10	<i>ADEVA para la variable materia verde de la investigación sobre el uso potencial de pino como bioestimulante sobre una mezcla forrajera</i>	27
Tabla 11	<i>Pruebas de medias para la variable producción de materia verde por cortes</i>	28
Tabla 12	<i>Resultados para la variable producción de materia seca</i>	31
Tabla 13	<i>Análisis de varianza para la variable altura de la planta</i>	35
Tabla 14	<i>Análisis de varianza para la variable número de macollos</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Morfología de las gramíneas</i>	5
Figura 2 <i>Morfología de las leguminosas</i>	6
Figura 3 <i>Contenido nutricional de las acículas de pino</i>	13
Figura 4 <i>Ubicación del área de estudio</i>	15
Figura 5 <i>Diseño experimental en Bloques Completos al azar</i>	18
Figura 6 <i>Diagrama de operacionalidad para la obtención del bioestimulante</i>	21
Figura 7 <i>Preparación del terreno con maquinaria</i>	22
Figura 8 <i>Delimitación de parcelas de estudio</i>	23
Figura 9 <i>Germinación de semillas utilizadas en la investigación</i>	23
Figura 10 <i>Siembra de la mezcla forrajera en las unidades experimentales</i>	24
Figura 11 <i>Deshierbes en la parcela de investigación</i>	24
Figura 12 <i>Riego por aspersión de la mezcla forrajera</i>	25
Figura 13 <i>Resultados para la variable producción de materia verde</i>	28
Figura 14 <i>Resultados de análisis estadísticos para la variable altura - Primer corte</i>	32
Figura 15 <i>Resultados de análisis estadísticos para la variable altura -Segundo corte</i>	33
Figura 16 <i>Resultados de análisis estadísticos para la variable altura - Tercer corte</i>	34
Figura 17 <i>Resultados estadísticos para la variable número de macollos</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 . Metodología de análisis para determinar el contenido nutricional del extracto de acículas de pino	42
Anexo 2 . Resultados de análisis nutricional en un litro de extracto de pino.....	43
Anexo 3 . Análisis de suelo previo a la instalación de la investigación	44
Anexo 4. Muestras de materia seca obtenidas luego del proceso de deshidratación.....	45
Anexo 5. Muestras de producción de materia verde.....	45
Anexo 6. Proceso de molienda de acículas de pino para obtención de harina.	46
Anexo 7. Proceso de macerado con etanol 70% y agua 30% para obtención del extracto ..	46

USO DEL PINO (*Pinus sylvestris*) COMO BIOESTIMULANTE PARA UNA MEZCLA FORRAJERA DE *Lolium perenne*, *Trifolium repens* Y *Plantago major*, EN EL CANTÓN ESPEJO, CARCHI

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatin

Universidad Técnica del Norte

Correo: ljquelalc@ut.edu.ec

RESUMEN

El empleo de bioestimulantes agrícolas aplicado solo o en mezcla sobre plantas o semillas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas buscando mejorar el vigor del cultivo, como también el rendimiento y calidad de la cosecha. El objetivo de estudio fue evaluar el efecto del uso potencial del pino (*Pinus sylvestris*) como bioestimulante para una mezcla forrajera de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Plantago major*, en el cantón Espejo, Carchi. Las variables evaluadas fueron: contenido nutricional producción de materia verde, producción de materia seca, altura de la planta y número de macollos. El bioestimulante fue obtenido mediante el método de maceración a una proporción 70:30 (etanol: agua, v/v), las dosis utilizadas fueron tres: 7 ml L⁻¹; 5 ml L⁻¹; 3 ml L⁻¹. Al realizar el análisis en laboratorio se determinó que el extracto vegetal contiene macro y micronutrientes siendo más evidente la presencia de macronutrientes, mientras que para las variables agronómicas los resultados estadísticos presentan superioridad en el T1 con 39.8 t ha⁻¹ para la variable materia verde. Con respecto a la producción de materia seca presentó superioridad en el tercer corte con 7.36 t ha⁻¹, mientras que para la altura de la planta de ray grass el T2 (manejo convencional+ pinoD1) alcanzó 40.84 cm, siendo el de mayor altura, seguido del trébol y llantén, del T1 (manejo convencional) con valores 34.82 cm y 23.59 cm respectivamente. Finalmente, la variable número de macollos evidenció mayor producción en el T1 con 4 macollos por planta. El extracto alelopático de acículas de pino aplicado en bajas cantidades podría ser una alternativa eficaz para el desarrollo y producción de los pastos.

Palabras claves: acículas, macollos, extracto, bioestimulante, alelopática

USE OF PINE (*Pinus sylvestris*) AS A BIOSTIMULANT FOR A FORAGE MIXTURE OF *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Plantago major*), IN CANTON ESPEJO, CARCHI

Lizbeth Jasmin Quelal Cuatín

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Email: ljquelalc@ut.edu.ec

ABSTRACT

The use of agricultural biostimulants applied alone or in mixture on plants or seeds acts on the physiology of the plant in different ways seeking to improve crop vigor, as well as yield and quality of the harvest. The objective of the study was to evaluate the effect of the potential use of pine (*Pinus sylvestris*) as a biostimulant for a forage mixture of *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Plantago major*, in the Espejo canton, Carchi. The variables evaluated were: nutritional content, green matter production, dry matter production, plant height and number of tillers. The biostimulant was obtained by the maceration method at a ratio of 70:30 (ethanol: water, v/v), the doses used were three: 7 ml L⁻¹; 5 ml L⁻¹; 3 ml L⁻¹. When performing the laboratory analysis, it was determined that the plant extract contains macro and micronutrients, with the presence of macronutrients being more evident, while for the agronomic variables the statistical results show superiority in T1 with 39.8 t ha⁻¹ for the green matter variable. Regarding the production of dry matter, it presented superiority in the third cut with 7.36 t ha⁻¹, while for the height of the ryegrass plant, T2 (conventional management + pine D1) reached 40.84 cm, being the tallest, followed by clover and plantain, from T1 (conventional management) with values 34.82 cm and 23.59 cm respectively. Finally, the variable number of tillers showed greater production in T1 with 4 tillers per plant. The allelopathic extract of pine needles applied in low quantities could be an effective alternative for the development and production of grasses.

Keywords: needles, phytotoxicity, extract, biostimulant, allelopathic

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los pastizales y el pastoreo respaldan los medios de vida y la seguridad alimentaria de millones de personas y prestan servicios multifuncionales basados en la naturaleza. Además, los pastizales y el pastoreo saludables y productivos tienen un gran potencial para contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible (FAO, 2020). Los pastos enfrentan a varios desafíos y amenazas, incluidas las sequías, la degradación, la presión sobre la tierra y la disminución o pérdida de fertilidad en el suelo. El uso consecutivo de productos químicos hace que se aceleren los procesos de degradación del suelo (Etchevers et al. 2021).

León et al. (2018) mencionan que a nivel mundial las cifras estiman que el 26 % de la superficie terrestre del mundo y el 70% de las tierras agrícolas están cubiertas por pastizales que son el sustento de más de 800 millones de personas. También son una fuente importante de alimento para el ganado, hábitats para la vida silvestre y protegen el medio ambiente.

Para disminuir el uso de productos químicos, se ha considerado el uso de bioestimulantes vegetales. El Consejo Europeo de la Industria de Bioestimulantes (EBIC) los define como "sustancias y/o microorganismos que, aplicadas a plantas o a la rizosfera, favorecen a la estimulación de procesos naturales, mejorando/beneficiando la absorción de nutrientes, la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo" (Borrallo, 2020).

Finalmente, entre la clasificación de los bioestimulantes se encuentran los extractos obtenidos de plantas que contengan macro o microelementos como también, aminoácidos o ácidos orgánicos (Chavez et al. 2019). En este contexto Helmisaari (1990), determinó que, existen concentraciones de macronutrientes (N, P, K) en las acículas de los pinos como también concentraciones de micronutrientes (Mg, Mn, Cu, Zn, Fe, B). Los extractos se pueden obtener a través de diferentes métodos y ser usados en el ámbito agropecuario para la creación de bioinsumos (Marchese & Filiponne, 2018).

El uso de bioestimulantes en la actualidad ha generado beneficio en el rendimiento y producción de las especies evaluadas, esto se logró evidenciar en la investigación realizada por Zarate (2020), en la que se determinó el uso de los bioestimulantes para evaluar el rendimiento pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*). Los resultados obtenidos fueron positivos ya que aumentó la producción de materia seca y verde del cultivo. En este contexto se lograron

evidenciar resultados similares en la investigación realizada por Veloz (2022) en la que evaluó bioestimulantes sobre la producción de forraje en el pasto saboya (*Megathyrsus maximus jacq.*) en la que el uso de bioestimulantes permitió incrementar su desarrollo y rendimiento.

El uso de bioestimulantes obtenidos de extractos de plantas como por ejemplo el pino ha generado efectos beneficiosos en los cultivos. En la investigación realizada por, Alvarado et al. (2020), en la que se evaluó el efecto preemergente de un extracto de *Pinus sp.* en diferentes especies de invernadero, considerando que el extracto de pino puede presentar actividad herbicida.

Los extractos alelopáticos muchas veces pasan por hormesis, el cual es el proceso por el cual la exposición a una dosis baja de un agente químico o bien un factor ambiental, que es dañino a dosis altas, induce una respuesta adaptativa y/o un efecto benéfico en la célula o el organismo. Resultados similares se pudieron observar en la investigación realizada por Ballen, (2021) en la cual se determinó la descomposición de acículas de pino con ayuda de lombrices para producción de humus, este sustrato fue integrado al suelo para producción de plántulas de diferentes especies, el cual ayudo y benefició a la planta en la variable crecimiento.

1.2. Problema de la investigación

El exceso de biomasa en el suelo producido por la acumulación de acículas de pino tiende a incrementar los riesgos a incendios forestales, la acumulación en el suelo causa efectos negativos sobre la regeneración natural, así como la disminución de la riqueza y diversidad de especies, reciclado de nutrientes y fertilidad de los suelos (Ballen, 2021). La sombra debajo de sus copas impide el crecimiento de plantas, sumado al sepultamiento de las semillas en los colchones de hojarasca, las cuáles difícilmente pueden germinar con poca luz, agua y nutrientes. Helmisaari (1990) menciona la importancia de las acículas debido al contenido de macro y micro nutrientes, los cuales ayudan al desarrollo de las plantas y reducen el uso de fertilizantes químicos.

Los fertilizantes químicos comprenden compuestos químicos refinados o procesados, utilizados para ayudar a las plantas a crecer. Sin embargo, los fertilizantes no ayudan al suelo en el que crecen, al contrario, pueden causarle un gran daño, uno de ellos es el deterioro de la estructura del suelo y microfauna. El uso y la aplicación de nutrientes como el nitrógeno, el cual es uno de los nutrientes primarios y que se ha convertido en la principal limitante para la productividad agrícola (Pezo, 2018).

Como menciona Túquerez (2021) la alta fertilización nitrogenada que se da, específicamente en pastos, hace que se genere un aumento de la población de microorganismos, en cantidades excesivas. Estos microorganismos, en lugar de ayudar a las plantas las perjudica, ya que se consume toda la materia orgánica y los nutrientes en el suelo circundante. Así mismo, puede afectar a las aguas subterráneas con altas concentraciones de nitratos, los cuales son altamente peligrosos para la salud tanto humana como animal ocasionando enfermedades de alto riesgo.

1.3. Justificación

El mal uso de productos químicos en la agricultura, ya sean fertilizantes químicos o fungicidas, ha afectado gravemente el ecosistema agrícola y ha resultado en la contaminación del suelo, el agua, los alimentos (Trujillo, 2015). Además, provoca un desequilibrio en la nutrición de las plantas, afecta el equilibrio ecológico e inhibe el crecimiento de bacterias del suelo. También, se ha observado que las plagas desarrollan resistencia a los pesticidas e incluso la aparición de nuevas especies, todo lo cual ha llevado a un aumento en el uso de bioestimulantes en la agricultura (López et al., 2021).

La fertilización en los pastizales se considera una estrategia importante para la intensificación sostenible de los sistemas ganaderos ya que aumenta la producción de biomasa de pastos a corto plazo y mantiene la fertilidad del suelo a medio y largo plazo (Trujillo, 2015). Por otro lado, aplicar esta práctica requiere inversiones que afectan los costos de producción. Sin embargo, los productores podrán lograr mayores rendimientos si la planificación de la fertilización se basa en maximizar la fertilidad natural del suelo, comprender los cultivos forrajeros y las necesidades de fertilizantes como también el manejo inteligente del ciclo de nutrientes (Pezo, 2018).

Según, Productos Bioestimulantes (2023), los compuestos que se encuentran en los bioestimulantes vegetales sirven de ayuda a las plantas ya que buscan impulsar el desarrollo y el metabolismo de los cultivos. Con esto se busca afrontar condiciones de adversidad como estrés ocasionado por el ambiente, plagas o enfermedades. También pueden contener sustancias, compuestos y microorganismos los cuales, al ser aplicados a las plantas o la rizosfera, permite incrementar el desarrollo, el vigor, el rendimiento y la calidad del cultivo. Mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas al estrés biótico y abiótico (Traxco, 2018). La búsqueda de alternativas con bioestimulantes, biofertilizantes o bioproductos, constituyen una alternativa para promover incrementos en el rendimiento de diferentes cultivos (Quintero et al., 2018).

Es por esto que la investigación busca el desarrollo del bioestimulante a partir de acículas de pino considerando que, estos extractos presentan procesos de hormosis en el cual un herbicida sometido a bajas concentraciones actúa de manera favorable para el cultivo incentivando su crecimiento. Alvarado et al. (2020), recomienda realizar investigaciones utilizando extracto de pino en variables agronómicas.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del uso potencial del pino (*Pinus sylvestris*) como bioestimulante para una mezcla forrajera de *Lolium perenne*, *Trifolium*, *Plantago major*, en el cantón Espejo, Carchi.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar la composición nutricional del bioestimulante a partir de las acículas de pino.
2. Determinar el comportamiento agronómico del a mezcla forrajera bajo las distintas dosis del bioestimulante de las acículas de pino.

1.5. Hipótesis

H₀: El resultado de los tratamientos no muestra efecto sobre sobre los parámetros agronómicos de la mezcla forrajera.

H_a: Al menos uno de los tratamientos presenta un resultado diferente sobre los parámetros agronómicos de la mezcla forrajera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Clasificación de las pasturas

2.1.1 Gramíneas o poáceas

Gramineae es una de las familias de plantas vasculares más importantes porque incluye una gran cantidad de especies y ha ganado importancia económica y ecológica en los últimos años. A nivel mundial, esta familia ocupa el tercer lugar en términos de género después de *Compositae* y *Orchidaceae*, ocupando el quinto lugar en términos de especie después de *Compositae*, *Orchidaceae*, *Fabaceae* y *Rubiaceae*. También ocupan el primer lugar desde el punto de vista económico, ya que ciertas especies utilizan granos como materia prima para la producción de caña de azúcar, forraje y herbívoros silvestres (Giraldo, 2013).

Figura 1

Morfología de las gramíneas, información obtenida de Bolaños, (2021)

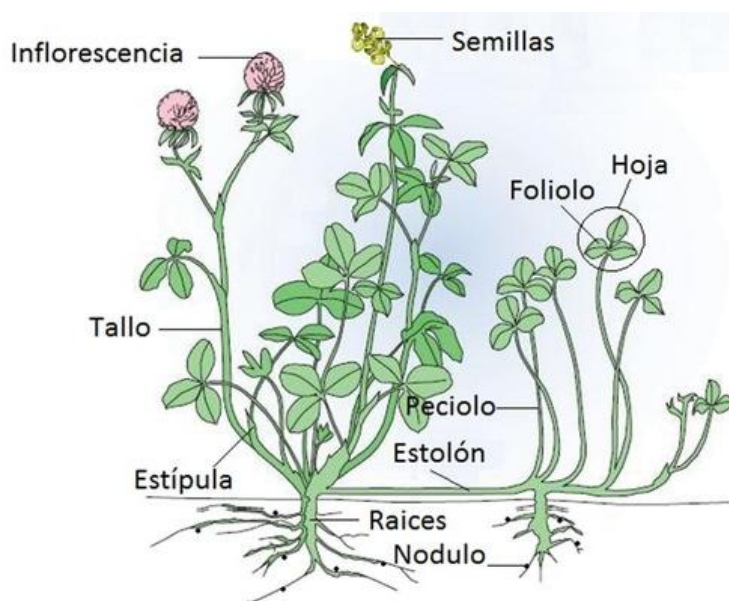


2.1.2 Leguminosas o Fabáceas

Por lo general son herbáceas, pero en algunas condiciones son árboles y arbustos (bosques o bosques nativos de pastoreo). Son más exigentes que las gramíneas, especialmente las plantas herbáceas. Producen menos materia seca por hectárea, pero un mayor nivel de proteína bruta, por lo que se incluyen en la dieta para cubrir esta parte de las necesidades del animal y en menor medida los requerimientos energéticos (Jewsbury, 2016).

Figura 2

Morfología de las leguminosas, información obtenida de Pincay, (2023)



2.1.3 Adventicias

“Las plantas adventicias o mejor conocidas como malas hierbas, son aquellas plantas que se desarrollan entre un cultivo sin haber sido plantadas por una persona. Se conoce que son plantas de ciclos rápidos, anuales, ya que así pueden pasar la época más desfavorable como semilla, evitando tener que invertir materia y energía” (AgroFood, 2019).

2.2. Pastos para mezcla forrajera en la Sierra Ecuatoriana

Las pasturas en la región Sierra del Ecuador se caracterizan principalmente por contar con especies y variedades forrajeras que actúan en beneficio de la nutrición animal y el rendimiento de forraje verde y seco (Tayan, 2023). Las ventajas de sembrar juntas, gramíneas, leguminosas y adventicias son diversas, siendo las principales las siguientes:

- La diferente profundidad de las raíces y altitud a que llegan las especies permite que utilicen al máximo los elementos nutritivos del suelo y de la atmósfera.
- Los efectos de la sequía, del exceso de humedad, plagas, etc., son menos notorios.
- El forraje de las mezclas es más apetecido por el ganado que cuando se trata de una siembra pura.

2.2.1 Ray Grass perenne (*Lolium perenne*)

Raigrás perenne como su nombre lo dice, es una especie de ciclo vegetativo perenne de corta duración, se asume su origen a la Zona templada de Asia y del norte de Europa y es cultivado en gran parte del mundo. Puede llegar alcanzar una altura de 60cm con un manejo técnico adecuado, presenta una coloración verde brillante, tiene hojas angostas y numerosas que miden de 28-30 centímetros de alto (kdgonzales, 2020).

Es una gramínea perenne de importancia en la creación de céspedes y en la producción de forrajes en lugares de clima templado y subtropical. Tiene el potencial de producir gran cantidad de biomasa de buena calidad y apetecible para el ganado, pero necesita suelos con niveles altos de fertilidad y es sensible a la sequía y al exceso de agua (Agroactivo, 2023).

Las características taxonómicas que presenta el ray grass perenne se observan en la Tabla 1.

Tabla 1

Clasificación Taxonómica del Ray grass Perenne, datos obtenidos de Velasco, (2011)

Clasificación taxonómica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliphyta
Clase:	Liliopsida
Orden	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Lolium
Especie:	L. perenne

2.2.2 Llantén (*Plantago major*)

“El llantén también conocido como llantén de hoja ancha (*Plantago major*) es originario de Europa y ciertas partes de Asia. Es una planta con hojas y semillas comestibles que tiene usos medicinales desde hace mucho tiempo. Esta planta perenne produce flores verdosas

que florecen con la llegada de la primavera. Posee hojas grandes de forma ovalada que se pueden comer crudas o cocidas. En su recolección interesan principalmente, las hojas, aunque hay quien utiliza la planta entera” (Casapia, 2022).

Según la bibliografía citada por Hernandez (2022), en Nueva Zelandia se ha evaluado la hierba *Plantago lanceolata* L. como una especie forrajera con potencial antihelmíntico. Es palatable y nutritiva para ovinos y bovinos, posee niveles de altos minerales, destacando el calcio, 25 cobre y cobalto. Contiene componentes biológicamente activos con propiedades antihelmínticas, antibacterianas, antiinflamatorias y antitumorígenas.

La clasificación taxonómica según la Tabla 2, es la siguiente:

Tabla 2

Clasificación taxonómica de Llantén (Plantago major), datos obtenidos de Gianto, (2021)

Clasificación taxonómica	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División	Fanerógama- Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia	Plantaginaceae

2.2.3 Trébol (*Trifolium*)

Es una planta herbácea anual o perenne de vida corta perteneciente a una de las familias más heterogéneas y cosmopolita que existe en el reino vegetal, la familia de las Fabaceae o leguminosas. Es una de las especies forrajeras más importantes de las zonas templadas de todo el mundo, que produce gran cantidad de forraje de altísima calidad. Es usado en las dietas alimenticias de los herbívoros principalmente los bovinos por su cantidad de nutrientes. Se propaga por semillas y estolones, siendo estos últimos de forma radial sobre la superficie del suelo y que están formados por entrenudos, que dan lugar al crecimiento lateral de la planta, y por nudos, que dan lugar a las hojas y raíces (Dpto.Agronomía 2023).

Según Sanchez (2013), es una leguminosa perenne con abundante producción de estolones que enraízan en los nudos. Esta fija nitrógeno atmosférico; su crecimiento es rastrero; se adapta bien al pastoreo; crece desde los 1800 y 3200 msnm, con un rango de PH 5,5 a 6,5, con una

temperatura de 4°C a 21 °C y una precipitación de 300 a 2100 mm/año. Con un clima sub cálido, templado y frío, se adapta bien en suelos Francos a arcillosos, utilizando para la siembra al voleo de 8-12 kg ha-1.

La clasificación taxonómica del trébol se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Clasificación taxonómica del Trébol (Trifolium), datos obtenidos de García, (2019)

Clasificación taxonómica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophita
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Fabaceae
Género:	Trifolium

2.3. Bioestimulantes utilizados en pasturas

En la literatura mencionada por García (2017), un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que contengan sustancias o minerales imprescindibles para el fortalecimiento de las plantas y su desarrollo. Al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia. Por extensión, también se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos.

Salisbury & Cleon (2018) manifiestan que, los bioestimulantes son compuestos orgánicos sintetizados en una parte de la planta y translocados a otra, que cuando se presentan en concentraciones bajas se reflejan en la parte fisiológica de la planta. Actualmente en ciertos centros de estudio se han utilizado diversas sustancias las cuales tienen efecto similar a las hormonas naturales. Así mismo, contienen macro y micronutrientes como también ácidos orgánicos, aminoácidos.

2.3.1 Efecto de los bioestimulantes en los cultivos

Los bioestimulantes son una alternativa para disminuir el uso de los fertilizantes ya que sirven como potencializadores de la fertilización. El resultado del uso de bioestimulantes es la reducción de egresos de productores, para producir ingresos futuros, los cuales ayudaran a la

economía de las familias campesinas, quienes se dedican a producir alimentos que dan abastecimiento a las ciudades (Vasconcelos et al. 2021).

De acuerdo con (Solis, 2020), los bioestimulantes orgánicos brindan los siguientes beneficios:

- Germinación más rápida y completa,
- Mejoran los procesos fisiológicos como: fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas
- Ayudan el desarrollo y multiplicación celular
- Incrementan el volumen y masa radicular
- Mejoran la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo
- Aumenta la resistencia de la planta a condiciones ambientales adversas, plagas y enfermedades
- Participan activamente en mecanismos de recuperación de plantas expuestas al estrés
- Incremento de la producción y calidad de las cosechas

2.3.2 Clasificación de los bioestimulantes

Respecto a lo mencionado por Borrillo (2020), la clasificación de los bioestimulantes es la siguiente.

a) Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos sintetizan las reservas de energía bioquímica disponible cuando el suelo se encuentra en condiciones de estrés, mientras que las huminas son una reserva de materia y energía que impiden la degradación del suelo. La degradación (oxidación) de las sustancias húmicas genera grandes cantidades de dióxido de carbono, ácido acético, ácido oxálico, etc., derivado de los grupos carboxílicos y fenólicos que las componen, y que les confiere su carácter ácido. Los ácidos fúlvicos son las sustancias húmicas de mayor acidez comparado con los ácidos húmicos y huminas (Fertilab, 2017).

b) Hongos benéficos

Los bioestimulantes a base de hongos estimulan el rendimiento de los cultivos, además de promover la eficiencia nutricional y preparar a la planta para soportar el estrés. Los principales hongos utilizados son a las micorrizas, los cuales se han visto asociados con organismos fijadores de nitrógeno, además, entre sus funciones esta proteger a las raíces de hongos patógenos y nematodos. Así mismo, el *Trichoderma* spp, la cual ha sido implementada gracias a su gran capacidad bioplaguicida, y también ayuda al crecimiento y morfogénesis de los órganos de los cultivos (Albrecht, 2019).

c) Bacterias benéficas

Dentro del grupo de bioestimulantes se encuentran especies perteneciente a los géneros *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Xanthomonas*, *Azotobacter*, *Burholderia*, *Bacillus* y *Saccharomyces*. Se encuentran comúnmente en suelos y plantas donde tienen un papel importante en el ciclo del carbono y nitrógeno. También ejercen un efecto bioestimulante sobre las plantas a la solubilización de fósforo y a la sinérgica con microorganismos diferencias en el desarrollo de la raíz fibrosa absorbente de plantas.

El uso a gran escala de estos microorganismos como biofertilizantes o bioestimulantes en cualquier sistema de producción agrícola traería grandes beneficios en cuanto a los efectos positivos en las plantas (Albrecht, 2019). Por tanto, son similares a los de un fertilizante químico, pero mejorando la estructura del suelo, a la vez que no presenta impacto ecológico perjudicial en el ambiente ni en la salud humana.

d) Extractos de algas marinas

Los extractos de algas marinas contienen sustancias bioestimulantes como polisacáridos, fitohormonas y micronutrientes capaces de estimular el crecimiento vegetal y ofrecer una mayor protección frente a diferentes tipos de estrés abiótico y biótico. Los extractos de algas tienen efectos sobre el microbiota del suelo ya que modifican ciertas propiedades de este como la actividad enzimática, aireación y retención de agua, favoreciendo la proliferación de microorganismos como hongos micorrízicos o bacterias fijadoras de nitrógeno (Gonzales, 2020). A nivel celular, se han identificado diferentes genes de respuesta al estrés abiótico y biótico, así como genes propios del crecimiento y elongación celular cuya expresión se ve modulada por la aplicación de extractos de algas.

e) Extractos de plantas

Según Nápoles et al., (2021) la principal ventaja que presenta el uso de extractos vegetales crudos o compuestos derivados de plantas es que usualmente contienen más de un compuesto bioactivo y, en consecuencia, la resistencia que los patógenos desarrollan es menor ya que tienen acción sobre diferentes procesos metabólicos. En cuanto a extractos de plantas superiores, los aleloquímicos están recibiendo cada vez más atención como bioestimulantes en el contexto de la agricultura sustentable (Hernandez, 2022).

Los extractos de las plantas se han evidenciado estimuladores del desarrollo fisiológico y de los mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades. Valles, (2022) menciona que los

extractos vegetales aplicados de forma foliar contribuyen a la nutrición de las plantas, volviéndolas más vigorosas debido al contenido de nitrógeno que estas contienen. Entre los beneficios que presentan los extractos vegetales se encuentran los siguientes:

- Acción rápida y eficiente
- Baja toxicidad a mamíferos
- Selectividad
- Baja fitotoxicidad
- Pueden ser utilizados en agricultura orgánica
- No genera resistencia
- Son biodegradables

2.4. Bioestimulante a partir de acículas de pino

Las acículas de pino es algo que la mayoría de nosotros suele relacionar al abono y a la fertilización del suelo, ya que normalmente se usan para esto debido a las altas dosis nutritivas que contienen para la tierra (Delgado, 2010). Los bioestimulantes de acículas de pino son de origen vegetal, su uso no es muy extensivo, la aplicación de este favorece (WIEGAND, 1999),:

- El desarrollo radicular
- Permite mejorar el vigor de las plantas
- Conserva bien el agua del suelo.
- La supresión de malas hierbas
- La adición de nutrientes al suelo
- la moderación de la temperatura del suelo

Además, las acículas de pino son utilizadas como acolchados en los cultivos ya que, tienden a permanecer sueltas y livianas, sin formar una costra impenetrable. Son bastante estables y no tienden a desaparecer de los parterres durante las fuertes lluvias (GARDENS, 2023).

2.4.1 Contenido nutricional de las acículas de pino

Luego de varias investigaciones se determinó la presencia de macro y micronutrientes en las acículas de pino las cuales benefician al suelo donde se encuentran alojadas, luego de la descomposición. Estas devuelven al suelo anualmente 534 kg de carbono, 6.5 kg de nitrógeno y 0.8 de fosforo (SINC, 2018).

El contenido de macro y micronutrientes de las acículas de pino se puede observar en la Figura 3.

Figura 1

Composición nutricional de las acículas de pino en 100 (g), información obtenida de (Fraga et al. 2012)

Nutrientes	Concentración			Contenido		
	Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 1	Edad 2	Edad 3
C	-0,3176 (0,0019)	-0,4544 (<0,0001)	-0,3983 (0,0002)	-0,3474 (0,0006)	-	-0,2994 (0,0060)
N	-	-0,2399 (0,0213)	-0,3259 (0,0026)	-0,2428 (0,0190)	-0,2246 (0,0314)	-0,4340 (<0,0001)
P	0,2554 (0,0135)	-	-	-	-	-
Ca	0,3528 (0,0005)	0,4088 (<0,0001)	0,4013 (0,0001)	-	0,2857 (0,0055)	0,2476 (0,0216)
Mg	0,2924 (0,0044)	0,3561 (0,0005)	0,3852 (0,0002)	-	-	-
K	0,3225 (0,0016)	0,4632 (<0,0001)	0,4702 (<0,0001)	-	0,2940 (0,0042)	0,2843 (0,0080)
S	0,2253 (0,0299)	-	-	-	-	-0,2737 (0,0108)
Mn	0,2244 (0,0305)	0,2213 (0,0330)	0,2116 (0,0505)	-	-	-
Fe	0,2634 (0,0107)	-	-	-	-	-0,2196 (0,0422)
Al	-	-	-0,2384 (0,0271)	-	-	-0,3147 (0,0032)
B	-	0,2198 (0,0342)	0,2246 (0,0376)	-	-	-
Zn	-	0,1969 (0,0586)	-	-	-	-

2.5. Marco legal

La investigación está enmarcada dentro de las leyes que protegen la naturaleza y le otorgan derechos para asegurar su preservación tal como lo estipula la Constitución de la República del Ecuador del 2008.

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, elaboró el Plan Nacional de Desarrollo denominado “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida” y fue aprobado en sesión del 22 de septiembre de 2017, mediante Resolución N.º CNP-003-2017. Se fundamenta en dos pilares centrales: la equidad territorial y la sustentabilidad ambiental, donde cuenta con 9 objetivos organizados en 3 ejes. La presente investigación se enmarca dentro del eje número 2 “Economía al servicio de la sociedad” y el objetivo número 5 donde debemos Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, para ello se han planteado varias políticas y las pertinentes son:

- Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades.
- Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

Este objetivo y sus diferentes políticas tienen metas tales como:

- Aumentar de 98.9 a 112 el índice de productividad agrícola nacional a 2021.
- Aumentar el número de publicaciones científicas a 2021.
- Incrementar el porcentaje de las actividades económicas que utilizan recursos de origen biológico como insumo para la provisión de bienes y servicios a 2021.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

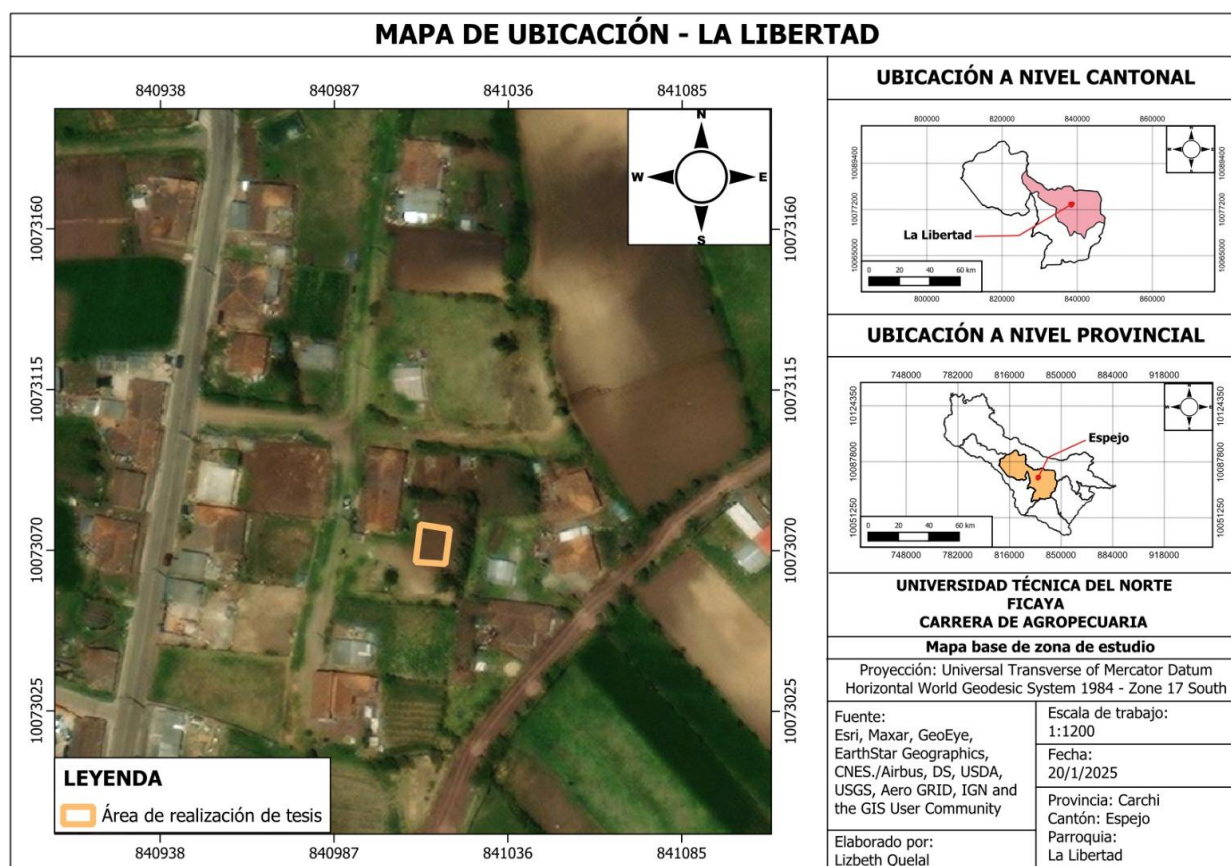
3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia del Carchi ubicada al norte del Ecuador, en un lote de terreno ubicado en la Parroquia La Libertad perteneciente al Cantón Espejo.

En la Figura 4 se muestra la ubicación geográfica del área de estudio a una escala de 1:400, donde indica las características geopolíticas del área de estudio.

Figura 2

Ubicación geográfica del área de estudio



A continuación, se describe en la tabla 4 las características geopolíticas y edafoclimáticas que posee el área de estudio de la investigación sobre el uso de pino como bioestimulante

Tabla 4

Descripción de características geográficas y edafoclimáticas del área de estudio

Caracterización geopolítica	
Provincia	Carchi
Cantón	Espejo
Parroquia	La Libertad
Características climáticas	
Altitud	3.100 m.s.n.m
Temperatura mínima	5°C
Temperatura máxima	15°C
Precipitación	1250-1300 mm
Humedad relativa	>50%

3.2. Materiales

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que serán utilizados en la investigación se detallan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5

Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados durante la experimentación en campo

Materiales de campo	Equipos de campo y oficina	Herramientas	Material biológico	Materiales de laboratorio
Libreta de campo	Tractor	Azadón	Acículas de pino	Frascos de vidrio y plástico
Etiquetas	Bomba de mochila	Pala	Semilla de llantén, trébol, ray grass	Recipientes Papel filtro
Piola	Aspersores	Rastrillo		Agua
Estacas	Computadora			Alcohol

3.3. Métodos utilizados en la investigación

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el uso del pino (*Pinus sylvestris*) mediante la obtención de un extracto etanólico a base de las acículas de pino y aplicado en una mezcla forrajera de ray grass (*Lolium perenne*), trébol (*Trifolium*), y llantén (*Plantago major*).

A continuación, se describe detalladamente las técnicas y los procedimientos utilizados en la investigación.

3.3.1 Factores en estudio

Dentro del presente estudio, se tomó en cuenta un factor el cual es la aplicación del bioestimulante con diferentes dosis del extracto hidroetanólico de acículas de pino, por aplicación foliar con una frecuencia de 30 días luego de cada corte.

Factor: Dosis

- D1: 7ml⁻¹
- D2: 5 ml⁻¹
- D3: 3 ml⁻¹

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en la investigación sobre el uso de pino como bioestimulante en una mezcla forrajera se mencionan en la Tabla 6.

Tabla 6

Tratamientos a evaluados en la investigación

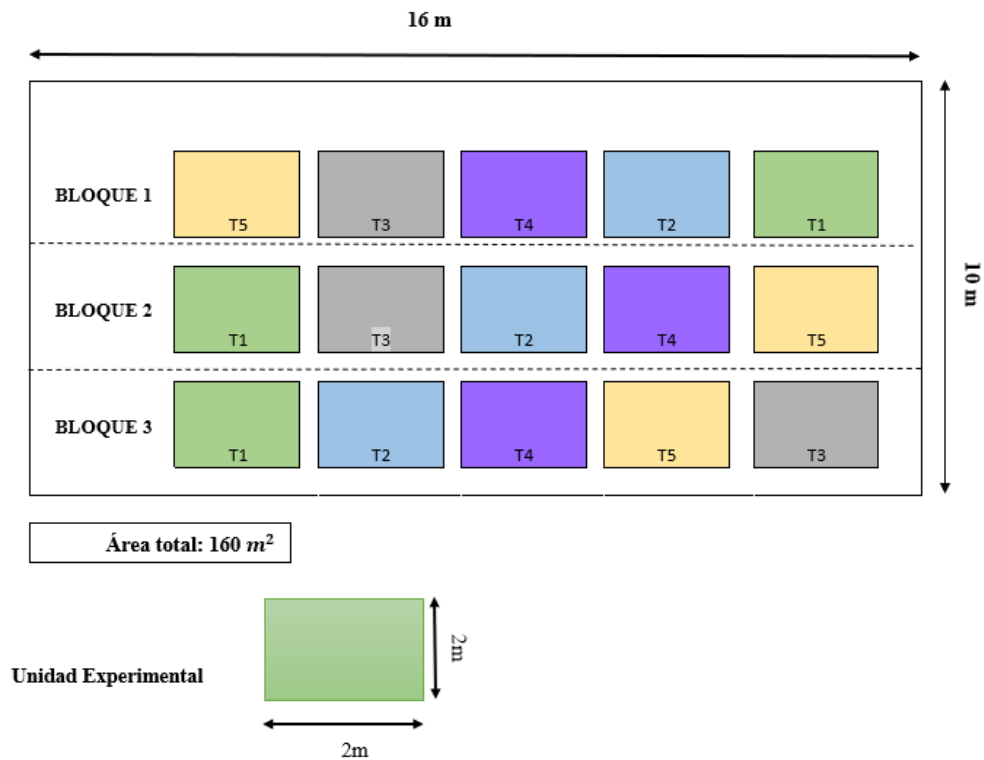
N ° Tratamientos	Descripción
T1	MC (Químico)
T2	MC (Químico) + pino D1
T3	MC (Químico) + pino D2
T4	MC (Químico) + pino D3
T5	Testigo

3.3.3 Diseño experimental

Para la investigación se implementó un diseño de Bloques Completamente al Azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. La disposición de los tratamientos en campo se presenta en la Figura 5.

Figura 5

Gráfica del diseño experimental en bloques completos al azar utilizado en la investigación



3.3.4 Características del experimento

- Tratamiento: 5
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 160 m²

A continuación, se describe caracterización de la unidad experimental en la Tabla 7.

Tabla 7

Características de la unidad experimental

Datos	Medidas
Forma	Rectangular
Largo	2 metros
Ancho	2 metros
Área total de la unidad experimental	4 m ²
Separación entre tratamientos (camino)	1 metro

3.3.5 Análisis estadístico

Para realizar el análisis se utilizó el paquete estadístico de InfoStat versión 2018, logrando determinar las medidas de resumen media, coeficiente de variación, error estándar, gráficos y análisis de varianza para las variables que cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza se tomó en cuenta las pruebas de media LSD Fisher al 5% de significancia.

Tabla 8

Análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de Bloques Completos al Azar

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	(B-1)	2
Tratamientos	(t-1)	4
Error experimental	(t-1) (B-1)	8
Total	(t x B)-1	14

Nota: t: número de tratamientos, B: número de bloques

3.3.6 Variables evaluadas

Las siguientes variables cuantitativas son las de mayor importancia y se encuentran en relación directa con los objetivos de la investigación de ellas se realizó ADEVAS para cada una.

3.3.6.1 Contenido nutricional. Para evaluar esta variable se llevó una muestra de un litro del bioestimulante al laboratorio de Agrarprojekt, tomando en cuenta las precauciones necesarias para que la muestra llegue en buenas condiciones y con esto determinar el contenido nutricional. La metodología utilizada para determinar el contenido nutricional se muestra en el Anexo 2.

3.3.6.2 Producción de materia verde (MV). Para evaluar esta variable, se arrojó un cuadrante de un metro cuadrado al azar dentro de la unidad experimental, la mezcla forrajera fue cortada a la altura de 5 cm, para permitir la entrada al próximo macollamiento. Se pesó con una balanza las muestras obtenidas de las unidades experimentales en (kg), durante la investigación se realizó 4 cortes siendo el primero a los 70 días de la siembra, y posterior a este, se realizaron 3 cortes cada 30 días respectivamente (Quilligana, 2016), finalmente se calculó el peso en kg ha⁻¹. La Ecuación (1) muestra el cálculo para obtener la producción de materia verde.

$$PMV = \frac{10.000 \times CMV}{m^2} \quad (1)$$

Donde:

PMV= Producción de materia verde

CMV= Cantidad de materia verde (Kg)

3.3.6.3 Producción de materia verde (MS). Se tomó una muestra de la parcela neta de 200g de cada unidad experimental, seguido de eso se realizó cortes finos para ayudar al secado de la materia y se llevó al deshidratador del laboratorio de las Unidades Eduproductivas, a una temperatura de 60°C durante 2 horas y 30 minutos, los resultados se expresaron en kg ha⁻¹ (Quilligana ,2016). La Ecuación (2) muestra el cálculo para obtener la producción de materia seca.

$$Ms(\%) = \frac{\text{peso seco final}}{\text{peso verde inicial}} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

Ms (%) = Porcentaje de materia seca

Psf= peso seco final (kg)

Pvi= Peso verde inicial (kg)

3.3.6.4 Altura de la planta. Se tomó los datos de 9 plantas por hilera, y con ayuda de un flexómetro se tomó el dato de altura de cada corte, empezando la medición desde la base del tallo hasta su último ápice meristemático (Barriga, 2017).

3.3.6.5 Número de macollos por corte. Se realizó el conteo del número de vástagos que se encontraron ubicados en un área de 0.25 metros cuadrados, antes del primer corte y el número de vástagos luego del primer corte para poder realizar una comparación de resultados.

3.4 Manejo del experimento

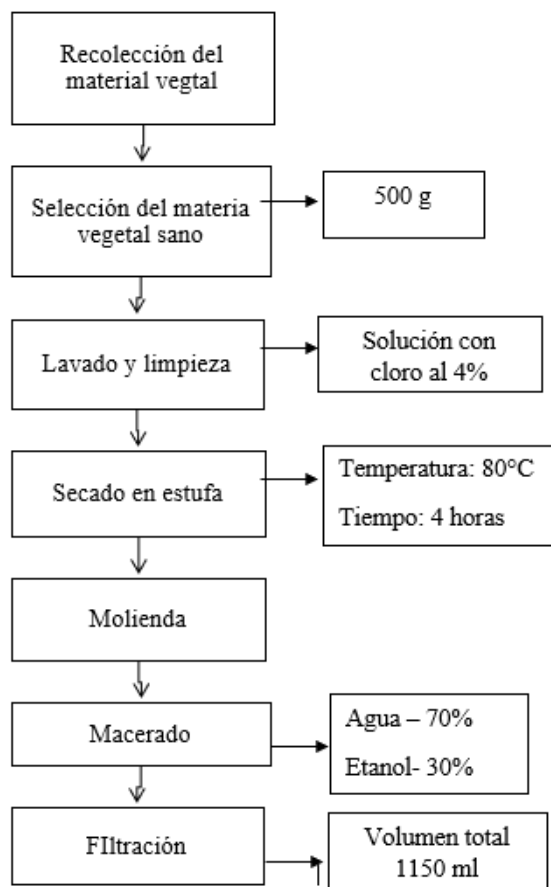
Las diversas actividades que se desarrollaron a cabo durante la investigación son las siguientes.

3.4.1 Obtención del bioestimulante

Para la obtención del bioestimulante se llevó a cabo los procesos detallados en el siguiente diagrama de flujos.

Figura 6

Diagrama de operacionalidad para la obtención del bioestimulante



3.4.2 Establecimiento del experimento

La investigación se realizará en la parroquia La Libertad en el sector denominado “La Cangahua “, en un lote de terreno de propiedad privada la misma que se encuentra a nombre del Sr. Edgar Quelal.

3.4.3 Preparación del terreno

Se removió 160 metros cuadrados de tierra lo que equivale a el área total de la investigación, mediante dos pases de rastra, con la finalidad de que el suelo quede flojo y sea favorable para la germinación de las semillas, luego con ayuda de un rastrillo se retiró las malezas que se encontraron en el suelo.

Figura 7

Preparación del terreno con maquinaria



3.4.4 Delimitación de parcelas

La delimitación se realizó con ayuda de un flexómetro y cinta para señalar todas las unidades experimentales, las mismas que tienen una dimensión de 2x2 metros, además, se colocó los rótulos de identificación en cada unidad experimental con su respectiva codificación.

Figura 8

Delimitación de parcelas de estudio



3.4.5 Ajustes de semilla

Se tomó en cuenta los datos requeridos de semilla por hectárea para realizar los cálculos correspondientes en el área requerida.

3.4.6 Germinación

Se tomaron 100 semillas de cada pasto y posteriormente se colocaron en bandejas de germinación con un sustrato de algodón, con la finalidad de verificar la viabilidad de las semillas y reajustar la densidad de siembra para alcanzar un porcentaje de germinación al 100%.

Figura 9

Germinación de semillas utilizadas en la investigación



3.4.7 Siembra

La siembra se realizó al voleo en cada una de las unidades experimentales, para ello se realizó cálculos de densidad de siembra, tomando en cuenta los kilogramos de pasto por hectárea y luego los cálculos respectivos para la dimensión de la unidad experimental.

Figura 10

Siembra de la mezcla forrajera en las unidades experimentales



3.4.8 Deshierbes

La maleza fue controlada manualmente esto se realizó con el fin de evitar la competencia de nutrientes y agua, esta práctica se llevó a cabo en cada unidad experimental en las que se evidenció presencia de arvenses.

Figura 11

Deshierbes manuales en la parcela de investigación



3.4.9 Riego

Para el riego, se utilizó el sistema tipo K- Line, que es un sistema neozelandés que se adapta a pendientes pronunciadas y es exclusivo para praderas con un uso eficiente del agua, que se aplicada a baja velocidad (lluvia suave).

El primer riego se realizó un día antes de la siembra el cual permitió que la semilla tenga suficiente humedad para poder realizar el proceso de germinación. Se utilizaron aspersores tipo K-Line dos veces por semana hasta llegar a capacidad de campo. Para apreciar de una forma sencilla la capacidad de campo, se empleó el método del tacto, que consiste en tomar un puñado de tierra en la mano y presionar firmemente, al soltar el puñado si se nota un contorno de humedad en la mano, el suelo está en capacidad de campo y con la humedad suficiente, pero si no forma este contorno se necesita un riego inmediato (Martin, 2017).

Figura 12

Riego por aspersión en la mezcla forrajera



3.4.10 Fertilización

Se aplicó una fertilización como lo indica en la guía de Cárdenas y Garzón, (2011) 10- 30-10 en dosis de 100 a 120 kg/ha/año y 100 kg de 18-46-0 en los tratamientos y con previo análisis de suelo.

3.4.11 Cosecha

El primer corte se lo realizó a los 80 días después de la siembra de forma manual con ayuda de una oz, el proceso consistió en cortar el área foliar del pasto que enmarco el cuadrante de 1 m², se pesó la materia verde cosechada en una balanza, tomando una cantidad de muestra representativa, este procedimiento se realizó cada 30 días hasta realizar 3 cortes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se analizó los resultados para la investigación sobre el uso potencial del pino como bioestimulante en una mezcla forrajera para lo cual se empleó un diseño en bloques completos al azar.

4.1 Contenido nutricional

En la Tabla 9, se describe el contenido nutricional en cuanto a macroelementos presentes en el extracto hidroetanólico de pino utilizado durante la experimentación. Los resultados muestran la presencia nitratos con un promedio de 1.77 %, de amonio con 0.4%, de potasio con 5.23 %, fosforo con 1.75% y el calcio y magnesio presentan valores inferiores con 1.32% y 1.39% respectivamente. Como también existe presencia de microelementos en menor cantidad por debajo de 0.1 %.

Tabla 9

Contenido nutricional del bioestimulante

Análisis	Concentración (%)
Nitrato (NO ₃)	1.77
Amonio (NH ₄)	0.4
Fosfato (PO ₄)	1.75
Potasío (K)	5.23
Magnesio (Mg)	1.39
Sulfato (SO ₄)	0.8
Sodio (Na)	0.3
Hierro (Fe)	0.1
Manganeso (Mn)	0.8
Cobre (Cu)	0.066
Zinc (Zn)	0.1
Cloro (Cl)	1

Chamorro (2024) en su investigación, presentó el análisis del contenido nutricional del bioestimulante utilizado en los tratamientos de estudio. En donde se evidenció que los resultados son inferiores al 0.1 % en cuanto a concentraciones de macronutrientes, a diferencia del contenido nutricional del bioestimulante de la presente investigación en el cual los

resultados para macronutrientes superan el 1 %. Así mismo, los valores obtenidos en la investigación son superiores en las características físico químicas, presentando valores de 2.22 milisiemens/cm de conductividad.

En la investigación realizada por Rosero et al. (2017), se evaluó el efecto de cuatro bioestimulantes (Enraizador hormonas vegetales, Agrohormonas concentrado 10-10-10, Gron Gibb.10%, Bioestimulante ESPOCH). En las cuales el contenido nutricional de macronutrientes de la presente investigación fueron superiores en comparación al bioestimulante Enraizador hormonas vegetales. Mientras que, a comparación del contenido nutricional del bioestimulante Agrohormonas concentrado 10-10-10, este es superior en cuanto a concentración de macronutrientes. Es importante mencionar que los bioestimulantes comerciales están constituidos y enriquecidos con ingredientes aditivos, hormonas, aminoácidos, vitaminas, entre otros que pueden presentar mejores efectos en el comportamiento agronómico de las platas.

4.2 Producción de materia verde

Una vez realizado el análisis de varianza los resultados indican que no existe interacción entre corte y tratamiento con valores ($F=0.36$; $GI=8.28$; $P=0.9315$) para la variable materia verde. Por lo que se analiza de forma independiente cada factor, cortes y tratamientos.

Tabla 10

ADEVA para la variable materia verde de la investigación sobre el uso potencial de pino como bioestimulante sobre una mezcla forrajera

Fuente de variación	Grados de Libertad F. V	Grados de Libertad E. E	Valor F	Valor P
Corte	2	28	33.11	<0.0001
Tratamiento	4	28	7.95	0.0002
Corte: tratamiento	8	28	0.36	0.9315

En la Tabla 11 se muestran los promedios de materia verde de cada corte de la mezcla forrajera. Los resultados muestran que en el tercer corte se obtuvo el mayor contenido de materia verde con un promedio de 3.98 kg y fue estadísticamente diferente con respecto al primer y segundo corte de la mezcla. Asimismo, se observó que el contenido de materia verde del primer y segundo corte no mostraron diferencias significativas.

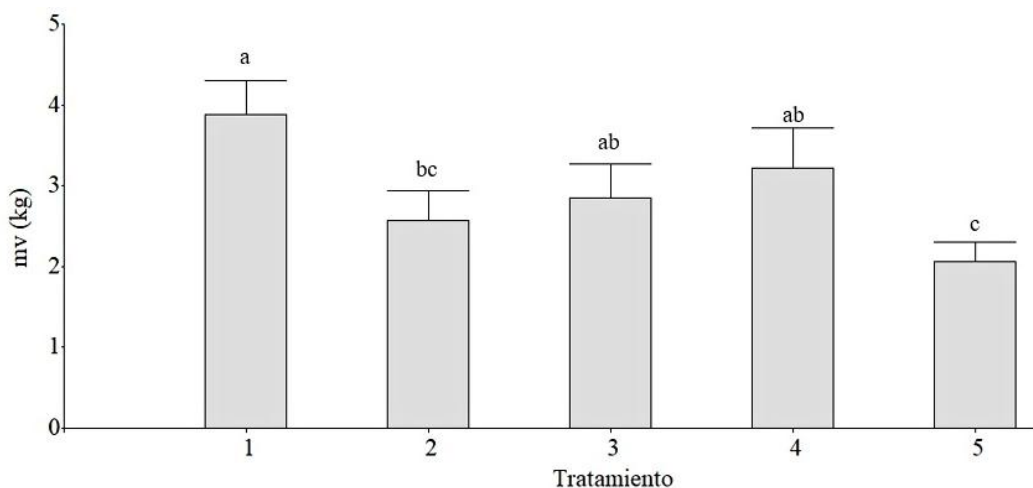
Tabla 11*Pruebas de medias para la variable producción de materia verde por cortes*

Corte	Materia verde (kg)	E.E.	
3	3.98	0.24	A
2	2.49	0.30	B
1	2.27	0.29	B

Nota. Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Figura 13 se muestra contenido de materia verde de cada uno de los tratamientos evaluados. Los resultados indican que el tratamiento 1 (convencional) presentó el mayor contenido materia verde con un promedio de 3.88 kg seguido del tratamiento T4 con valores de 3.22 kg y del T3 con un promedio de 2.84 kg y fueron estadísticamente diferente al tratamiento testigo, el cual presentó un valor de 2.06 kg de materia verde. La producción de materia verde es más evidente en el tercer corte registrando un valor de 39.8 t ha⁻¹, superando al segundo corte con 14.9 t ha⁻¹ de materia verde, mientras que, en el primer corte los valores no superan los 22 t ha⁻¹, con esto se puede evidenciar la progresión que tiene la producción de materia verde, puesto que, a medida que se realizan los cortes la producción aumenta.

Por otro lado, el manejo convencional + pino D2 (T3) y manejo convencional + pino D1 (T2) presentan valores inferiores con 25.7 y 2.84 t ha⁻¹ respectivamente. Mientras que, el tratamiento testigo (sin aplicación) fue el que reporto menor producción de materia verde con un valor de 2 t ha⁻¹.

Figura 13*Resultados para la variable producción de materia verde*

Los resultados de la presente investigación obtenidos en el T1 y T4 son superiores a los reportados por Mendez (2014), en la que se evaluó el efecto de diferentes niveles de ácidos húmicos y una base estandar de nitrógeno en una mezcla forrajera de ray grass perenne (*Lolium perenne*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y alfalfa (*Mendigato sativa*). Esta mezcla se adapta a los climas fríos que se encuentran a nivel de la Sierra con rangos de 2800 a 3200 metros sobre el nivel del mar. La mayor producción de materia verde reportada en dicha investigación fue de 25.9 t ha⁻¹ al utilizar 10 t ha⁻¹ de humus, estos resultados se le atribuyen a la poca precipitación reportada, la misma que no supera los 674 mm/año.

De igual forma Sepa (2012) evaluó el uso de un bioestimulante orgánico (GREEN FAST) para rehabilitación de una pradera artificial de ray grass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Donde se reporta la mayor producción de materia verde en el tratamiento con aplicación de 1250 cc/bioestimulante green el cual alcanzó un valor de 20.63 t ha⁻¹, este valor se encuentra por debajo de los valores obtenidos en todos los tratamientos evaluados en la presente investigación. La diferencia significativa de los resultados obtenidos entre los autores puede deberse a la altitud en la que se encontró el área de estudio de Sepa (2012), que fue de 3900 metros sobre el nivel del mar, como también puede atribuirse estas diferencias al manejo del experimento tomando en cuenta la fertilización química.

Aunque los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores a los obtenidos por otros autores, se pudo evidenciar reducción en cuanto a producción de materia verde medida que se realizaban los cortes. Debido a la presencia de cloro y sodio en el extracto de acículas de pino las cuales pueden causar impacto en el equilibrio osmótico y la funcionalidad celular.

Rodríguez (2021), menciona que en pequeñas cantidades el cloro es esencial para la fotosíntesis y el sodio puede tener roles beneficiosos en algunas especies, su acumulación excesiva provoca estrés salino, afectando la absorción de agua y nutrientes esenciales como el potasio y el calcio. Desencadenando en un desbalance iónico que altera la síntesis de clorofila, que tiene como consecuencia reducir la eficiencia fotosintética y aumentar la degradación prematura de tejidos verdes. Esto se presenta en la planta como clorosis, lo que causa reducción de crecimiento y una disminución en la producción de biomasa, afectando su desarrollo general (Pares, 2013).

4.3 Producción de materia seca

En cuanto a la producción de materia seca, los resultados se observan en la Tabla 12, donde, el tercer corte evidencia superioridad en producción de materia seca llegando alcanzar valores equivalentes a 7.36 t ha⁻¹ seguido del segundo corte que en el cual la producción alcanza un valor de 4.63 t ha⁻¹, que hace referencia al 18.8 % de materia seca, mientras que, para el tercer corte se evidencias valores inferiores que no superan las 4.12 t ha⁻¹ de materia seca.

Para el primer corte el mayor porcentaje de materia seca se evidencia en el manejo convencional + pino D2 (T3) reportando un valor de 19.23 % de MS, seguido del tratamiento testigo con 18.84 % de MS. Mientras, que el T4 y T1 presentan valores menores con 18.07 % y 16.34% respectivamente. Por otro lado, para el segundo corte se evidencian resultados similares entre el tratamiento manejo convencional + pino D3 (T4) y T1 con un valor de 19 % de producción de MS, seguido del tratamiento testigo con 18.84 %. Así mismo, para el tercer corte se reportan valores superiores en T4, mientras que, T3, T5 y T1 no superan el 18% de producción.

Tabla 12

Resultados para la variable producción de materia seca

Corte	Tratamiento	Materia seca (%)
1	1	16.34
1	2	18.27
1	3	19.23
1	4	18.07
1	5	18.84
2	1	19
2	2	18
2	3	18.26
2	4	19
2	5	18.84
3	1	18.65
3	2	18.85
3	3	17.36
3	4	19.42
3	5	18.17

Los resultados obtenidos en los tres cortes realizados en la presente investigación son superiores a los obtenidos en la investigación de Jaramillo (2017), en la que se evaluó el efecto

de la vinaza en una mezcla forrajera de ray grass perenne (*Lolium perenne*), treból blanco (*Trifolium repens*), trebol rojo (*Trifolium paratense*), pasto azul (*Dactalys glomerata*). En la que se evaluó diferentes dosis de vinaza la misma que contiene macro y micronutrientes, entre otros, el tratamiento que mayor producción alcanzó fue el de 100ml de vinaza/ha con resultados de 2.88 kg ha⁻¹. Esta diferencia significativa entre los resultados puede deberse al contenido nutricional de la vinaza como también a los factores ambientales que presenta el área de estudio de dicha investigación.

Por otro lado Ruiz (2015) , en su investigación evaluó el efecto de tres tipos de bioestimulantes comerciales en una mezcla forrajera de ray grasss perenne (*Lolium perenne*), trébol rojo (*Trifolium paratense*), y llantén (*Plantajo major*), en condiciones climáticas similares a las de la presente investigación. Los resultados obtenidos en dicha investigación son significativamente diferentes ya que alcanza un porcentaje de materia seca de 37.55%, esto quiere decir que produce un total de 18.5 t de MS. Estos resultados pueden atribuirse al tipo de bioestimulantes utilizados ya que al ser bioestimulantes comerciales poseen ingredientes aditivos que incrementan el desarrollo vegetal.

4.4 Altura de la planta

En la Tabla 13 se detalla los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza, donde indica que existe interacción entre los tratamientos y el periodo de corte de tres tipos de pasto con valor (F=12.49; GI=16.4003; P=<0.0001), como también se presentan diferencias estadísticas entre corte, tratamiento y tipo de planta.

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable altura de la planta

Fuentes de variación	Grados de Libertad F. V	Grados de Libertad E. E	Valor F	Valor P
Corte	2	4003	2889.53	<0,0001
Tratamiento	4	4003	27.11	<0,0001
Tplanta	2	4003	5486.62	<0,0001
Corte:Tratamiento	8	4003	19.42	<0,0001
Corte:tplanta	4	4003	52.05	<0,0001
Tratamiento:tplanta	8	4003	16.39	<0,0001
Corte:Tratamiento:tplanta	16	4003	12.49	<0,0001

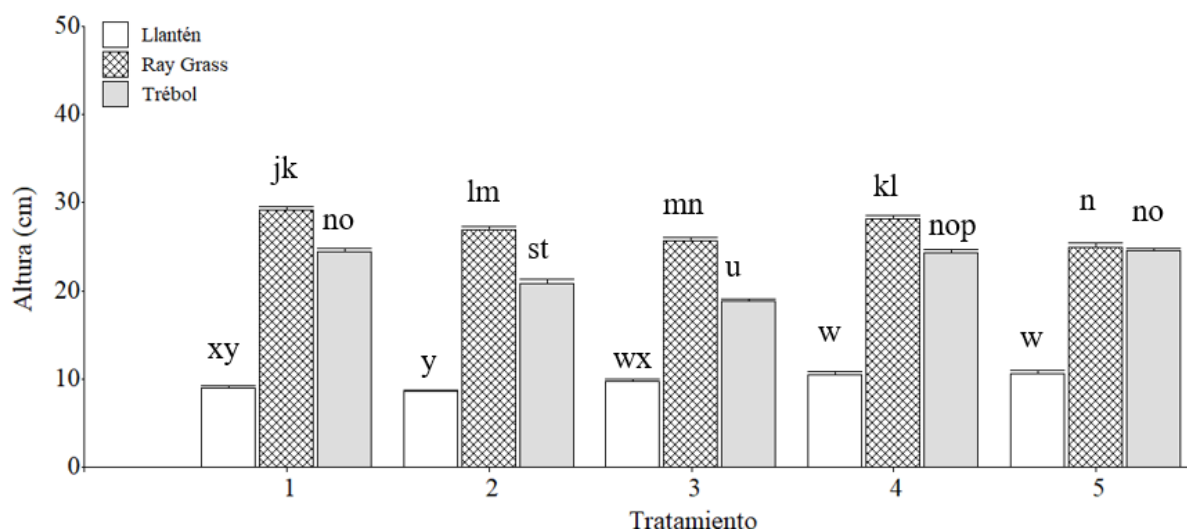
En el primer corte, los resultados de la variable altura indican que, para T1 (manejo convencional el tipo de pasto ray grass alcanza una altura de 29.23 cm, seguido del trébol que tuvo una altura de 24.42 cm, a diferencia del llantén que fue inferior a los otros tipos de pasto con altura de 9.03 cm. Para el T2 (manejo convencional + pino D1) el ray grass alcanza una altura de 27 cm, seguido del trébol con 20.87 cm y el llantén con 9 cm de altura.

Sin embargo, el T3 (manejo convencional + pino D2) presenta resultados inferiores en comparación a los tratamientos mencionados, llegando alcanzar una altura de 25.63 cm para el ray grass, 18.77 cm para el trébol y 9.77 cm para el llantén. Mientras que, para el T4 (manejo convencional + pino D3) el ray grass presenta resultados de 28.18 cm de altura para el ray grass, 24.33 cm correspondientes al trébol y 10.46 cm para el llantén.

Finalmente, los tratamientos que presentan altura superior en ray grass, trébol y llantén son: T1 (manejo convencional) con valores de 29.23 cm y 24.42 cm para ray grass y trébol respectivamente y T4 (manejo convencional + pino D3) para llantén con 10.46 cm de altura, ver Figura 14.

Figura 14

Resultados de análisis estadísticos para la variable altura - Primer corte



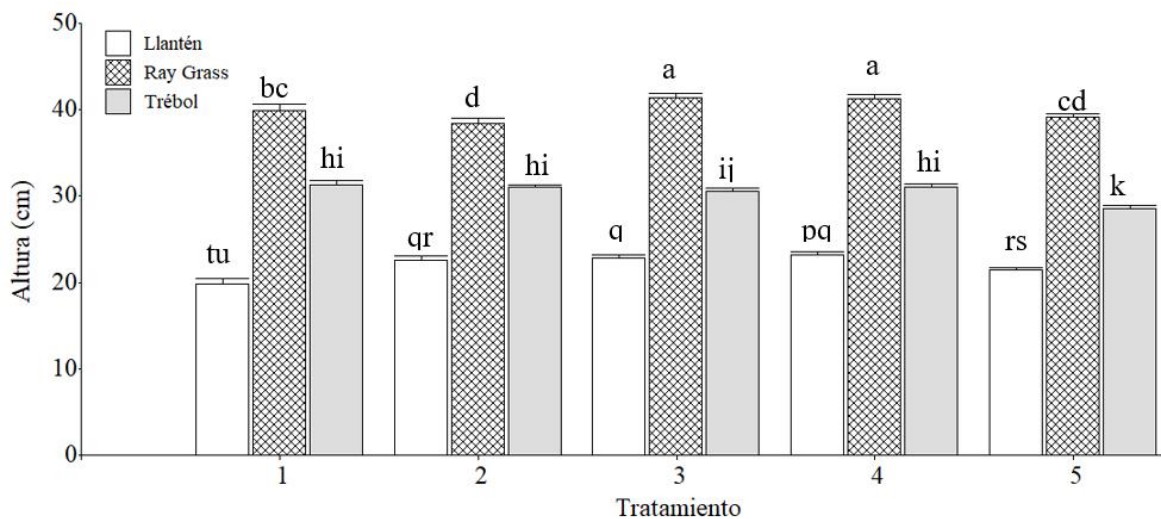
En la figura 15, correspondiente a los resultados del segundo corte podemos evidenciar que en manejo convencional (T1) el ray grass alcanza una altura de 39.86 cm, seguido del trébol con 31.25cm a diferencia del llantén que no supera los 20 cm de altura. Por otro lado, para el T2 el ray grass llegó a medir 38.41 cm, mientras que el trébol alcanza una altura de 31.01 cm, a diferencia del llantén que evidencia valores de 22.59 cm.

Con respecto al manejo convencional + pino D2 (T3) el ray grass evidencia resultados de 41.44 cm para la variable altura, seguido 30.53 cm correspondiente al valor de trébol y 22.82 cm de altura de llantén. Mientras que, para el T4 el ray grass tiene una altura de 41.32 cm, seguido del trébol con 30.99 y por último el llantén con 22.82 cm.

Finalmente, los tratamientos que presentaron superioridad en cada tipo de pasto fueron: T3 para ray grass con una altura de 41.44 cm, T1 para trébol que alcanzó los 31.25 cm de altura y T4 para llantén con 23.22 cm.

Figura 15

Resultados de análisis estadísticos para la variable altura - Segundo corte

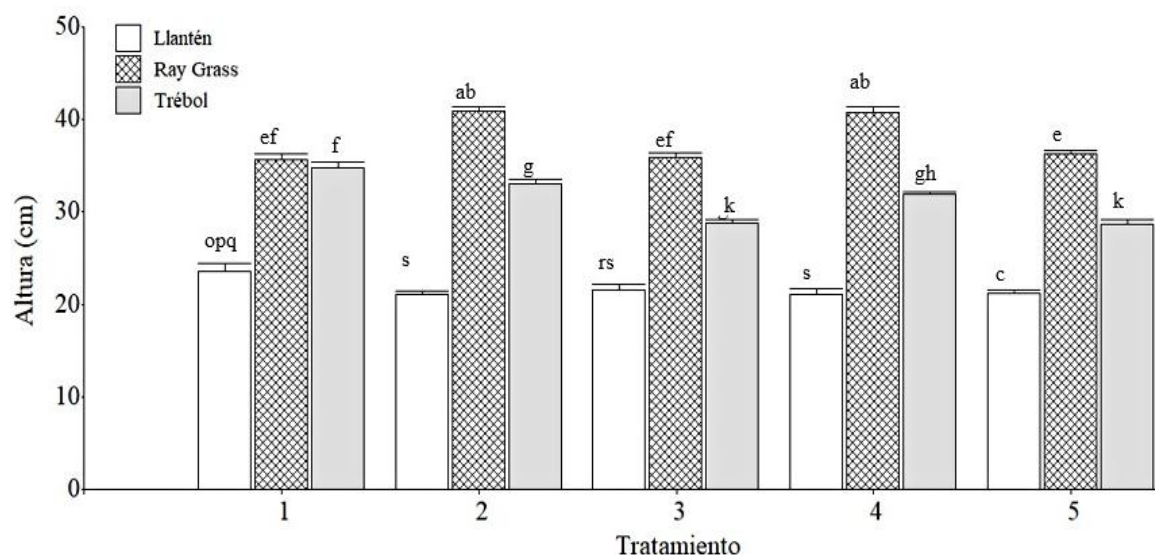


Para el tercer corte tomando en cuenta la prueba de medias, en el T1 los tipos de pasto ray grass y el trébol alcanzan alturas superiores a 30 cm, con 35.71 cm de altura para ray grass y 34.82 cm para trébol respectivamente. Mientras que para T2 la altura del ray grass presenta superioridad, con valor de 40.84 cm, 33.03 cm para trébol y 21.01 cm para llantén. Por otro lado, el T3 evidencia resultados de 35.95 cm para ray grass, 28.77 cm para trébol y 21.56 cm para llantén. De igual manera, para T4 el ray grass alcanza una altura de 40.78 cm, consecutivo de 31.87 cm correspondientes a trébol y 21.04 cm de altura para el llantén, ver Figura 16.

Finalmente, los tratamientos que evidenciaron superioridad en los diferentes tipos de pastos fueron el T2 para ray grass con una media de altura de 40.84 cm, mientras que para trébol y llantén los mejores resultados se evidenciaron en el T1 (manejo convencional) con valores 34.82 cm y 23.59 cm respectivamente.

Figura 16

Resultados de análisis estadísticos para la variable altura - Tercer corte



En la investigación de Tatamues (2011), se evaluó el comportamiento agronómico de una mezcla forraje de ray grass perenne (*Lolium perenne*), llantén (*Plantago Major*) y trébol (*trifolium*) con la aplicación de un bioestimulante de microorganismos. Donde los resultados obtenidos están por debajo de los resultados reportados en la investigación. Ya que la altura del ray grass perenne no superó los 20.93 cm de altura, mientras que en la investigación se llegaron a alcanzar alturas hasta de 45 cm. Por otro lado, la altura del llantén también estuvo por debajo de los valores presentados en la investigación, en la que se alcanzó valores hasta de 30 cm mientras que (Tatamues, 2011) presenta altura para llantén de 11.09 cm. Finalmente la altura del trébol no superó la altura obtenida en la presente investigación, siendo el valor más alto de 25 cm.

Es importante recalcar que durante la evaluación de esta variable se evidenció crecimiento y decrecimiento para los tres tipos de pastos, esto debido a la inhibición que está presente en el extracto de acículas de pino. Sin embargo, se logró tener presente durante toda la investigación el proceso de hormesis herbicida en el cual una planta es expuesta a dosis subletales de un herbicida, lo que, en lugar de causar daño severo, estimula su crecimiento (Lima, 2014). Este fenómeno no ocurre en todas las especies ni con todos los herbicidas, y su impacto puede variar según la dosis aplicada y las condiciones ambientales.

4.5 Variable número de macollos

El análisis de varianza presentado en la tabla 13 para la variable número de macollos, se puede observar que existe interacción entre el número de corte y los tratamientos evaluados con relación a cantidad de dosis de extracto ($F=1.87$; $GI=8.208$; $P=0.0469$). De igual manera se presentan diferencias estadísticas para los tratamientos.

Tabla 14

Análisis de varianza para la variable número de macollos

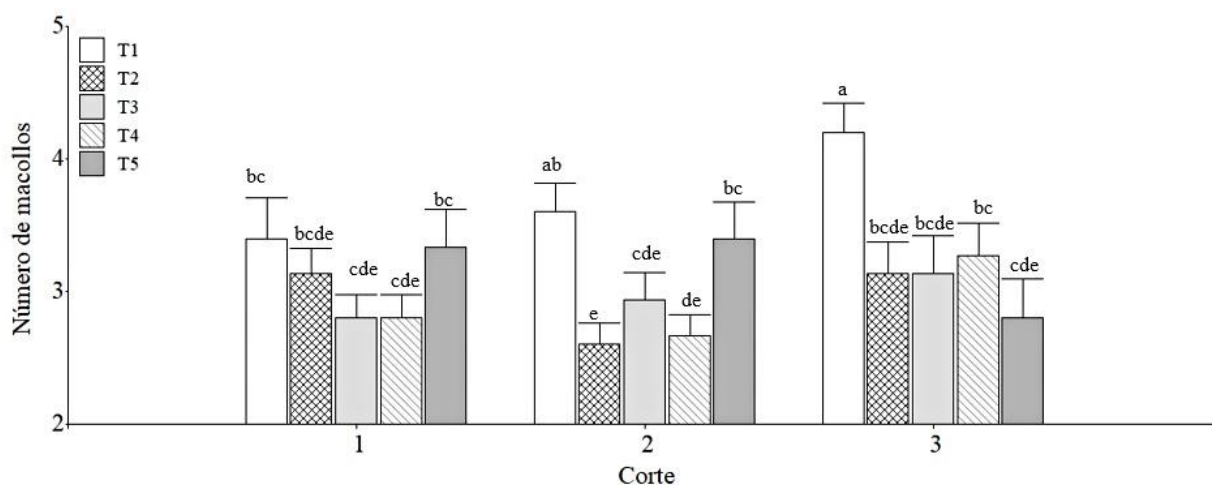
Fuentes de variación	Grados de Libertad F. V	Grados de Libertad E.	Valor F	Valor P
Corte	2	208	1.84	0.1616
Tratamiento	4	208	6.56	0.0001
Corte:tratamiento	8	208	1.87	0.0469

En la Figura 17 se presenta los resultados de la variable número de macollos para el primer corte, todos los tratamientos se encuentran en un rango de 2.80 a 3.40 macollos, siendo T1 el más representativo con un valor de media de 3.40, seguido de T5 (Testigo). El cual tiene una media de 3.33 macollos por planta, mientras que para el T2 el valor de las medias es de 3.33 macollos por planta a diferencia de T4 Y T3 que tiene resultados similares con valor de 3 macollos por planta.

De igual forma, para el corte 2 el tratamiento que representa superioridad en el número de macollos es T1 con valor de 4 macollos por plata, en continuidad de T3 que presenta un valor de 2.93 de macollos por planta, y T2 y T4 que tienen valores de 2.60 y 2.67 respectivamente. Mientras que, para el corte 3 tenemos valores de medias de 4.20 macollos por plantas siendo el tratamiento con mejores resultados a nivel de cortes, seguido de T4 que tiene un equivalente a 3.27 macollos por planta y para T2 Y T3 se pueden evidenciar resultados similares de 3.13 macollos por planta. Esta variable sirve como indicador del número de tallos por planta que influye marcadamente sobre la productividad a través del rebrote, la persistencia como también representa la capacidad competitiva entre tallos.

Figura 17

Resultados estadísticos para la variable número de macollos



De acuerdo a lo mencionado por Balocchi et al. (2013), en su investigación realizada en condiciones no controladas para producción de ray grass, lo normal es que en cada planta se consiga entre uno y dos macollos productivos por lo tanto indica en su publicación que al crear mini praderas de Ray grass y tomando en cuenta una sola especie forrajera (monofíticas), con distintos tratamientos refleja la aparición de dos a tres macollos por planta, identificando a la variable como no significativa porque presento datos similares con los otros tratamientos a diferencia de los resultados obtenidos en la investigación en la que se alcanzó una producción hasta de 4 macollos por planta con el T1 (manejo convencional).

No obstante, Gallardo, (2013) revela que la producción de macollos de Ray grass, en una pradera monofítica sin previa fertilización produjo cuatro macollos por planta en comparación con otra especie. El número de macollos registrados por planta para esta investigación fue de máximo cinco y mínimo dos siendo superior a los resultados obtenidos esto puede depender de varios factores climáticos y calidad de semilla.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El contenido nutricional del extracto determinó la presencia de macronutrientes: potasio 5.23 %, nitrógeno 1.77 %, fósforo 1.75%, calcio 1.32% y magnesio 1.39%; micronutrientes: hierro, boro, manganeso, zinc, Cobre, con 0.1, 0.4, 0.8, 0.03, 0.006 de concentración respectivamente; y, una conductividad eléctrica de 2.2 milisiemens/cm.
- La materia verde para el T1 alcanzó 39.8 t ha⁻¹, siendo el de superioridad, y el tratamiento 5 (testigo) tuvo la menor productividad con 22 t ha⁻¹.
- La producción de materia seca presentó superioridad en el tercer corte con 7.36 t ha⁻¹ mientras que, el tercer corte evidenció 4.12 t ha⁻¹ de materia seca.
- La altura de la planta en el T2 para ray grass alcanzó 40.84 cm, siendo el de mayor altura, mientras que para trébol y llantén los mejores resultados se evidenciaron en el T1 (manejo convencional) con valores 34.82 cm y 23.59 cm respectivamente.
- El macollamiento, en el tercer corte de la mezcla forrajera fue mayor para el T1 (manejo convencional) con un promedio de 4 macollos por planta mientras que el T2 (manejo convencional + pino D1) tuvo un promedio de 2.6 macollos por planta siendo el menor.

5.2 Recomendaciones

- Realizar análisis del contenido nutricional con diferente metodología y comparar los resultados de macro y microelementos ya que el uso de estos extractos puede alterar el equilibrio de los ecosistemas como también favorecer la resistencia en malezas.
- Aplicar el extracto en diferentes tipos de pastos considerando dosis inferiores a la dosificación utilizada en la investigación.
- Considerar una aplicación inicial luego de la instalación del cultivo.

REFERENCIAS

- Agroactivo. (2023). *Pastoral Raygrass perenne*. Agroactivocol. <https://agroactivocol.com/producto/materialvegetal/semillas/pastos/pastoral-rye-grass-perenne/>
- AgroFood. (2019, mayo 13). *Plantas adventicias*. Innovacione. <https://innovacione.eu/2019/05/13/plantas-adventicias/>
- Albrecht, U. (2019). *Plant biostimulants: Definition and overview of categories and effects*. IFAS Extension. <https://swfrec.ifas.ufl.edu/docs/pdf/plant-physiology/2019-05-Albrecht-EDIS-H1330.pdf>
- Nápoles-González, A., Wong, L. R., & Marszalek, J. E. (2021). *Efecto sinérgico de los extractos de Moringa oleifera L. y Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch como bioestimulantes y protectores para los cultivos*. UJED.
- Alvarado, R., García, M., & Gonzales, M. (2020). *Efecto preemergente del extracto de Pinus sp., en Arthraxon quartinianus (A. Rich.), en invernadero*. *Agronomía Mesoamérica*, 31(2), 773-779.
- Ballen, M. (2021). *Descomposición con potencial de aprovechamiento de las acículas del Pinus patula L. provenientes de plantaciones establecidas en el páramo Rabanal, Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A.].
- Barriga, S. (2017). *Evaluación de una pradera primaria establecida al aplicar diferentes niveles de fertilizantes inorgánicos* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica Chimborazo]. Repositorio universitario.
- Bioestimulantes, P. (2023). *Productos bioestimulantes*. Corteva Agriscience Business. <https://symborg.com/es/bioestimulantes/>
- Borrallo, N. (2020). *Probióticos de uso* [Tesis de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Sevilla].
- Casapia. (2022). *Llantén: Propiedades de la planta medicinal*. Casapia. <https://www.casapia.com/blog/plantas-medicinales/llanten-plantago-major-informacion.html>
- Chamorro, D. (2014). *Evaluación agroeconómica y contenido nutricional de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), bajo la aplicación de bioestimulantes en Chaltura* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
- Chávez, J., Orellana, G., Cuenca, A., & Cedeño, G. (2019). *Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (Phaseolus vulgaris L.)*. *Española*, 9, 45-56.
- Delgado. (2010, marzo 29). *Té de agujas de pino, vitamina C en estado puro*. Vitonica. <https://www.vitonica.com/vitaminas/te-de-agujas-de-pino-vitamina-c-en-estado-puro>
- Departamento de Agronomía. (2023). *El cultivo del trébol (Trifolium spp.)*. Infoagro. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_trebol__em_trifolium__em__spp__.asp
- Quintero, E. (2018, junio 8). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del fréjol*. Scielo. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-73.pdf>

- Etchevers, J., Cotler, H., & Hidalgo, C. (2021). *Salir de la invisibilidad: nuevos retos para la ciencia del suelo*. *Terra Latinoamericana*, 39(1), 8-19.
- FAO. (2020, octubre 2). *FAO*. <https://www.fao.org/3/nd394es/nd394es.pdf>
- Fertilab. (2017). *Importancia de los ácidos húmicos y fúlvicos*. *Fertilab*, 3, 1-5.
- Fraga, C., Sánchez, F., & Rodríguez, R. (2012). *Macro y micronutrientes en acículas de Pinus pinaster de diferentes clases de edad y su relación con el índice de sitio de las plantaciones*. *ResearchGate*, 20(4), 45-60.
- García, D. (2017). *Bioestimulantes agrícolas: Definición, principales categorías y regulación a nivel mundial*. Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Gardens. (2023). *Personal garden shopper. Agujas de pino*. <https://personalgardenshopper.es/los-pinos-y-las-agujas-de-pino-hacen-que-el-suelo-sea-mas-acido/>
- Giraldo, D. (2013). *Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares*. Bogotá.
- Gonzales, J. (2020). *El uso de algas marinas como bioestimulantes* [Tesis de grado, Universidad de La Laguna].
- Helmisaari. (1990). *Temporal variation in nutrient concentrations of Pinus sylvestris needles*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 5, 177-193.
- Hernández, G. (2022). *Comportamiento agronómico y producción del llantén (Plantago lanceolata L.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en Ibarra-Imbabura* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional.
- Hernández, J. (2022). *Producción de pasturas con productos naturales*. *Advance*, 134.
- López, I. (2021, abril 6). *Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo*. Scielo. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000400013
- Jaramillo, R. (2017). *Efectos de la vinaza en el rendimiento de una mezcla forrajera establecida en un andisol* [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional]. Quito.
- Jewsbury, G. (2016). *Plantas forrajeras*. Agro UNC. <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wpcontent/uploads/sites/14/2016/08/Forrajeras.-2016.pdf>
- Kdgonzales. (2020, octubre 2). *Ficha técnica del pasto Ray Grass inglés (Lolium perenne)*. Info Pastos y Forrajes. <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/pasto-ray-grass-ingles-lolium-perenne/>
- Lima, F. (2014). *Hormesis de herbicidas en soja*. *Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*, Botucatu.
- Marchese, M., & Filiponne, M. (2018). *Bio-products: Key components of sustainable agriculture*. *Revista Agronomía*, 13.
- Méndez, E. (2014). *Evaluación de la producción primaria de una mezcla forrajera con la aplicación de diferentes niveles de humus y una base estándar de nitrógeno* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba.

- Narváez, F. C. (2018). *Fenología y producción de Rye grass (Lolium multiflorum) bajo sistema de labranza convencional y alternativa en la Granja de Iruquis* [Tesis de ingeniería, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional.
- Parés, J. (2013). *Efecto del cloruro de sodio sobre el crecimiento y estado nutricional de plantas de papaya*. Scielo, 8.
- Pezo, D. (2018). *Uso eficiente de fertilizantes*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7.
- Quilligana, S. (2016). *Comparación productiva de tres cultivares de Ryegrass perenne (Lolium perenne) en términos de producción y calidad en Tambillo* [Tesis de Facultad de Agronomía, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio universitario.
- Ramiro León, N., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador*. En *Siembra y producción de pasturas* (p. 622). Cuenca: Universitaria Abya-Yala.
- Rodríguez, J., & Rosado, A. (2021). *Efecto combinado de un fertilizante mineral y un bioestimulante sobre la producción de forraje verde hidropónico* [Tesis de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. Calceta.
- Rodríguez, O. (2021). *Suelos salinos y sódicos: Identificación, mitigación y consideraciones de manejo*. ATTRA Agricultura Sustentable, 12.
- Rosero, S., Erazo, N., Guallpa, M., & Usigña, M. (2017). *Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de Vallea stipularis L.f. Enfoque UTE*, 12.
- Salisbury, F., & Cleon, R. (2018). *Fisiología vegetal. Tesis de posgrado, Universidad de La Rioja*.
- Sánchez, D. (2013). *Análisis de la adaptabilidad y el rendimiento de tres variedades de pastos Ray-grass inglés (Lolium perenne), Brachiaria brizantha (Brachiaria brizantha) y trébol blanco (Trifolium repens) en el distrito Ayabaca, Perú* [Tesis de ingeniería]. Repositorio universitario.
- Sepa, B. (2012). *Rehabilitación de la pradera artificial con diferentes niveles de bioestimulante de base orgánica (Green Fast)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba.
- SINC. (2018, enero 25). *Determinan la cantidad de nutrientes que aporta la caída de hojas de pino*. Ciencia contada en español. <https://www.agenciasinc.es/noticias/determinan-la-cantidad-de-nutrientes-que-aporta-la-caida-de-hojas-de-pino>
- Solis, K. (2020). *Aplicación de dos bioestimulantes agrícolas en el comportamiento agronómico del pimiento (Capsicum annuum L.) en el recinto El Deseo, Guayas* [Tesis de ingeniería, Universidad Agraria del Ecuador]. Milagro. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOLIS%20SALINAS%20KEVIN%20OSMAR_compressed.pdf
- Thalia Rodriguez-Arrobo, Karla Cajamarca-Crespo, Salomón Barrezueta-Unda, Angel Luna-Romero, & Diego Villaseñor-Ortiz. (2023). *Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero*. Manglar, 13. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.013>
- Tatamues, L. (2011). *Influencia de los microorganismos eficientes EM® en la producción de una mezcla forrajera*. Repositorio del Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Emprendimiento (CITTE), 20.

- Tavarini, S., Passera, B., Martini, A., Avio, L., Sbrana, C., Giovannetti, M., & Angelini, L. G. (2018). *Plant growth, steviol glycosides and nutrient uptake as affected by arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorous fertilization in Stevia rebaudiana Bert. Industrial Crops and Products*, 111, 899-907.
- Tavarini, S., & Angelini, L. G. (2013). *Stevia rebaudiana Bertoni as a source of bioactive compounds: The effect of fertilization and harvest time on steviol glycoside content and antioxidant properties. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9), 2121-2129.
- Torres, A., Héctor, E., Hernández, G., Cué, J., & Fosado, O. (2017). *Efectos del BIOSTAN® en los cultivos de pimiento (Capsicum annum L.) en condiciones semiprotegidas. La Técnica: Revista de las Agrociencias*, Edición Especial, 15-26. Recuperado de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/4096>
- Torres, M., & Lenin, M. (2010). *Growth and nutrient content variation of groundnut (Arachis hypogaea L.) under vermicompost application. Journal of Experimental Sciences*, 1(8), 12-16.

ANEXOS

Anexo 1 . Metodología de análisis para determinar el contenido nutricional del extracto de acículas de pino

INFORME: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO			
PT0901.REV01			Pág 1/2
Código Agrarprojekt:	UTN-090524	Informe de Ensayo N°	808
Fecha de Recepción:	09-05-24	Fecha de Informe:	22-05-24
DATOS DEL CLIENTE			
Cliente:	Lizbeth Quelal		
Solicitado por:	Lizbeth Quelal		
Ubicación:	Ibarra	Teléfono:	0959943695
PROCESO DE ANÁLISIS			
Método utilizado para la preparación de la muestra:			
Medición del pH y C.E. en el Abono Orgánico Líquido → Dilución del Abono Organico Líquido Puro x 10 y x 20 y x 50 → Filtración del Abono Organico Líquido diluido con un filtro fino para aclarar la solución y remover las partículas orgánicas sólidas. ?			
MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS			
PARÁMETROS	MÉTODO		
pH	EPA 9045 D		
Conductividad (C.E.)	SM 2510 B		
Nitrato (NO ₃)	DIN-38405-D9-2 / ISO 7890-1		
Amonio (NH ₄)	SM 4500-NH ₃ D		
Fosfato (PO ₄)	SM 4500-P C		
Potasio (K)	SM 3500-K B		
Magnesio (Mg)	EPA 7000 B		
Calcio (Ca)	EPA 7000 B		
Sulfato (SO ₄)	SM 4500-SO ₄ E		
Sodio (Na)	SM 3500-Na B		
Cloruro (Cl ⁻)	SM 4500-Cl G / SM 450-Cl D Método Potenciométrico		
Hierro (Fe)	EPA 7000 B		
Manganeso (Mn)	EPA 7000 B		
Cobre (Cu)	EPA 7000 B		
Zinc (Zn)	EPA 7000 B		
Boro (B)	DIN-38405-D17		
Molibdeno (Mo)	EPA 7010		
Materia Orgánica (L.O.I., "Loss on Ignition")	AOAC 967.05 / DIN 19684-3		

Anexo 2 . Resultados de análisis nutricional en un litro de extracto de pino

		RESULTADOS	
Código Agrarprojeckt:	UTN-090524	Pág 2/2	
INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS			
Información Adicional:	Uso del Pino (Pinus sylvestris) como Bioestimulante para una mezcla forrajera de Lolium perenne, Trifolium repens y Plantago major en el Cantón Espejo, Carchi		
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Líquido (Bioestimulante)		
Número de Muestra:	# 1		
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra Abono Orgánico Líquido		
Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Abono Orgánico Líquido – Nutrientes en solución, disponibles para la planta			
Análisis	Unidad	Resultado	
pH	-	4,2	
Conductividad (CE)	mS/cm	2,66	
Nitrato (NO ₃) NO ₃ - N	mg/l	177 40,0	
Amonio (NH ₄) NH ₄ - N	mg/l	4,5 3,5	
(NO ₃ +NH ₄) – N	mg/l	43,5	
Fosfato (PO ₄) PO ₄ -P	mg/l	175 57,1	
Potasio (K)	mg/l	523	
Magnesio (Mg)	mg/l	139	
Calcio (Ca)	mg/l	132	
Sulfato (SO ₄) Azufre (SO ₄ -S)	mg/l	85,5 28,6	
Sodio (Na)	mg/l	34,0	
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	100	
Hierro (Fe)	mg/l	1,58	
Manganeso (Mn)	mg/l	8,01	
Cobre (Cu)	mg/l	0,660	
Zinc (Zn)	mg/l	3,15	
Boro (B)	mg/l	4,23	

Anexo 3. Análisis de suelo previo a la instalación de la investigación



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: LIZBETH QUELAL		Provincia: Carchi	
Ciudad: El Ángel		Cantón: Espejo	
Teléfono: 0959943695		Parroquia: La Libertad	
Fax:		Sitio:	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio:		Nro Reporte.: 11504	
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo	
Número de Campo: Muestra # 1		Muestra: Suelo, muestra 1	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2023-07-05	
A Cultivar: Pasto		Fecha de Reporte: 2023-07-12	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	46.25	ppm	
P	21.94	ppm	
S	8.25	ppm	
K	1.44	meq/100 ml	
Ca	11.05	meq/100 ml	
Mg	1.94	meq/100 ml	
Zn	5.38	ppm	
Cu	5.60	ppm	
Fe	320.36	ppm	
Mn	17.17	ppm	
B	0.10	ppm	
pH	5.46		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.280	mS/cm	
MO	6.58	%	
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%
Mg	K	K	Sum Bases
5.70	1.35	9.02	14.43
ppm	NTot	Cl	(%)
			Arena Limo Arcilla
			Clase Textural

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



Anexo 4. *Muestras de materia seca obtenidas luego del proceso de deshidratación*



Anexo 5. *Muestras de producción de materia verde*



Anexo 6. *Proceso de molienda de acículas de pino para obtención de harina.*



Anexo 7. *Proceso de macerado con etanol 70% y agua 30% para obtención del extracto*

