



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad nutricional de la *Avena sativa* L en condiciones de campo en la Quinta Experimental Punzara.

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo.

AUTOR:

Michael Vinicio Condor Buri

DIRECTORA:

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 15 de agosto de 2023

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad nutricional de la *Avena sativa* L en condiciones de campo en la Quinta Experimental Punzara**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de la autoría del estudiante **Michael Vinicio Condor Buri**, con **cédula de identidad Nro.1150563748**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
PAULINA VANESA
FERNANDEZ GUARNIZO

Ing. Paulina Vanesa Fernández Guarnizo Mg.Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Michael Vinicio Condor Buri**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cedula de identidad: 1150563748

Fecha: 28/05/2024

Correo electrónico: Michael.condor@unl.edu.ec

Teléfono: 0981164899

Carta de autorización por parte del autor, para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Michael Vinicio Condor Buri**, declaro ser autor del trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad nutricional de la *Avena sativa* L en condiciones de campo en la Quinta Experimental Punzara**, como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintiocho días del mes de mayo del dos mil veinticuatro.

Firma:



Autor: Michael Vinicio Condor Buri

Cedula: 1150563748

Correo electrónico: michael.condor@unl.edu.ec

Teléfono: 0981164899

Dedicatoria

El presente trabajo de Integración Curricular se lo dedico principalmente a mis padres por su incondicional apoyo, enseñanzas y ejemplo de superación, ellos son mi fuente de inspiración para lograr ser mejor cada día y de esta manera poder cumplir mis sueños y metas planteadas.

A mis hermanos por su generoso apoyo y motivación para seguir adelante a pesar de las adversidades.

Michael Vinicio Condor Buri

Agradecimiento

Mi sincero agradecimiento y gratitud a Dios por regalarme salud, vida, fuerzas y sabiduría para seguir alcanzando mis sueños, porque siempre estabas presente en cada momento de mi vida y nunca me dejaste caer.

A mis padres Ramiro Condor y María Buri, han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A Sonia Jaura por su constante apoyo durante mi formación académica y por ser un pilar fundamental en mi vida.

A la Universidad Nacional de Loja, en especial a la Carrera de Ingeniería Agronómica, quien me ha brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y enriquecer mis conocimientos. Y a todos los docentes que fueron parte de mi formación personal y profesional, por compartir sus conocimientos, experiencias y sabidurías.

A mi directora de tesis la Ing. Paulina Fernández Guarnizo Mg. Sc. por sus conocimientos, asesoramiento y orientación académica durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A las ingenieras Beatriz Guerrero y Marina Mazón por haberme compartido sus conocimientos de manera profesional e invaluable y guiarme para llevar a cabo con éxito mi trabajo de investigación.

Michael Vinicio Condor Buri

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorizacion.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos.....	xii
1. Título.....	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos.....	5
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Cultivo de avena	6
4.1.1. Producción mundial	6
4.1.2. Producción nacional	6
4.1.3. Características generales	7

4.1.4. <i>Taxonomía</i>	8
4.1.5. <i>Origen</i>	8
4.1.6. <i>Morfología</i>	8
4.1.7. <i>Requerimientos del cultivo</i>	9
4.2. Fertilizantes orgánicos.....	10
4.2.1. <i>Generalidades</i>	10
4.2.2. <i>Fertilizantes orgánicos a utilizar</i>	10
4.2.3. <i>Ventajas de los fertilizantes orgánicos</i>	10
5. Metodología	12
5.1. Ubicación de estudio	12
5.1.1. <i>Ubicación geográfica</i>	12
5.2. Metodología de la investigación.....	12
5.2.1. <i>Metodología general</i>	12
5.3. Diseño experimental	13
5.3.1. <i>Esquema del experimento</i>	14
5.4. Metodología para el objetivo específico 1	15
5.4.1. <i>Altura de la planta</i>	15
5.4.2. <i>Macollamiento</i>	15
5.4.3. <i>Longitud de hoja</i>	15
5.4.4. <i>Cobertura aérea (%)</i>	16
5.4.5. <i>Numero de hojas</i>	16
5.4.6. <i>Producción de materia verde</i>	16

5.5. Metodología para el objetivo específico 2.....	16
5.5.1. <i>Calidad nutricional.</i>	16
5.6 Análisis estadístico	18
6. Resultados	19
6.1. Resultados para el primer objetivo específico	19
6.1.1. <i>Altura de la planta</i>	19
6.1.2. <i>Número de hojas</i>	19
6.1.3. <i>Macollamiento</i>	20
6.1.4. <i>Longitud de hojas</i>	21
6.1.5. <i>Cobertura aérea</i>	22
6.1.6. <i>Producción de materia verde</i>	22
7. Discusión.....	24
7.1. Parámetros productivos	25
8. Conclusiones.....	28
9. Recomendaciones.....	29
10. Bibliografía.....	30
11. Anexos.....	34

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de la avena sativa L (PROAIN, 2020).....	8
Tabla 2. Definición de tratamientos y las respectivas dosis de fertilizantes orgánicos expresadas en t/ha, considerando las especificaciones técnicas de aplicación de los fabricantes.....	14
Tabla 3. Forma de aplicación y dosis de fertilización por tratamiento expresadas en g/m ² referente al área de estudio.....	15

Índice de figuras

Figura 1. Principales productores de avena en el mundo en 2019 (PROAIN, 2020).....	6
Figura 2. Ciclo del cultivo de avena sativa (Briceño, 2016).	7
Figura 3. Localización del lugar de estudio, quinta experimental Punzara de la Universidad nacional de Loja.	12
Figura 4. Esquema del experimento de acuerdo a la distribución de parcelas y respectivos tratamientos.	14
Figura 5. Altura de la planta, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.	19
Figura 6. Número de hojas, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.	20
Figura 7. Número de macollos, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.	21
Figura 8. Longitud de hojas, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.	21
Figura 9. Cobertura aérea, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) del cultivo de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.....	22
Figura 10. Cobertura aérea, hasta los 86 días después de la siembra (DDS) del cultivo de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.....	23

Índice de anexos

Anexo 1. Eliminación de malezas y preparación del suelo.....	34
Anexo 2. Cultivo de avena a los 13 DDS.....	34
Anexo 3. Aplicación del riego.....	34
Anexo 4. Aplicación de fertilizantes en cada parcela	35
Anexo 5. cultivo de avena a los 45 DDS.....	35
Anexo 6. Medición de variables.....	35
Anexo 7. Picado de muestras para la determinación de calidad nutricional.	36
Anexo 8. Colocación de las muestras en la estufa a 65 grados.	36
Anexo 9. Certificado de traducción del Abstrac	37

1. Título

**Efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad
nutricional de la *Avena sativa* L en condiciones de campo en la Quinta
Experimental Punzara**

2. Resumen

La ganadería bovina es un pilar fundamental para el sector agropecuario del Ecuador por su dinamismo en la economía rural, los pastos representan la fuente más importante en la alimentación del ganado y son de bajo costo. La avena forrajera es un cultivo de alto rendimiento con una producción de forraje verde de 30 a 40 t/ha de buena calidad nutritiva, siendo una especie de importancia para el sector en continuo crecimiento como es el ganadero. El presente estudio permitió evaluar la producción forrajera y calidad nutricional de *Avena sativa* L con fertilización, orgánica, se lo estableció en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones. T1 (testigo), T2 (fertilizante orgánico nutrisano), T3 (fertilizante orgánico algasoil) y T4 (fertilizante orgánico multimix). Las variables evaluadas fueron altura de la planta, macollamiento, longitud de hojas, cobertura aérea, número de hojas, se registraron cada 10 días desde la germinación, la producción de materia verde y de materia seca se evaluó a los 90 Días Después de la Siembra (DDS), al igual que las variables de calidad nutricional. Los análisis estadísticos ANOVA se realizaron en el programa InfoStat. El pasto que alcanzo la mayor altura con 78,71 cm fue el T4 y la menor altura la alcanzo el T1 con 66,29 cm a los 83 DDS. Las variables de rendimiento no presentaron diferencias estadísticamente significativas, pero en general el T2 y T3 predominaron. La mejor producción de MV se obtuvo con el fertilizante algasoil 36 086, 04 kg. ha⁻¹ por corte, con relación al mayor contenido en el valor nutricional fueron el T2 y T3.

Palabras clave: Poaceae, fertilizantes, orgánicos, rendimiento, valor nutricional, proteína.

Abstract

Cattle raising is a fundamental pillar of Ecuador's agricultural sector because of its dynamism in the rural economy; pasture represents the most important source of livestock feed and is low cost. Fodder oats are a high yielding crop with a green fodder production of 30 to 40 t/ha of good nutritional quality, being an important species for the continuously growing livestock sector. The present study evaluated the forage production and nutritional quality of *Avena sativa* L with organic fertilization, established at the Experimental Farm "Punzara" of the National University of Loja, under a Block Design Completely Randomized (DBCA) with 4 treatments and 3 replications. T1 (control), T2 (nutrisane organic fertilizer), T3 (alga soil organic fertilizer) and T4 (multimix organic fertilizer). The variables evaluated were plant height, tillering, leaf length, aerial coverage, number of leaves, recorded every 10 days from germination, green matter and dry matter production were evaluated at 90 days after sowing (DDS), as well as nutritional quality variables. ANOVA statistical analyses were performed in the InfoStat program. The grass that reached the greatest height with 78.71 cm was T4 and the lowest height was reached by T1 with 66.29 cm at 83 DDS. Yield variables did not show statistically significant differences, but in general T2 and T3 predominated. The best MV production was obtained with alga soil fertilizer 36 086, 04 kg ha⁻¹ per cutting, in relation to the highest content in nutritional value were T2 and T3.

Key words: Poaceae, fertilizers, organic, yield, nutritional value, protein.

3. Introducción

La ganadería bovina es un pilar fundamental para el sector agropecuario del Ecuador por su dinamismo en la economía rural, los pastos representan la fuente más importancia en la alimentación del ganado y son de bajo costo. En el Ecuador la superficie plantada de pastos cultivados en el 2020 fue de 2 065 699 hectáreas, siendo el ganado vacuno con un total de 4,34 millones de cabezas a nivel nacional el predominante, seguido por el ganado porcino con 1,06 millones de cabezas; por ende es necesario realizar cultivos de pastos que proporcionen cantidad y calidad forrajera para cubrir las necesidades en la crianza de ganado bovino (Reascos, 2015).

El cultivo principal en el Ecuador es del pasto saboya que es de baja calidad nutricional y no proporciona los nutrientes necesarios en la alimentación animal, por lo que se requiere de suplementos, lo que eleva los costos en la producción ganadera (INEC, 2021).

La avena forrajera es un cultivo de alto rendimiento con una producción de forraje verde de 30 a 40 t/ha de buena calidad nutritiva, siendo una especie de importancia para el sector en continuo crecimiento como es el ganadero. Así mismo permite la suplementación alimenticia en épocas de baja disponibilidad de pastos, sea cortada en fresco, pastoreo directo, conservación (heno, henolaje, ensilaje), y a diferencia de otros cereales tiene un alto contenido en fibra, por lo que presenta menos riesgo de ocasionar acidosis (Gallardo, 2016). Una adecuada adaptación hace que se siembre en todo el callejón interandino en especial en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Tungurahua y El Oro (Briceño, 2016).

Aunque la avena forrajera tenga un rendimiento potencial elevado, igualmente requiere del aporte de nutrientes para que pueda desarrollar ese potencial. Por esto es muy importante y eficiente que al cultivar pastos se incorpore abonos orgánicos al suelo sobre todo cuando el contenido de materia orgánica es bajo y el efecto de la erosión es significativo en el suelo. Así, su aplicación puede optimizar la calidad de la producción de los cultivos en cualquier tipo de suelo y restablecer en forma gradual sus cualidades naturales (EOS DATA, 2021). En la parroquia Punzara, no se han realizado trabajos sobre el uso de diferentes fuentes de fertilización en la avena, debido a la falta de conocimiento de este cultivo y su importancia en la calidad nutricional para el ganado, mucho menos la

implementación de alternativas de manejo orgánico que podrían mejorar la producción, y calidad nutricional del pasto.

Este proyecto de investigación se encuentra relacionado con el objetivo 12 de los ODS, el cual habla sobre garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles; así mismo, está claramente relacionada con las líneas de investigación 10 y 11 de la Universidad Nacional de Loja, que hablan sobre los “Sistemas agropecuarios sostenibles para la soberanía alimentaria” y el “aprovechamiento de los recursos de la biodiversidad y cambio climático”. Además, se relaciona con la línea de investigación de la Carrera de Agronomía denominada “Tecnologías para la producción y posproducción agrícola sostenible”.

3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad nutricional de la *Avena sativa* L en condiciones de campo en la Quinta Experimental Punzara.

3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje de avena (*Avena sativa* L).
- Determinar el efecto de la fertilización orgánica en la calidad nutricional del forraje de avena (*Avena sativa* L).

4. Marco Teórico

4.1. Cultivo de avena

4.1.1. Producción mundial

La producción mundial anual de este cereal es de aproximadamente 22,5 millones de toneladas que se obtienen en 9,7 millones de hectáreas, con rendimientos promedio de 2,3 t/ha y con un intervalo de 0,7 a más de 7 t/ha (PROAIN, 2020). En la figura 1 se aprecian los principales productores de avena.

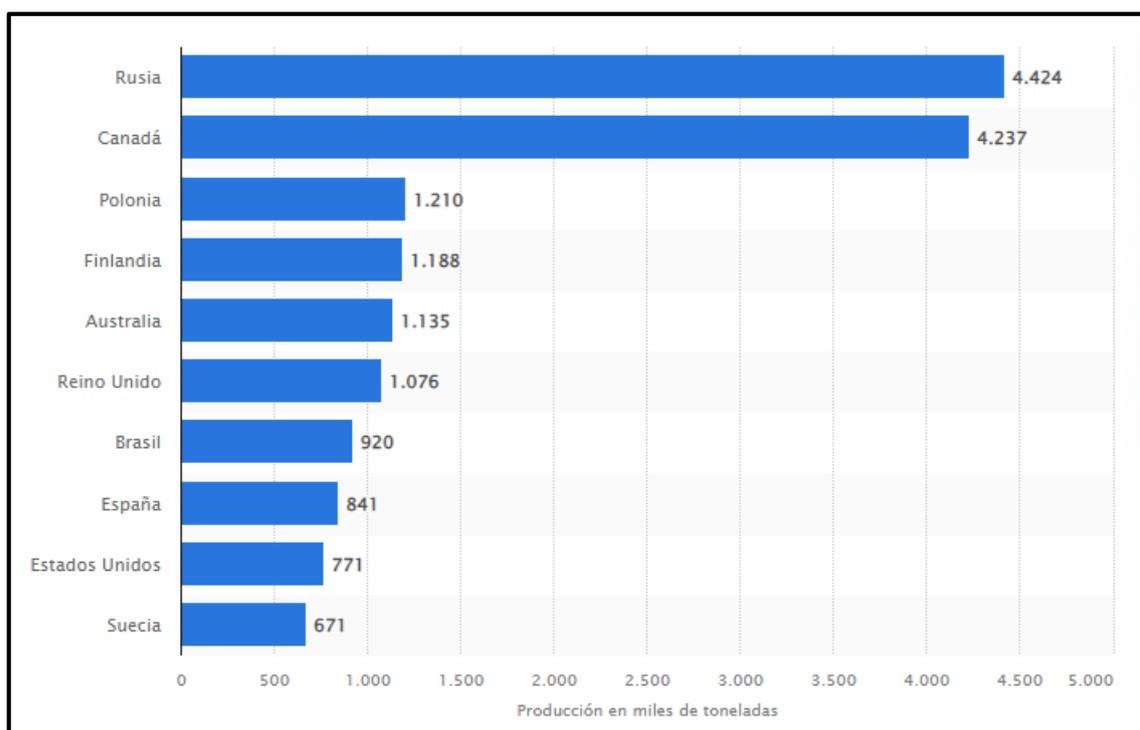


Figura 1. Principales productores de avena en el mundo en 2019 (PROAIN, 2020).

4.1.2. Producción nacional

Briceño (2016) indica que en el Ecuador el cultivo de la avena encuentra buenas características geográficas, climáticas y de suelos, que le permiten una adecuada adaptación y desarrollo, sembrándose en todo el callejón interandino en especial en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Tungurahua y El Oro (parte alta), alcanzando un ciclo vegetativo óptimo según la variedad usada, entre la siembra y la cosecha de 6 a 7 meses (Briceño, 2016).

4.1.3. Características generales

La avena forrajera (figura 2) es un cultivo de adaptabilidad a distintas condiciones ambientales (2500-4200 m.s.n.m). La conservación puede darse como heno o ensilado a fin de almacenar alimento para la época de estiaje (mayo-setiembre), permitiendo asegurar la producción del ganado en la época seca donde hay escasez de pastos naturales (Arias A. et al., 2021).

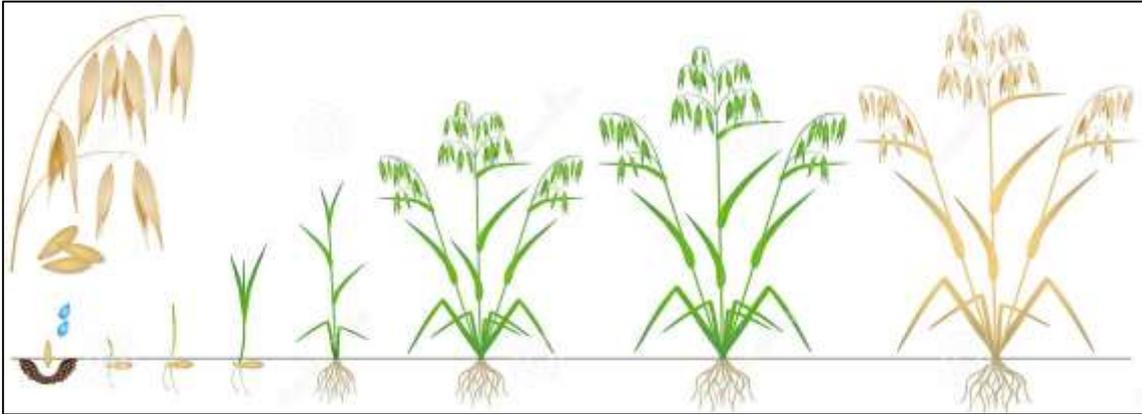


Figura 2. Ciclo del cultivo de avena sativa (Briceño, 2016).

Ariza et al., (2019) mencionan que este cultivo es una alternativa para la alimentación de bovinos ya que genera altos niveles de producción de biomasa por hectárea con buenos valores nutricionales y alta palatabilidad, además de esto es un cultivo de fácil manejo. El cultivo tiene como ventajas: buen valor proteico, buena digestibilidad, costo de producción bajo, producción durante todo el año. Este tipo de forraje genera expectativas positivas que abren caminos en la solución de las dificultades productivas de la alimentación de bovinos en la región.

4.1.4. Taxonomía

En la tabla 1 se puede apreciar la taxonomía del cultivo de avena.

Tabla 1. Taxonomía de la avena sativa L (PROAIN, 2020).

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Avena</i>
Especie	<i>A. sativa</i>

4.1.5. Origen

La avena tiene su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue considerada como una mala hierba de estos cereales.

4.1.6. Morfología

- **Raíz.** El sistema radical de la avena es muy similar al del trigo. El gran desarrollo de sus profundas raíces fibrosas, que en el trigo penetran hasta 60 a 90 cm de la superficie del suelo, son algo más profundas en la avena pues llegan a profundidades de 90 a 120 cm (PROAIN, 2020).
- **Tallo.** El tallo de la avena es recto, de 80 a 160 cm de altura, hueco y nudoso, emergiendo las hojas de los nudos. Comparado con el tallo del trigo, el de la avena es de diámetro un poco mayor y más blando; el número de internudos en la caña varía de cuatro a ocho.
- **Hoja.** La avena produce gran número de hojas; la vaina es cerrada y la lígula corta y ovalada, con dientes bien definidos y distinta, por lo tanto, de la del trigo, centeno y cebada. Las hojas jóvenes están enrolladas hacia la izquierda y carecen de aurículas, carácter que distingue a la avena de los demás cereales.

- **Inflorescencia.** Las espículas o espiguillas de la avena están dispuestas en forma de panículo. La ramificación del eje es racimosa y el número de verticilos en un panículo es de cuatro a nueve, comúnmente de cinco o seis.
- **Espícula y flor.** El número de flores de una espícula de avena es de dos a cinco, raramente hay una y comúnmente son tres. En las avenas llamadas solitarias, madura solamente una flor, que es la basal; en las denominadas gemelas, maduran dos y ocasionalmente tres. Las flores apicales de la espícula son a menudo estaminales (imperfectas).

4.1.7. Requerimientos del cultivo

4.1.7.1. Riego

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos de las zonas nórdicas y marítimas. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones (Servin et al., 2018).

4.1.7.2. Fertilización

El nitrógeno comúnmente es el más deficitario para el cultivo de este cereal. Es por ello que el uso de fertilizantes nitrogenados mejora la producción de macollos y el peso de las panojas, aumentando el rendimiento y la proteína del grano. No obstante, un exceso de nitrógeno induce un mayor desarrollo vegetativo y una mayor altura, lo que aumenta el acame. La disponibilidad de nitrógeno depende principalmente del tipo de suelo, contenido de materia orgánica, fertilización del cultivo anterior y de la rotación de cultivos (PROAIN, 2020).

4.1.7.3. Suelo

Se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal, pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto, suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas. La característica óptima del suelo es de una textura franco, fértil, con alto contenido en materia orgánica y un pH que va desde los 6 a 7.

4.2. Fertilizantes orgánicos

4.2.1. Generalidades

INTAGRI (2016) indica que los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos. Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos.

4.2.2. Fertilizantes orgánicos a utilizar

En la presente investigación se utilizarán los siguientes fertilizantes orgánicos.

- **Nutrisano:** Es un fertilizante orgánico compuesto de materia de origen vegetal, que pasa por varios procesos hasta obtener un producto de calidad con un alto contenido de materia orgánica. Aporta y aumenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para una mejor asimilación. Su composición química es: Materia orgánica 65,75 %; nitrógeno 1,75 %; fósforo 3,48 %; potasio 2,42 %; calcio 6,62 %; Magnesio 0,79 % (Prefectura Loja, 2015).
- **Multimix:** Es un fertilizante orgánico que mejora la estructura del suelo y ayuda a la retención de la humedad en el suelo. Estimula la microflora del suelo al favorecer el desarrollo de colonias microbianas. Contiene reguladores de crecimiento, auxinas, giberelinas y citoquininas que juegan un papel importante en la división celular y la síntesis de proteína. Está compuesto de Materia orgánica 10 %; Extracto de algas 5 %; Ácido húmico 5 %; Calcio (Ca) 10 %; Magnesio (MgO) 10 %; Hierro (Fe) 5 % (Ecuaquímica, 2013).
- **Algasoil:** Fertilizante orgánico elaborado de algas marinas, pasta de soya, harina de huesos, además contiene minerales naturales y aminoácidos para un completo balance de los elementos esenciales del suelo. Está compuesto de nitrógeno, fósforo y potasio con 2 %, aditivos: 10 %; materia orgánica: 45 – 50 %; materia bioactiva: 20 % (Agroactivo, 2022).

4.2.3. Ventajas de los fertilizantes orgánicos.

AGRECOL (2013) mencionan que las ventajas del abono orgánico radican en los siguientes puntos:

- ✓ Incorpora nutrientes y materia orgánica al suelo.
- ✓ Logra mantener nutrientes permanentes en el suelo.
- ✓ Su costo económico es accesible para el productor.
- ✓ Menor uso de cantidad de agua (riegos menos frecuentes 14 a 21 días).
- ✓ Garantiza la producción y rendimiento del cultivo.
- ✓ Aumenta la fertilidad y cantidad de microorganismo del suelo.
- ✓ Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el
- ✓ suelo, así como mejoran la capacidad de absorber agua.

4.3. Estudios sobre el uso de fertilizantes orgánicos

Montaño-Carrasco et al., (2017) realizó un estudio en avena en Namiquipa, Chihuahua, México. Utilizó un diseño experimental completamente al azar para evaluar cinco tratamientos: 1) T1-C: fertilización orgánica con el uso de compost, 2) T2-L: fertilización orgánica con lixiviados de vermicompost, 3) T3-Q: fertilización química mediante dos aplicaciones, de 18N-46P-00K y 46N-00P-00K, 4) T4-QC: fertilización química más compost, y 5) T5-QL: fertilización química más lixiviados.

Ahmad et al. (2011) llevó a cabo un ensayo en el Área de Investigación Agronómica, de la Universidad de Agricultura Faisalabad, para poder examinar la eficacia comparativa de fuentes orgánicas e inorgánicas de fertilizantes nitrogenados y fosforados solos y en diferentes combinaciones para encontrar los factores que contribuyen al rendimiento y la calidad de la avena (*Avena sativa* L.). Los tratamientos se probaron bajo un diseño de bloques completos al azar utilizando tres repeticiones. Se encontraron resultados significativos con respecto a la altura de la planta (146,3 cm), número de hojas por planta (6,87), número de macollos por planta (8,02), número de macollos m⁻² (336), área foliar por planta (128 cm²), peso fresco por macollo (30,10g), y rendimiento de forraje verde (74,67 t ha⁻¹) en contraste con los abonos orgánicos y su combinación con fertilizante inorgánico.

Pandey (2018) realizó un experimento de campo en Research Farm, College, Bichpuri, Agra (U.P.) para estudiar el efecto del manejo integrado de nutrientes en el rendimiento, la calidad y absorción de nutrientes en avena (*Avena sativa*). El experimento se planteó en un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. Donde pudieron obtener resultados óptimos respecto a los fertilizantes utilizados.

5. Metodología

5.1. Ubicación de estudio

5.1.1. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja (Figura 3), la cual se encuentra ubicada en la parroquia de Punzara, en el sur de la ciudad de Loja, está ubicado a una altitud de 2 100 msnm, con una topografía ondulada, plana y accidentada (irregular), temperatura entre los 13,6 y 16,2 °C.

Ecológicamente, pertenece a bosque seco montano bajo; se presentan dos microclimas: templado lluvioso con invierno seco no riguroso y un clima templado lluvioso húmedo; la humedad relativa es de 70 %; con precipitación media de 796,7 mm anual (Jiménez, 2013). Los suelos del sector son de composición limo - arcillosos, y se utilizan para labores de agricultura y de ganadería, ya que existen muchos pastizales, por lo que se puede decir que no están erosionados (Jiménez, 2013).



Figura 3. Localización del lugar de estudio, Quinta Experimental Punzara de la Universidad nacional de Loja.

5.2. Metodología de la Investigación

El estudio fue de tipo experimental en el cual se establecieron tratamientos con sus respectivas repeticiones. El alcance de la investigación es de tipo descriptivo y comparativo ya que permitió mostrar con precisión el resultado de los tratamientos efectuados a partir de las variables evaluadas en campo.

5.2.1. Metodología general

En la Quinta Experimental Punzara se realizó la limpieza manual de malezas del área designada mediante la utilización de varias herramientas: machete, guadaña y lampa.

La preparación del suelo se realizó con maquinaria agrícola. Se delimitaron las parcelas mediante el uso de cinta métrica, flexómetro, piolas, combo y estacas. Posteriormente, se trazaron 12 parcelas de 15 m² cada una, con una distancia de caminos entre parcelas de 0,5 m. La siembra del cultivo de avena se lo realizó al voleo de manera uniforme; las semillas fueron obtenidas de una casa comercial (semillas certificadas), variedad dorada cayusa. En cada una de las parcelas con el cultivo establecido se aplicaron aleatoriamente los tratamientos elegidos en este experimento. Se hicieron labores culturales necesarias, principalmente deshieras y el riego se efectuó en función a las condiciones imperantes en la zona y en la época del ensayo.

5.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en la investigación fue el Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media global de la variable respuesta

τ_i : Efecto de los tratamientos

β_j : Efecto de los bloques

ϵ_{ij} : Error experimental

El diseño constó de 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales, cada parcela tuvo un tamaño de 3x5 (15 m²), la separación entre parcelas fue de 0,50 m y entre bloques de 0,70 m, con un área total del experimento de 222,75 m², de las cuales 7 plantas de cada tratamiento y repetición fueron evaluadas. Los tratamientos empleados en esta investigación se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Definición de tratamientos y las respectivas dosis de fertilizantes orgánicos expresadas en t/ha, considerando las especificaciones técnicas de aplicación de los fabricantes.

TRATAMIENTOS		
N	Abonos y fertilizantes	Dosis t/ ha
Tratamiento 1	Testigo	
Tratamiento 2	Nutrisano	3
Tratamiento 3	Algasoil	1
Tratamiento 4	Multimix	0,17

5.3.1. Esquema del experimento

En la Figura 4 se presenta el esquema del experimento utilizado en la presente investigación, correspondiente a un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA).

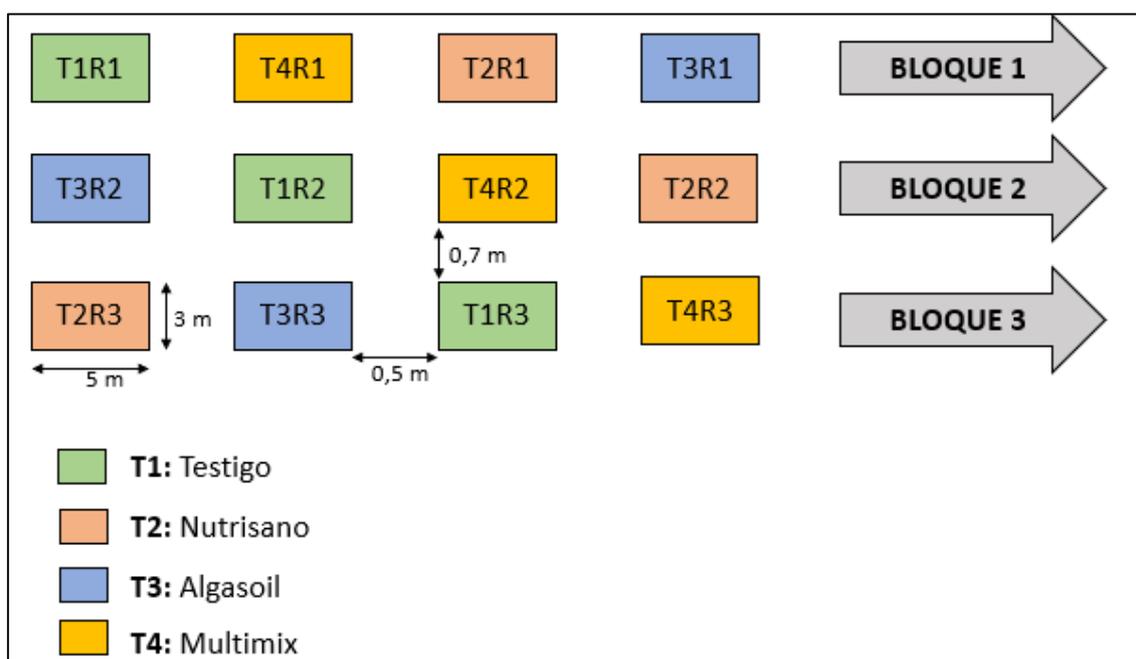


Figura 4. Esquema del experimento de acuerdo a la distribución de parcelas y respectivos tratamientos.

En la tabla 3 se puede apreciar las y las respectivas dosis de fertilización del área de estudio.

Tabla 3. Forma de aplicación y dosis de fertilización por tratamiento expresadas en g/m² referente al área de estudio.

Fuentes de fertilización				
Tratamiento	Origen del producto	Producto	Dosis g/15m² (siembra y 50 DDS)	Forma de aplicación
T1		Testigo		
T2	Orgánico	Nutrisano	4 535,92	Edáfica
T3	Orgánico	Algasoil	1 496,85	Edáfica
T4	Orgánico	Multimix	317,51	Diluido en agua

Se realizaron dos aplicaciones de los productos por cada tratamiento, considerando las especificaciones técnicas de aplicación de los fabricantes. La primera dosis al momento de la germinación, excepto el T2 (Nutrisano) puesto que fue incorporado al momento de la siembra; y la segunda dosis de todos los tratamientos se aplicó a los 55 DDS.

5.4. Metodología para el objetivo específico 1

“Evaluar el efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje de avena (Avena sativa L)”.

Para la evaluación de las variables productivas, se marcaron 7 plantas al azar y en ellas se tomaron los datos, con una frecuencia de 10 días.

5.4.1. Altura de la planta

Mediante el uso de una regla se registró desde la superficie basal de la planta hasta la media terminal de la hoja más alta.

5.4.2. Macollamiento

Se contabilizó el número de macollos/planta, durante todo el ciclo de crecimiento.

5.4.3. Longitud de hoja

Se tomaron 3 hojas para registrar su medida con la ayuda de una regla, se midió desde la base de la lámina foliar hasta el ápice de la misma.

5.4.4. Cobertura aérea (%)

Para determinar el porcentaje de cobertura aérea se usó la aplicación Canopeo, la cual permite calcular el valor de manera inmediata a través de una imagen de la unidad experimental. Para ello se procedió a tomar 3 fotos por cada unidad experimental, ubicando la cámara a una misma altura. El resultado se lo obtuvo en porcentaje (Paz, 2018).

5.4.5. Número de hojas

Se contó el número de hojas/planta, durante todo el ciclo de crecimiento.

5.4.6. Producción de materia verde

Se realizaron 3 muestreos aleatorios con un cuadrante de 0,50 x 0,50 en cada parcela, los cuales se cortaron manualmente a 5 cm del suelo durante la etapa de prefloración del pasto (momento de mayor contenido de nutrientes). Este material obtenido se pesó en campo con la ayuda de una balanza, se obtuvo el peso fresco de las muestras (PFM) y se sumaron sus pesos, la unidad de medida fue de kilogramos de materia verde por hectárea (Viracucha, 2020).

5.5. Metodología para el objetivo específico 2

“Determinar el efecto de la fertilización orgánica en la calidad nutricional del forraje de avena (Avena sativa L)”.

Se tomaron muestras representativas de 1 kg del pasto en prefloración, que es la etapa en que mayor contenido de nutrientes presenta, y se analizaron en el laboratorio de Suelos, Agua y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja para sus respectivos análisis de acuerdo a los protocolos de la AOAC Internacional (2019): proteína cruda (protocolo n° 2 001,11), cenizas (923,03), fibra cruda (978,10), extracto etéreo (948,22) y humedad (934,01).

5.5.1. Determinación del % de la muestra parcialmente seca

Indica indirectamente la cantidad de agua del forraje (Gallardo, 2006) ,por lo que las muestras que se tomaron en campo se picaron, homogenizaron y colocaron en una bolsa de papel y luego en la estufa a 65 °C hasta que alcanzó un peso constante; a estas se las pesaron y molieron, la muestra molida se puso en un recipiente previamente

identificado con el registro de laboratorio (Anexo 13 y 14). Para cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MSP} = \frac{\text{Peso de la muestra parcialmente seca}}{\text{Peso de la muestra (TCO)}} \times 100$$

5.5.2. Determinación de materia seca total

Luego de la determinación del % de la muestra parcialmente seca se pesaron 2 g de muestra molida y se colocaron en los crisoles, se llevaron a la estufa a 105 °C durante 12 horas, pasado eso se las dejaron en el desecador hasta enfriar y luego se registró el peso en una balanza analítica. Para el cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra antes del secado}} \times 100$$

5.5.3. Determinación de cenizas

Las cenizas son componentes minerales (macro y micro elementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente (Gallardo, 2006). Para determinar las cenizas, las muestras obtenidas de la determinación de % de materia seca se colocaron en la mufla a 600 °C por el lapso de 8 horas. Transcurrido ese tiempo se trasladaron al desecador hasta enfriar y 23 finalmente se pesaron y se registraron los valores. Para calcular el porcentaje de la ceniza se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de crisol muestra} - \text{peso crisol cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

5.5.4. Determinación de proteínas

Es el contenido de proteína verdadera (compuesta por aminoácidos) y nitrógeno no proteico (Mora , 2012). Para determinar el contenido de proteína total, se calculó el contenido de nitrógeno (N) que resultó tras la eliminación de la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl) calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (f= 6,25). Se tomó 2 g de muestra molida y se colocó en el tubo Kjeldahl, se agregó un catalizador y 10 ml de H_2SO_4 con la finalidad de que todo el material se sumerja en el ácido durante 3 horas. Seguidamente se preparó un matraz de Erlenmeyer con 25 - 50 ml de H_3BO_3 4 % (sobre el cual se recogió el NH_3 destilado) y gotas de indicador Mortimer (color rojo), y se colocó a la salida del refrigerante. Al equipo se le agregó la cantidad necesaria de solución de NaOH 40 % para neutralizar el ácido

sulfúrico, esto se destiló hasta llegar a aproximadamente a 200 ml en el Erlenmeyer colector.

$$\text{Proteína total \%} = (\text{V Muestra} - \text{V Blanco}) \times \text{N Ácido} \times 1.4 \times \text{F/G Muestra}$$

Donde:

V_{Muestra} ml de ácido gastados en la valoración de la muestra

V_{Blanco} ml de ácido gastados en la valoración del blanco

N_{Ácido} normalidad del ácido sulfúrico

0.014 peso del meq de nitrógeno, en g

F factor de conversión de nitrógeno a proteína

G^{muestra} peso en g de la muestra

5.5.5. Determinación de grasas

Para determinar compuestos grasos del pasto que nutricionalmente representan una fracción de alto valor energético, se agrega a la muestra de manera cuidadosa el reactivo conocido como éter anhidro hasta que éste se derrame en condiciones controladas. El éter anhidro tiene la capacidad de arrastrar estos compuestos de tal forma que los separa de la muestra de pasto. Los compuestos arrastrados por el éter tardan aproximadamente 4 horas en obtenerse de manera correcta (Mora, 2012)

5.6 Análisis estadístico

El tipo de análisis que se utilizó dentro de la investigación fue: Análisis de Varianza (ANOVA) para comprobar la diferencia de las medias entre los tratamientos respecto a cada variable estudiada (se los realizó después de haber realizado un análisis de homogeneidad), y en los casos donde existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) se aplicó el test de comparación múltiple Tukey al 95 % haciendo uso del software estadístico InfoStat.

6. Resultados

6.1. Resultados para el primer objetivo específico

“Evaluar el efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje de avena (Avena sativa L)”

A continuación, presentaremos los resultados de los datos recolectados de cada una de las variables hasta la actualidad, los cuales han sido registrados en 23, 33, 43, 53, 63, 73 y 83 días después de la siembra (DDS).

6.1.1. Altura de la planta

En la figura 5 se presentan los resultados de la altura de la planta, se observó que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, no obstante, en casi todos los tratamientos a los 83 DDS presentaron alturas mayores a un 65 cm

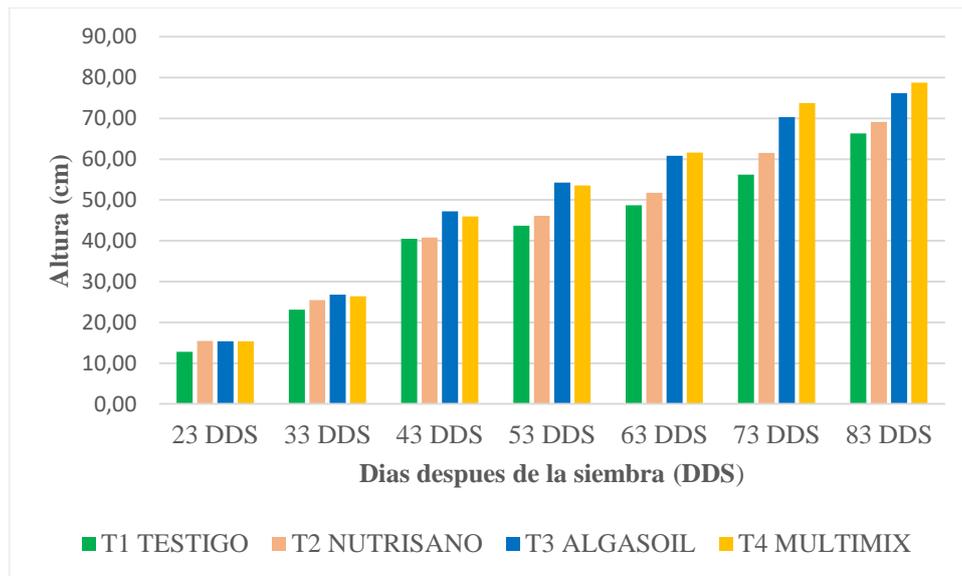


Figura 5. *Altura de la planta, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.*

6.1.2. Número de hojas

En la figura 6 se presentan los resultados del número de hojas, se observó que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ en los valores registrados a los 83 DDS, mientras que en los demás días no presentaron diferencias significativas; sin embargo, a los 83 DDS se evidenció que las plantas tratadas con el fertilizante algasoil alcanzaron el mayor número de hojas de 6,10, a diferencia del testigo que obtuvo 5.

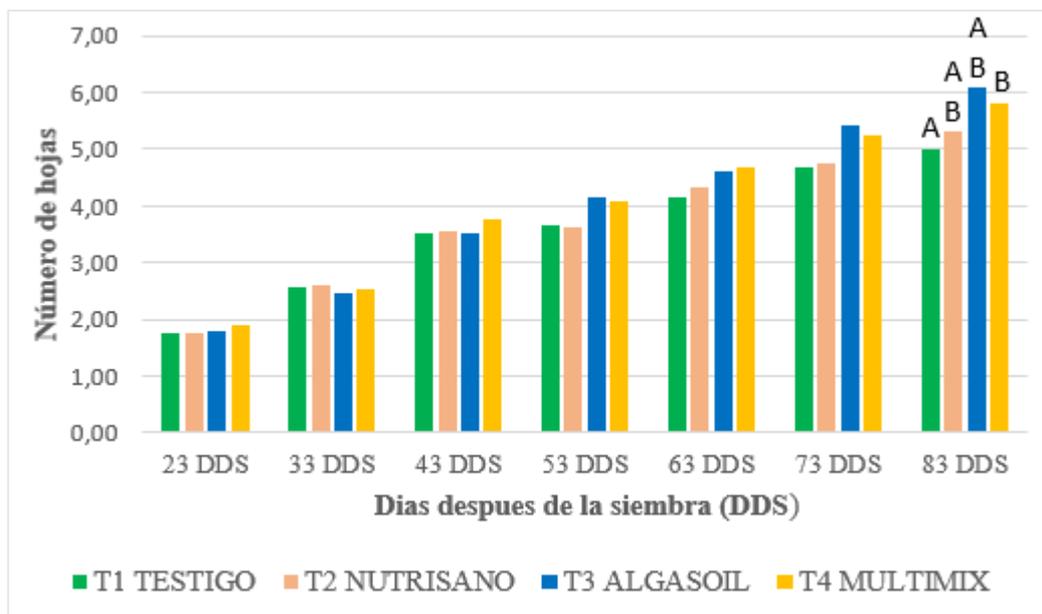


Figura 6. Número de hojas, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.

6.1.3. Macollamiento

La figura 7 corresponde al número de macollos por planta, donde se observa que solo existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores registrados a los 63, 73 y 83 DDS, siendo los de mejor resultado los tratamientos con fertilización orgánica Algasoil y multimix. A los 83 DDS el tratamiento algasoil (T3) y multimix (T4) tuvieron los mayores valores, con 6 y 7 macollos/planta respectivamente.

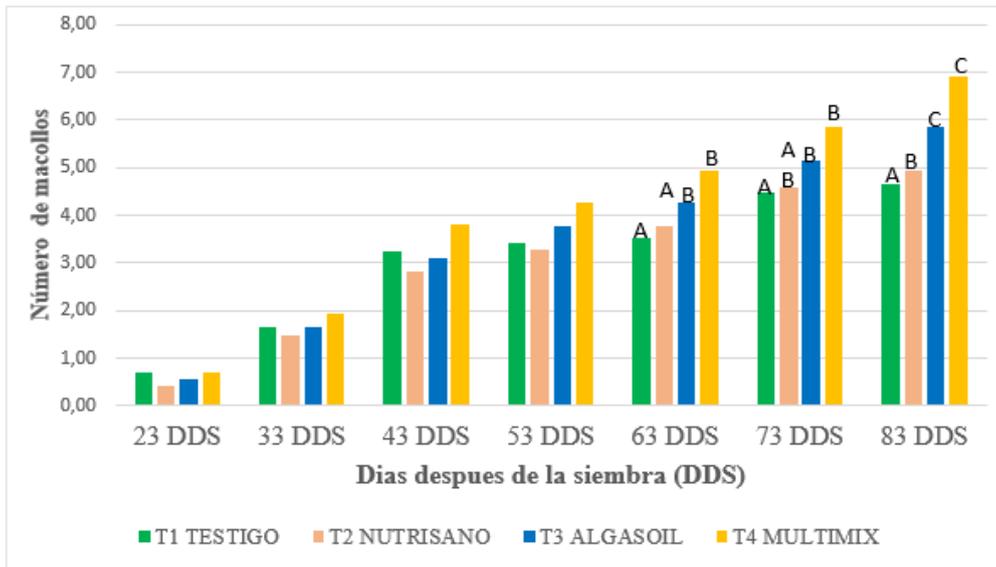


Figura 7. Número de macollos, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.

6.1.4. Longitud de hojas

La figura 8 se detalla la longitud de hojas por planta, destacando que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos; no obstante, el fertilizante multimix perteneciente al (T4) fue el que obtuvo la mayor longitud de hojas 57,95 cm a los 83 DDS.

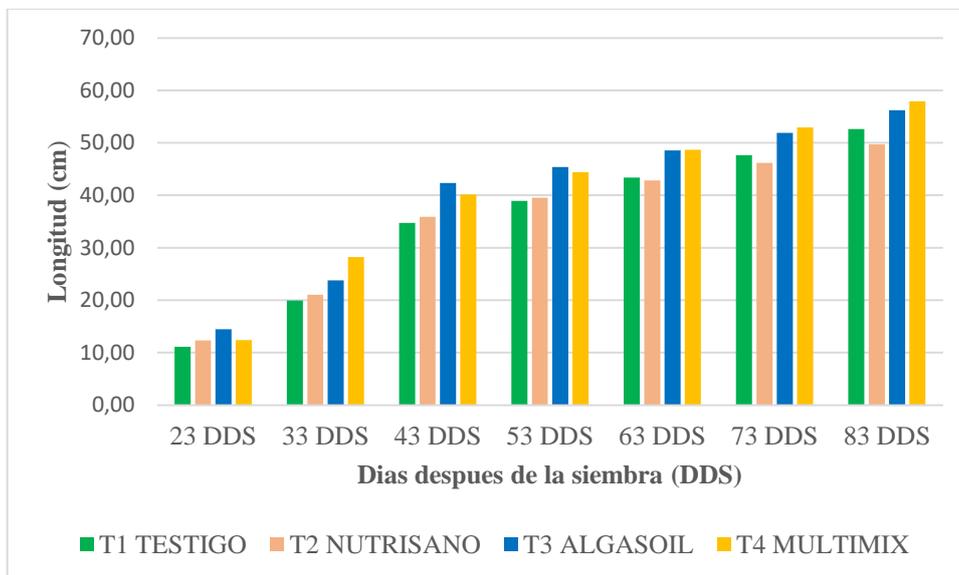


Figura 8. Longitud de hojas, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.

6.1.5. Cobertura aérea

En la figura 9 se indica la cobertura vegetal alcanzada por la avena sativa, variable en la que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores de los tratamientos registrados a los 73 y 83 DDS, pero no en los demás momentos de registro, de forma general la cobertura del cultivo a los 63 DDS ya cubrió más del 80 % de cada una de las parcelas de estudio.

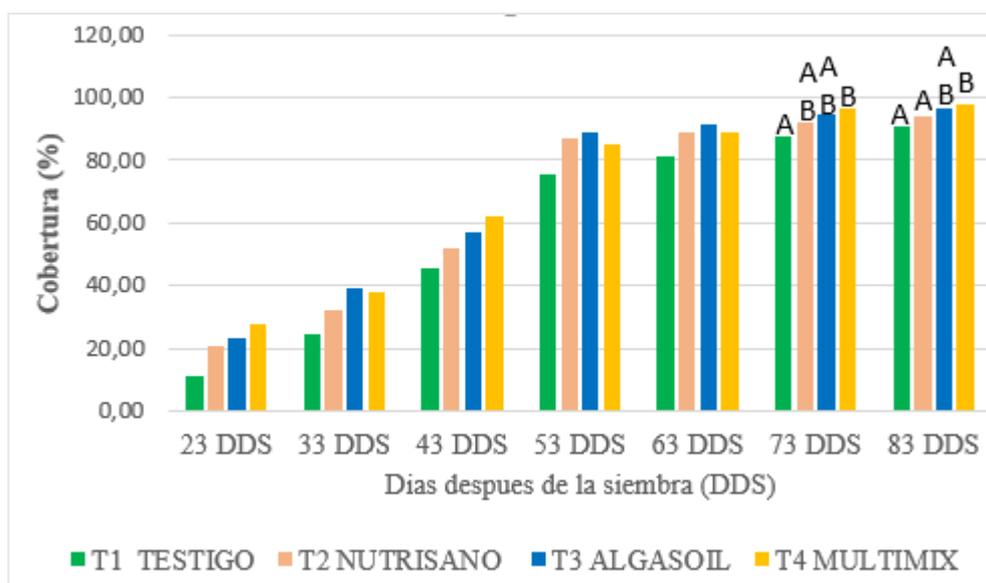


Figura 9. Cobertura aérea, hasta los 83 días después de la siembra (DDS) del cultivo de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.

6.1.6. Producción de materia verde

En la figura 10 se evidencia la producción de materia verde a los 86 DDS, donde no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos; sin embargo, El fertilizante algasoil y multimix presentaron mayor producción con 36 086,04 y 33 070,98 kg MV/ha respectivamente.

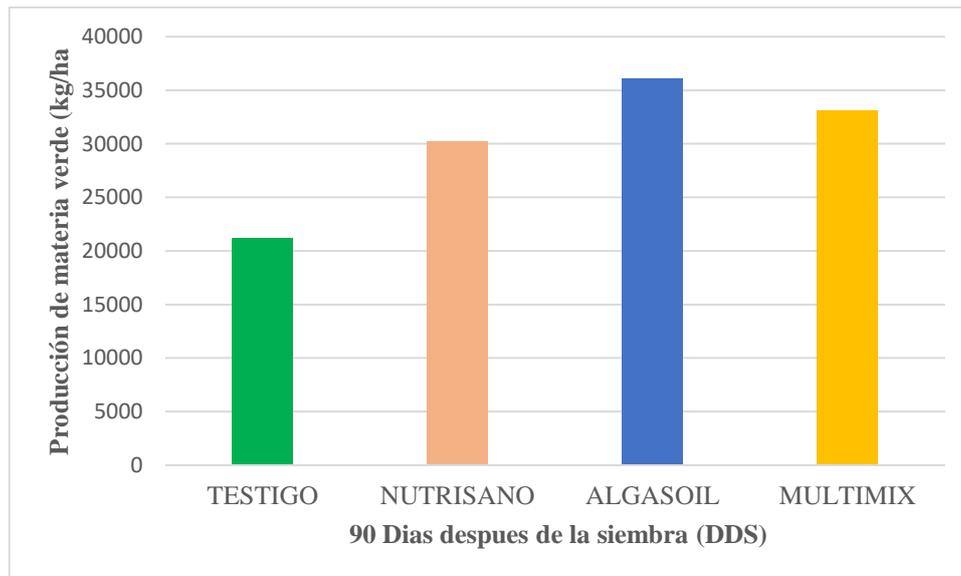


Figura 10. Cobertura aérea, hasta los 86 días después de la siembra (DDS) del cultivo de la avena con la aplicación de fertilizantes orgánicos (Nutrisano, Algasoil, Multimix) en la quinta experimental Punzara.

6.2. Resultados para el segundo objetivo específico

“Determinar el efecto de la fertilización orgánica en la calidad nutricional del forraje de avena (Avena sativa L)”

En la figura 11 se representa el valor nutritivo del pasto a los 90 DDS al aplicar distintos tratamientos de fertilización, donde no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, el Algasoil presentó mayor porcentaje de humedad con 88,6 % y proteína con 18,9; en cuanto a la materia seca el Nutrisano fue el que obtuvo mayor porcentaje con 12,5 %, al igual que grasa 4,4 % y cenizas con 17,4 %.

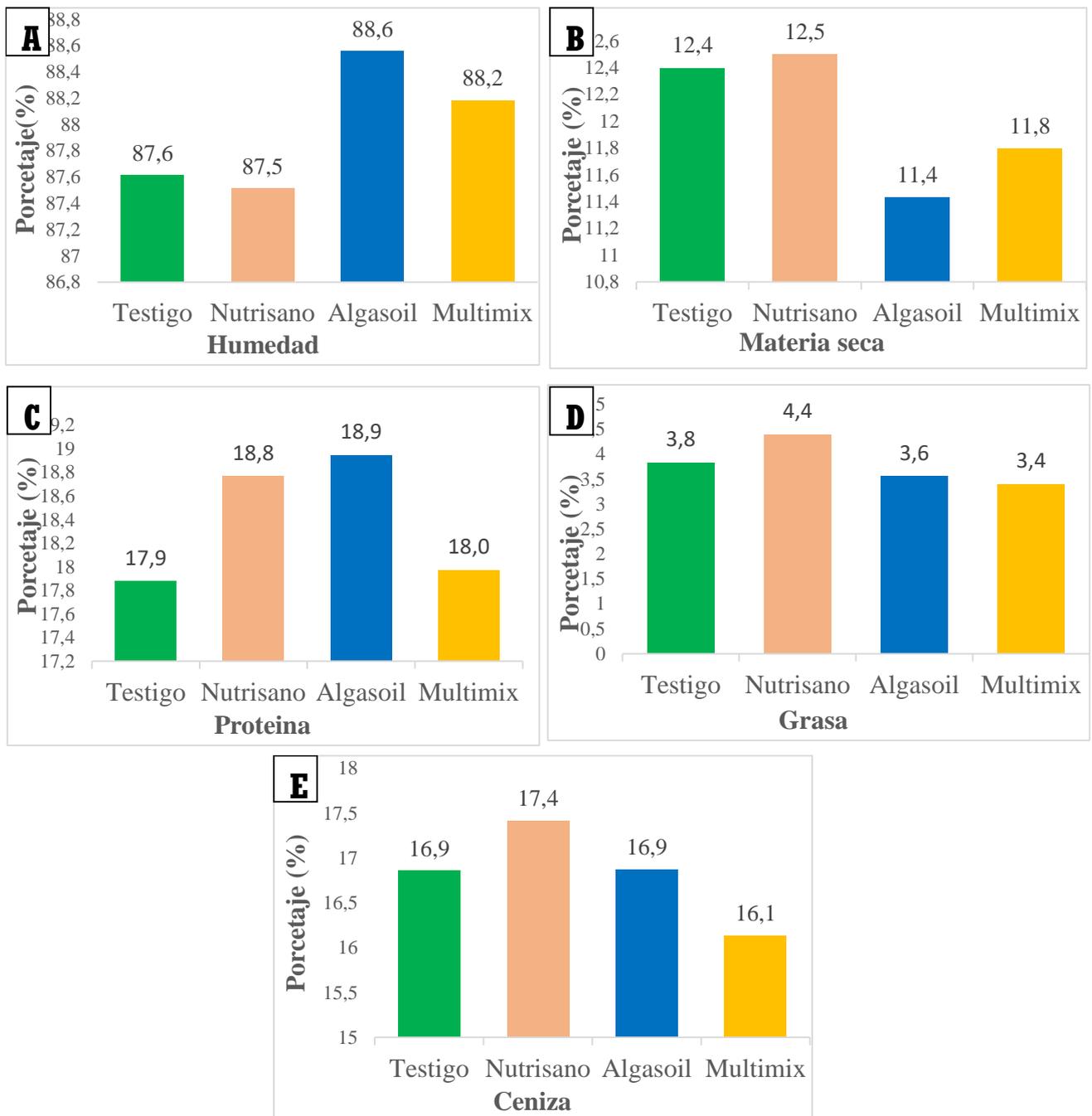


Figura 11. Valor nutricional de la avena sativa a los 90 DDS con la aplicación fertilización orgánica y química: % de humedad (A), % de materia seca (B), % de proteína (C), % de grasa (D), % de ceniza (E)

7. Discusión

7.1. Parámetros productivos

En la variable altura de la planta no existió diferencias significativas entre tratamientos, dando así que a los 83 DDS todos los tratamientos tuvieron alturas mayores a 65 cm, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Valero (2014) en el cual obtuvo el promedio de altura de 98,4 a los 75 DDS, tras haber aplicados diferentes dosis de fertilización orgánica. Este resultado se debe a que la materia orgánica mejora aporta mayor cantidad de nutrientes, permite un mayor crecimiento de la planta, permite mejorar la fotosíntesis y mejorar el crecimiento en altura de planta. Reascos (2015) al aplicar bovinaza + bocashi obtuvieron alturas de 46,40 a 53,25 cm, a los 90 (DDS), estos son resultados inferiores al obtenido en nuestro proyecto.

En cuanto al número de hojas se observó que existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ en los valores registrados a los 83 DDS, mientras que en los demás días no presentaron diferencias significativas; sin embargo, a los 83 DDS se evidencio que las plantas tratadas con el fertilizante algasoil alcanzaron el mayor número de hojas de 6,10 a diferencia del testigo que obtuvo 5. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Torres et al., (2016) quienes en su investigación al aplicar fertilización orgánica y química a los 70 DDS obtuvieron entre 12 y 15 hojas. Estos resultados pueden darse ya que los abonos orgánicos liberan algunos nutrientes a una manera más lenta, ya que este proceso depende directamente de la actividad microbiana en el suelo y de algunos factores abióticos.

En la variable del macollamiento se observa que solo existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores registrados a los 63, 73 y 83 DDS, siendo los de mejor resultado los tratamientos con fertilización orgánica Algasoil y multimix. A los 83 DDS el tratamiento algasoil (T3) y multimix (T4) tuvieron los mayores valores, con 6 y 7 macollos/planta respectivamente, estos datos son similares a los obtenidos por Valero (2014), en el cual al aplicar fertilización química obtuvieron mayor número de macollos en la variedad Águila y Gaviota con un promedio de 6,43 y 6,48 macollos por planta respectivamente. Además PROAIN (2020) menciona que el nitrógeno comúnmente es el más deficitario para el cultivo de este cereal. Es por ello que al aplicar fertilizantes nitrogenados mejora la producción de macollos y el peso de las

panojas, aumentando el rendimiento y la proteína del grano. No obstante, un exceso de nitrógeno induce un mayor desarrollo vegetativo y una mayor altura.

En la variable de longitud de hojas no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos; no obstante, el fertilizante multimix perteneciente al (T4) fue el que obtuvo la mayor longitud de hojas 57,95 cm a los 83 DDS, datos que son mayores a los obtenidos por Merchancano et al., (2022) en el cual en su investigación tuvieron longitudes de hojas no mayores a 45cm a sus 85 DDS, puesto que aplicaron fertilización química.

En la variable de cobertura aérea existieron diferencias significativas por debajo del $p < 0,05$ entre los valores de los tratamientos registrados a los 73 y 83 DDS, pero no en los demás momentos de registro, de forma general la cobertura del cultivo a los 63 DDS ya cubrió más del 80 % de cada una de las parcelas de estudio, resultado que es superior al alcanzado por Torres et al., (2016) en donde obtuvieron el 76 % al aplicar lombrihumus y bocashi durante primer corte, esto pudo diferir a causa de que ellos aplicaron en una pastura ya establecida que se ha realizado cortes sucesivos y por tanto el potencial productivo decrece, mientras en la investigación es el primer corte que se realiza.

En la variable de producción de materia verde no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos; sin embargo, El fertilizante algasoil y multimix presentaron mayor producción con 36 086,04 y 33 070,98 kg MV/ha respectivamente, estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Mera (2020) en el cual realizó una mezcla forrajera de avena + vicia dando una producción de 1 423,44 kg MV/ha, estos resultados pueden darse por el hecho mismo de tener una mezcla forrajera en la cual la avena no puede absorber todos los nutrientes que son aplicados y además por haber realizado el corte a los 110 DDS. Cabe recalcar que días antes al corte se presentaron lluvias influyendo así en un aumento de pasto, lo que es respaldado por Jiménez (2013) que los valores siempre van a ser superiores en el período lluvioso, este comportamiento se debe a que, en la etapa de lluvia, hay mayor humedad del suelo y duración 32 del día, lo que propicia que las plantas acumulen mayor cantidad de agua en la biomasa

7.2. Valor nutricional

El tratamiento con fertilizante algasoil fue el que presentó mayor porcentaje de humedad con 88,6 %, sin embargo, no hubo diferencias significativas por tanto se puede

sustituir este fertilizante por cualquiera de los demás tratamientos. Este resultado es superior al obtenido por Reascos (2015) el cual obtuvo un 75,3 % tras haber aplicado ecoabonaza. Cozzolino (2018) menciona que la cantidad de humedad de pasturas y forrajes es variable a lo largo del año y estas van a depender del estado de madurez, manejo y de la especie.

El porcentaje de materia seca no se vio influenciado por ninguna de las fertilizaciones, aunque el tratamiento con nutrisano obtuvo el mayor valor de 12,5 %; este resultado es inferior al obtenido por Reascos (2015) quien en su investigación alcanzo un valor de 23 % , aplicando el fertilizante químico (15-15-15). Concordando con Cozzolino (2018) el cual menciona que estos fertilizantes proporcionan nutrientes de manera inmediata y en formas fácilmente absorbibles para las plantas, lo que asegura que las plantas tengan acceso a una mayor cantidad de nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, de esta manera teniendo una mayor producción de materia seca.

Con lo referente al contenido de proteínas el porcentaje más alto se logró con el tratamiento con fertilizante algasoil (18,9 %), este resultado fue muy superior al obtenido por Apráez et al., (2012) quien alcanzó un valor de 9,9 % aplicando ecoabonaza. Flores et al., (2014) indican que dichos fertilizantes suelen estar en forma más biodisponibles para las plantas, lo cual significa que los nutrientes esenciales, como el nitrógeno, fósforo y potasio, están en forma que las plantas pueden absorber fácilmente. Al proporcionar estos nutrientes de manera más efectiva, las plantas tienen los elementos necesarios para sintetizar proteínas en cantidades mayores.

En el porcentaje de grasa no existió diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento que obtuvo un mayor valor fue nutrisano (4,4 %). Resultado que fue superior al obtenido por Carrasco et al., (2017) con un 3,8 %, estos resultados pueden explicarse porque el consumo de energía en forma de ácidos grasos por parte de la microbiota incrementa proporcionalmente con una consecuente disminución de los niveles de grasa.

En cuanto al porcentaje de ceniza el tratamiento que tuvo mayor porcentaje fue el nutrisano (17,4 %), este resultado es mayor al obtenido por Reascos (2015) quien tuvo un valor de 7,6 % al aplicar ecoabonaza, resultados que pueden aducirse a que el forraje pudo haber presentado menor cantidad de residuos de elementos orgánicos e inorgánicos.

8. Conclusiones

- La aplicación de fertilizantes orgánicos Algasoil y Multimix fueron aquellos que obtuvieron los mayores rendimientos en las diferentes variables, debido a que en su composición estaba presente el N, P, K, algas marinas, lo que permitió a las plantas una rápida absorción y asimilación de estos nutrientes, logrando un crecimiento y desarrollo óptimo.
- Este estudio respalda la viabilidad y la eficacia de la fertilización orgánica para mejorar la calidad nutricional del forraje de avena, lo que demuestra la importancia de promover prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para garantizar la producción de alimentos de alta calidad y nutritivos.

9. Recomendaciones

- Realizar nuevas investigaciones con la implementación de otras fuentes de fertilización, principalmente de abonos orgánicos como: bioles, bocashi, lombricompost, entre otros, en el mismo sector o nuevas localidades con características climáticas similares.
- Evaluar la aplicación de los diferentes tipos de fertilizante en distintas épocas y en distintas condiciones climáticas con el propósito de analizar y observar cómo esto ayuda o que limitaciones se presentan.

10. Bibliografía

- AGRECOL. (2013). *Programa de formación de productor en el marco del programa daschaco*. https://www.bivica.org/files/das_chaco_chiquitania.pdf
- Agroactivo. (2022). *Algasoil, fertilizante organico*. <https://agroactivocol.com/wp-content/uploads/2022/04/ALGASOIL-Ficha-Tecnica.pdf>
- Ahmad, A. H., Wahid, A., Khalidg, F., Fiaz, N., & Zamir, M. S. I. (2011). Impact of organic and inorganic sources of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, yield and quality of forage oat (avena sativa L.). *Cercetari Agronomice in Moldova*, 44(3). <https://doi.org/10.2478/v10298-012-0040-7>
- Apráez-Guerrero, J. E., Insuasty-Santacruz, E. G., Portilla-Melo, J. E., & Hernández-Vallejo, W. A. (2012). *Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (Avena sativa), enriquecido con arbustivas: Acacia (Acacia decurrens), chilca (Braccharis latifolia) y sauco (Sambucus nigra) en ovinos*.
- Arias A., A., Cruz L., J., Pantoja A., C., Contreras P., J., Lopez R., M., Arias A., A., Cruz L., J., Pantoja A., C., Contreras P., J., & Lopez R., M. (2021). Rendimiento y calidad de Avena sativa asociada con Vicia sativa en la región puna del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.21339>
- Ariza, M. L. S., Sedano, M. P., & Villamil, P. A. D. (2019). Evaluación del rendimiento productivo y valor nutricional de la avena forrajera (avena sativa) en dos estados de maduración diferentes, en la vereda el Gaital del municipio de Vélez Santander. *Documentos de Trabajo ECAAPMA*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.22490/ECAAPMA.3074>
- Briceño, L. (2016). *Efecto de omisión de cinco nutrientes en el cultivo de avena (avena sativa), para la producción de biomasa*. 95.

- Cozzolino, C. (2018). Determinación de la materia seca de una pastura. *Instituto nacional de investigacion agropecuaria*.
- Ecuaquimica, A. (2013). *Ficha tecnica del fertilizante organico Multimix*. 2.
- EOS DATA. (2021). *Conservación Del Suelo En La Agricultura: Técnicas Y Manejo*.
<https://eos.com/es/blog/conservacion-del-suelo/>
- Flores Félix, E., Moreno Casillas, H., Figueroa Viramontes, U., Potisek Talavera, M. del C., Flores Félix, E., Moreno Casillas, H., Figueroa Viramontes, U., & Potisek Talavera, M. del C. (2014). Disponibilidad de nitrógeno y desarrollo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con aplicación de biosólidos. *Terra Latinoamericana*, 32(2), 99-105.
- Gallardo, M. (2006). *Dietas balanceadas con forrajes conservados: La importancia de diagnosticar la calidad nutricional*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/12-valor_alimentos.pdf
- INEC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020* (p. 49). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- Jiménez, J. (2013). “*Producción de forraje verde hidropónico de trigo y cebada, en diferentes épocas de cosecha en la quinta experimental punzara*” [Universidad nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5369/1/PRODUCCI%c3%93N%20DE%20FORRAJE%20VERDE%20HIDROP%c3%93NICO.pdf>
- Merchancano Rosero, J. D., Castro Rincón, E., Hernández Oviedo, F., Portillo López, P. A., & Cadena Pastrana, Á. M. (2022). *Cultivo y ensilaje de avena (Avena sativa*

- L.) en el trópico alto del departamento de Nariño (Primera). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405156>
- Montaño-Carrasco, M., Hernández-Rodríguez, A., Martínez-Rosales, A., Ojeda-Barrios, D., & Núñez-Barrios, A. (2017). Producción y contenido nutrimental en avena forrajera fertilizada con fuentes químicas y orgánicas. 40.
- Mora, D. (2012). *¿De qué manera se analizan los pastos de su finca en el laboratorio?* Pdf. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/54-analizan_pastos.pdf
- Pandey, L. (2018). *Effect of integrated nutrient management on yield, quality and uptake of nutrients in oat (Avena sativa) in alluvial soil.* 6.
- Paz, F. (2018). Estimación de la cobertura aérea de la vegetación herbácea usando sensores remotos. *Terra Latinoamericana*, 36(3), 239-259.
<https://doi.org/10.28940/terra.v36i3.399>
- Prefectura Loja. (2015). *Más productores aplican abono orgánico Nutrisano—GPL.*
<https://prefectura Loja.gob.ec/mas-productores-aplican-abono-organico-nutrisano/>
- PROAIN. (2020). *Requerimientos nutrimentales del cultivo de avena.* ProainShop.
<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/requerimientos-nutrimentales-del-cultivo-de-avena>
- Reascos. (2015). *Efectos de la aplicación de la abonadura orgánica en el rendimiento y producción de biomasa verde del cultivo de avena (avena sativa l.)* ”
[Universidad técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1069/T-UTB-FACIAG-AGR-000207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Servin, M., Sánchez Gutierrez, R. A., Ramírez Valle, O., Galindo Reyes, M. A., & Gutiérrez Bañuelos, H. (2018). Modelos para programación y optimización de agua de riego en avena forrajera. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(4), 668-684. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i4.4404>
- Torres-Moya, E., Ariza-Suárez, D., Baena-Aristizabal, C. D., Cortés-Gómez, S., Becerra-Mutis, L., & Riaño-Hernández, C. A. (2016). Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes*, 39(2), 102-110.
- Valero, L. I. A. (2014). *Comportamiento agronómico de tres variedades de avena (avena sativa l.) con aplicación de materia orgánica*. 86.
- Viracucha, E. (2020). *Evaluación de la calidad y producción de forraje verde de avena (Avena sativa) asociado a colza (Brassica napus L) y nabo forrajero (Brassica rapa)*.

11. Anexos

Anexo 1. Eliminación de malezas y preparación del suelo.



Anexo 2. Cultivo de avena a los 13 DDS.



Anexo 3. Aplicación del riego



Anexo 4. Aplicación de fertilizantes en cada parcela



Anexo 5. cultivo de avena a los 45 DDS



Anexo 6. Medición de variables



Anexo 7. Picado de muestras para la determinación de calidad nutricional.



Anexo 8. Colocación de las muestras en la estufa a 65 grados.



Anexo 9. Certificado de traducción del Abstrac

Lic. Andrea Sthefanía Carrión Mgs

0984079037

andrea.s.carrion@unl.edu.ec

Loja-Ecuador

Loja, 6 de mayo del 2024.

La suscrita, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR** (registro de la SENESCYT número: 1008-12-1124463), **ÁREA DE INGLÉS-UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal.

CERTIFICA:

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el señor: **Michael Vinicio Condor Burl** con cédula de ciudadanía No. **1150563748**, cuyo tema de investigación se titula: **"Efecto de la fertilización orgánica en la producción de forraje verde y calidad nutricional de la Avena sativa L en condiciones de campo en la Quinta Experimental Punzara"** ha sido realizado y aprobado por mi persona, Andrea Sthefanía Carrión Fernández, Mgs. en Pedagogía.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

ANDREA
STHEFANIA
CARRION
FERNANDEZ

Firmado digitalmente
por ANDREA STHEFANIA
CARRION FERNANDEZ
Fecha: 2024.05.06
15:14:17 -06'00'

Andrea Sthefanía Carrión Fernández. Mgs.

English Professor