

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación del efecto de tres tipos de biol en una brassica forrajera en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

TUTOR: MSc. Benavides Rosales Hernán Rigoberto. PhD

Tulcán, 2023

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa con el número de cédula 1726100975 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto de tres tipos de biol en una brassica forrajera en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Benavides Rosales Hernán Rigoberto. PhD

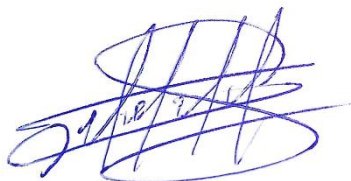
TUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa con cédula de identidad número 1726100975 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



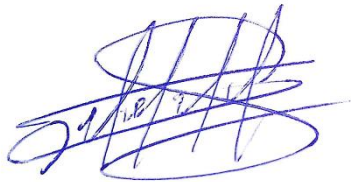
Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

AUTORA

Tulcán, diciembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto de tres tipos de biol en una brassica forrajera en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

AUTORA

Tulcán, diciembre de 2023

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por guiarme y acompañarme a lo largo de mi carrera, por darme la oportunidad de poder cumplir uno de mis más grandes sueños y brindarme una vida llena de éxitos, aprendizajes y felicidad.

Le doy gracias a mis padres, quienes han sido mi guía y motor para salir adelante en todo momento, por los valores y enseñanzas, por haberme permitido tener una excelente educación a lo largo de mi vida y sobre todo por ser mi mayor ejemplo a seguir.

A mis hermanos, quienes día a día me brindaron su apoyo y confianza, por sus consejos y palabras de aliento cuando más los necesitaba, por ser quienes permanecieron junto a mí y me dieron la seguridad para lograrlo.

A mis sobrinas, quienes a pesar de su corta edad siempre estuvieron al pendiente de mí, motivándome y demostrándome su cariño, de la misma manera a mi prima y cuñada, por brindarme su ayuda y por impulsarme a seguir adelante.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por abrirme sus puertas y ofrecerme una excelente educación, a quienes agradezco mi formación profesional y sobre todo por cada enseñanza aprendida en toda mi carrera universitaria.

A mi tutor, PhD. Hernán Benavides, por su paciencia a lo largo de mi investigación, por compartirme sus conocimientos y tener la predisposición de ayudarme a culminar de la manera más exitosa esta trayectoria universitaria.

Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

DEDICATORIA

Este título se lo dedico a mis padres Nelly Pazmiño y Luis Palomino, quienes me guiaron día a día a lo largo de mi carrera universitaria, por su sacrificio y esfuerzo para poder brindarme un excelente estudio, por su paciencia, sustento y apoyo incondicional, pero sobre todo por su cariño y enseñanzas para poder culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional.

A mis hermanos Diego y Ángel Palomino, por ser mi motivación para seguir adelante, por todo el apoyo y confianza que me brindaron y por cada palabra de aliento que me ayudó a seguir adelante.

Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Brassica forrajera.....	21
2.2.1.1. Ventajas de las brassicas forrajeras.....	21
2.2.1.2. Tipos de brassicas forrajeras.....	21
2.2.1.2.1. Raps forrajero (<i>Brassica napus</i>)	21
2.2.1.2.1.1. Requerimientos del cultivo	22
2.2.1.2.1.2. Formas de utilización.....	22
2.2.1.2.2. Col forrajera (<i>B. oleracea spp. acephala</i>)	22
2.2.1.2.2.1. Requerimientos del cultivo	23
2.2.1.2.2.2. Formas de utilización.....	23
2.2.1.2.3. Rutabaga (<i>B. napus spp. napobrassica</i>)	23
2.2.1.2.3.1. Requerimientos del cultivo	24

2.2.1.2.3.2. Formas de utilización.....	24
2.2.1.2.4. Nabo forrajero (<i>Brassica napus L</i>)	24
2.2.1.2.4.1. Características morfológicas.....	25
2.2.1.2.4.2. Requerimientos del cultivo	25
2.2.1.2.4.3. Formas de utilización.....	25
2.2.2. Abono orgánico.....	26
2.2.2.1. Propiedades de los abonos orgánicos	26
2.2.2.2. Clasificación de los abonos orgánicos	27
2.2.2.3. Beneficios de los abonos orgánicos	28
2.2.2.4. Biol	28
2.2.2.4.1. Funciones del biol.....	29
2.2.2.4.2. Principales ingredientes para la elaboración de biol	29
2.2.2.4.3. Composición química del biol	30
2.2.2.4.4. Procedimiento para la elaboración de biol	30
2.2.2.4.5. Factores que intervienen en la obtención de biol.....	31
2.2.2.4.6. Beneficios de biol	33
2.2.2.5. Biodigestor	33
2.2.2.5.1. Ventajas de los biodigestores	33
2.2.3. Fertilización química	34
2.2.3.1. Fertilizante químico (12 – 11 – 18).....	35
2.2.3.1.1. Ventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18)	36
2.2.3.1.2. Desventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18)	36
III. METODOLOGÍA	37
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	37
3.1.1. Enfoque.....	37
3.1.2. Tipo de Investigación.....	37
3.2. HIPÓTESIS	37
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	37

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	39
3.4.1. Ubicación del ensayo	39
3.4.2. Metodología.....	39
3.4.3. Manejo de la investigación	39
3.4.3.1. Procedimiento	39
3.4.3.2. Variables evaluadas	41
3.4.3.3. Variables independientes	41
3.4.4. Tratamientos	41
3.4.5. Características del diseño experimental	42
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. RESULTADOS	44
4.2. DISCUSIÓN	54
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. CONCLUSIONES	56
5.2. RECOMENDACIONES	57
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
VII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de tres tipos de biol	30
Tabla 2. Operacionalización de las variables.....	38
Tabla 3. Variables independientes	41
Tabla 4. Tratamientos	41
Tabla 5. Características del diseño experimental	42
Tabla 6. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis	44
Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante	45

Tabla 8. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante	46
Tabla 9. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis	47
Tabla 10. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante	47
Tabla 11. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante	48
Tabla 12. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea por dosis	49
Tabla 13. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea por fertilizante	49
Tabla 14. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea en interacción dosis*fertilizante	50
Tabla 15. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea por dosis.....	50
Tabla 16. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea por fertilizante.....	51
Tabla 17. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea en relación dosis*fertilizante	51
Tabla 18. Comparación del análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero de la presente investigación y los resultados obtenidos de otro autor.....	52
Tabla 19. Costos de producción por tratamiento	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Raps forrajero.....	21
Figura 2. Col forrajera.....	22
Figura 3. Rutabaga.....	24
Figura 4. Nabo forrajero.....	25
Figura 5. Diseño de la parcela.....	42
Figura 6. Parcela neta.....	42
Figura 7. Parcelas.....	66
Figura 8. Siembra.....	66
Figura 9. Biol.....	66
Figura 10. Medición.....	66
Figura 11. Nabo forrajero.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	64
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	65
Anexo 3. Delimitación de tratamientos.....	66
Anexo 4. Aplicación de tratamientos y toma de datos	66
Anexo 5. Cultivo de nabo forrajero a los 60 días.....	66
Anexo 6. Análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero en el que se aplicó el tratamiento con mejor resultado para las variables evaluadas.....	67
Anexo 7. Costo marginal sin/tratamiento/ha de los costos de producción (Ver tabla 19)	69

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, con la finalidad de evaluar en nabo forrajero (*Brassica napus L*), el efecto de la fertilización de tres tipos de bioles, un fertilizante químico y un testigo. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de hojas, materia verde y materia seca, se implementó un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones; cada parcela tuvo una extensión de 9 m². Se probaron 11 tratamientos, T1: biol de desechos orgánicos urbanos al 10%, T2: biol de desechos orgánicos urbanos al 20%, T3: biol de desechos orgánicos urbanos al 30%, T4: biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 10%, T5: biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 20%, T6: biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30%, T7: biol del centro de faenamiento al 10%, T8: biol del centro de faenamiento al 20%, T9: biol del centro de faenamiento al 30%, T10: fertilizante químico, T11: testigo. Los resultados indicaron que el T6 mostró una mayor altura de la planta a los 90 días con un valor de 64,93 cm, mayor cantidad de materia verde con un valor de 25 667,00 kg MV ha⁻¹, en cuanto a la variable materia seca los resultados indicaron que el T6 con 5 642,00 kg MS ha⁻¹ y el T3 con 5 214,30 kg MS ha⁻¹ fueron los mejores, para la variable número de hojas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados. Respecto a los costos de producción el T6 mostró un mejor resultado con un costo de \$630,00 por hectárea debido al alto rendimiento a diferencia de los demás tratamientos en cuanto a materia verde y materia seca por hectárea.

Palabras Claves: Fertilización, biol, nabo forrajero, materia seca.

ABSTRACT

The research was carried out at the San Francisco Experimental Centre of the State Polytechnic University of Carchi with the aim of evaluating, in forage turnip (*Brassica napus L*), the impact of fertilization using three types of biol (biofertilizers), a chemical fertilizer and a control group. A completely randomized block design was implemented with three replications, assigning each plot an area of 9 m². In total, 11 treatments were tested: T1, T2, and T3 with biol from municipal organic waste in concentrations of 10%, 20%, and 30% respectively; T4, T5, and T6 with biol from cattle and pig manure in the same proportions; T7, T8, and T9 with biol from the slaughterhouse in the aforementioned concentrations; T10 with chemical fertilizer; and T11 as a witness. The results obtained revealed that the T6 treatment stood out with a plant height of more than 90 days, registering a value of 64.93 cm. In addition, it showed the highest amount of green matter with a value of 25,667.00 kg MV ha⁻¹. Regarding the dry matter variable, the most effective treatments were T6 with 5,642.00 kg DM ha⁻¹ and T3 with 5,214.30 kg DM ha⁻¹. In relation to the number of leaves, no significant differences were observed between the treatments used. Regarding production costs, the T6 treatment exhibited a superior economic performance, with a cost of \$630.00 per hectare, attributable to its high yield in green matter and dry matter per hectare, compared to the other treatments.

Keywords: Fertilization, biol (biofertilizer), forage turnip, dry matter.

INTRODUCCIÓN

Según Calderón *et al.*, (2019), la producción agrícola con el fin de aumentar el rendimiento de sus cultivos hace uso de insumos agrícolas como fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas, estos aumentan la productividad en los primeros años que se aplican, pero tienen efectos negativos tanto en la salud de las personas que los utilizan como en el medio ambiente.

La liberación de contaminantes al medio ambiente por el uso de fertilizantes químicos ha llegado a un extremo alarmante, debido a que esto afecta la calidad de vida que existe actualmente y la supervivencia de las generaciones ya sea presentes o futuras, así también perjudica el crecimiento económico por los altos costos que tienen los fertilizantes químicos y sobre todo por la forma inadecuada en el manejo de estos (Calderón *et al.*, 2019).

De acuerdo con Herrán (2008), la agricultura orgánica no solo significa hacer uso de abonos orgánicos, sino también conlleva un cambio de conciencia que tiene como finalidad el querer cambiar las malas prácticas que existen actualmente para así lograr una agricultura sustentable y amigable con el medio ambiente.

Según Muñiz (2023), el biol tiene probabilidad de lograr el mismo o mayor efecto en la productividad de los cultivos que cuando se usa fertilizantes químicos, también contribuye a su crecimiento y desarrollo y a su vez ayuda en la economía del agricultor debido al bajo costo que tiene la preparación de este abono orgánico y a la facilidad que existe al momento de obtener los insumos necesarios para esta preparación.

El nabo forrajero es un cultivo muy interesante debido a la utilización que se le puede dar, este cultivo es mejor aprovechado en épocas en las que existe escasez de forraje, el ganado realiza un pastoreo directo consumiendo la parte aérea de la planta. Es importante mencionar que el agricultor debe realizar siembras que le permitan obtener plantas con una proporción elevada de hojas ya que estas son mejor aprovechadas por el ganado (Urrieta, 2009).

Por lo expuesto se desarrolló la presente investigación sobre el efecto que tienen tres tipos diferentes de biol en el nabo forrajero (*Brassica napus L.*).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el mal uso de diferentes fertilizantes químicos en los cultivos ocasiona un sinnúmero de problemas como son el deterioro del suelo, provocando daños en su fertilidad y a su vez causa una disminución significativa de la materia orgánica. Al existir cada vez más pérdida en la fertilidad del suelo, los agricultores optan por utilizar fertilizantes en altas concentraciones y en dosis muy excesivas ocasionando daños mayores como la contaminación ambiental (Ricse, 2020).

En el Ecuador se han implementado prácticas agrícolas que se enfocan en su mayoría en el incremento de la producción, con el uso indiscriminado de agroquímicos, esto a su vez genera numerosos problemas ambientales como la destrucción de ecosistemas naturales, la infertilidad del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de cultivos, entre otros (Alava, 2021).

En una investigación realizada por Serna *et al.*, (2022) el uso excesivo de fertilizantes químicos es una de las principales causas de la contaminación ambiental y el desgaste del suelo, estos presentan diferentes efectos negativos impactando la salud humana, la economía, pero sobre todo el medio ambiente. El uso inadecuado de fertilizantes químicos ha ocasionado un sinnúmero de problemas como la pérdida de fertilidad y erosión del suelo, así también la contaminación de fuentes hídricas y principalmente problemas en la salud de las personas que hacen uso de estos.

Debido al mal uso de insumos químicos ha existido un sinnúmero de problemas, los fertilizantes químicos son compuestos de alta solubilidad que generalmente penetran en el suelo, contaminan el agua afectando su uso diario y normal, así también la acumulación de residuos químicos en los suelos y en el medio ambiente causan efectos negativos sobre la productividad, esto provoca un uso cada vez mayor de fertilizantes químicos para poder sostener la producción debido a que los cultivos cada vez se hacen más resistentes a este tipo de insumos, lo que genera un círculo vicioso poniendo en riesgo ecosistemas y poblaciones futuras. (Quiroga *et al.*, 2015)

En el Ecuador, generalmente en la sierra, la disminución de lluvias a causa de problemas ambientales ha originado complicaciones muy graves, la escasez de agua en los ríos ha provocado alteraciones en el funcionamiento normal que tienen las centrales hidroeléctricas, a causa de esto también han existido altas pérdidas en los cultivos ocasionando carencia de alimentos y agua tanto para el ser humano como para los animales, muerte de animales y plantas, y a su vez ha disminuido el caudal de los canales de riego afectando aún más la agricultura (Matailo *et al.*, 2019).

Uno de los problemas graves que afecta a la provincia del Carchi es las sequías, este problema ha generado consecuencias muy grandes en la agricultura y en la ganadería, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, en el año 2009 hubo 40 000 hectáreas de sembradíos perjudicados, 8 000 hectáreas perdidas, 120 000 cabezas de ganado en riesgo a causa de la escasez de pasto, 4 500 agricultores afectados y sobre todo este problema generó muchas pérdidas económicas obligando al agricultor a buscar diferentes opciones que les resulte rentables y que ayuden a sobrellevar de la mejor manera este problema (SNGR, 2010).

En la actualidad los períodos críticos de escasez de forraje en su gran mayoría se deben a las sequías y los problemas ambientales, es importante mencionar que el desconocimiento por parte del agricultor sobre las opciones o alternativas que existen actualmente para poder sobrellevar estos períodos de escasez también es un problema, conocer sobre los beneficios que se obtiene tanto en el uso de abonos orgánicos como en el cultivo de diferentes brassicas forrajeras, es una excelente opción que beneficia al agricultor y que como tal se debería conocer (Romero *et al.*, 2005).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Escaso aprovechamiento del biol en la fertilización de la brassica forrajera (*Brassica napus L*).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocó en evaluar tres tipos de biol diferentes en nabo forrajero (*Brassica napus L*), ya que el biol es un abono orgánico de excelente calidad, que contribuye a la optimización de recursos a bajo costo y conservación del ambiente, el uso de abonos orgánicos tiene varios beneficios como mejorar la actividad biológica del suelo, mayor absorción y retención de humedad, aumenta su porosidad facilitando el crecimiento radicular de los cultivos, mejora el nivel de pH y aumenta el contenido de materia orgánica, existe una reducción de costos considerable, genera empleo debido a su elaboración, y sobre todo es amigable con el medio ambiente por los ingredientes naturales que se utilizan (Gómez *et al.*, 2011).

El nabo forrajero es un alimento suplementario que tranquilamente puede ser usado para el ganado ayudando a sobrellevar problemas en momentos de sequías o cuando exista escasez de pasto, el uso de brassicas forrajeras es excelente ya que estas tienen características muy buenas que les permiten adaptarse a diferentes ambientes, este tipo de cultivos tienen la capacidad de soportar temperaturas bajas y sequías, sin dejar a un lado que tienen una calidad nutricional buena, es un forraje de excelente digestibilidad, tiene buen contenido de proteína, forraje grande en corto tiempo, proporciona alta energía al ganado, sus costos de producción son bajos, y todo esto se puede conseguir a pesar de los grandes cambios que se puedan presentar durante su producción (Nuñez, 2016).

Esta investigación tiene gran importancia ya que los recursos necesarios para la obtención de la materia prima para la alimentación del ganado por medio de una brassica forrajera se produce con insumos que pueden ser obtenidos fácilmente, los beneficios directos que aporta el uso del biol en el nabo forrajero son el alto rendimiento y la contribución a la conservación de los suelos en corto tiempo, ya que es un abono orgánico con excelentes características y beneficios.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de tres tipos de biol en una brassica forrajera en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Estimar que tipo de biol es el mejor en el rendimiento del nabo forrajero.
- ✓ Estimar que dosis es la óptima en el rendimiento del nabo forrajero.
- ✓ Evaluar la altura de la planta, número de hojas, materia verde y materia seca por tratamiento.
- ✓ Determinar los costos de producción por tratamiento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ✓ ¿Qué tipo de biol produce un mejor rendimiento en el cultivo de nabo forrajero?
- ✓ ¿Qué dosis produce un mejor rendimiento en el cultivo de nabo forrajero?
- ✓ ¿Qué tipo de biol y dosis producen mayor altura de la planta, número de hojas, mayor cantidad de materia verde y mayor cantidad de materia seca en el cultivo de nabo forrajero?
- ✓ ¿Qué tratamiento resultó el mejor de acuerdo con el costo de producción?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Mamani *et al.*, (2021), quienes realizaron una investigación que les permitió estimar el rendimiento de nabo forrajero (*Brassica napus L.*) con aplicación de abonos orgánicos en la que tuvieron resultados favorables concluyendo que las características vegetativas son directamente influenciadas por las aplicaciones de biol y su asimilación inmediata, la dosis de biol de 150 L ha⁻¹ aportó significativamente en el desarrollo vegetativo, para altura de planta y longitud de bulbo abonados con estiércol de ovino, se obtuvo una dosis óptima de biol de 110 L ha⁻¹ y 19 L ha⁻¹ respectivamente y para el peso de bulbo abonado con humus de lombriz se obtuvo una dosis óptima de biol de 5,68 L ha⁻¹.

En una investigación realizada por Alanoca *et al.*, (2021), que realizaron una investigación en una *Brassica oleracea* con tres diferentes sustratos en macetas en las que aplicaron biol teniendo como mejor resultado el siguiente; la interacción de tierra preparada estándar más la cascarilla de arroz y una dosis de biol al 10 % presentó mejores resultados en la altura de la planta, número de hojas y área foliar, con respecto al porcentaje de germinación se observó un 77,65 % y el porcentaje de prendimiento alcanzó a un 94 %, además se tuvo un rendimiento favorable y viable para su replicación.

En una investigación realizada por Muñoz (2018), que les permitió evaluar la eficacia del biofertilizante orgánico "Biol mineralizado" en el rendimiento de una *Brassica oleracea* en la que obtuvo resultados muy favorables en la altura de la planta con una dosis de 58,8 L ha⁻¹, superando los promedios en cuanto al diámetro, peso y rendimiento del cultivo y en el análisis económico observó que el mayor beneficio neto se reportó con la aplicación de este biol mineralizado, pero en una dosis de 29,4 L ha⁻¹.

De acuerdo con Villanueva (2016), quien llevó a cabo una investigación en una *Brassica pekinensis*, en la que probó dosis de biol y té de humus de lombriz a concentraciones de 20 %, 40 % y 60 % las cuales actuaban como fertilizantes foliares

en el desarrollo de la planta, esto con el objetivo de ver el comportamiento de las distintas dosis en todo el ciclo de la planta y saber que abono foliar o aplicación es la mejor. Se tuvieron resultados óptimos tanto en el biol como el té de humus de lombriz en una dosis del 20 %, la cual obtuvo el mayor valor con 6,7 kg, donde se pudo observar mayor efecto en el desarrollo fisiológico de la planta y en donde se logró alcanzar un mayor rendimiento.

Según Baldiviezo (2018), quien realizó un estudio en una *Brassica pekinensis* aplicando diferentes concentraciones y frecuencias de biol, obtuvo resultados favorables en cuanto al número de hojas a los 24, 42 y 70 días, con una dosis del 50 % alcanzando una longitud de hoja de 20,17 cm y a los 56 días tuvo un resultado significativo alcanzando una longitud de hoja de 32,33 cm, para la variable ancho de hoja se presentaron efectos significativos a los 33, 56 y 70 días respectivamente, a los 56 días tuvo un valor significativo con un ancho de hoja de 21,17 cm, con una concentración al 25 % de biol y una fertilización cada 10 días se obtuvo mejores resultados en cuanto al peso y en la variable de rendimiento de la planta con 1,32 kg m² con una dosis al 50 % de biol resultó ser la mejor.

En un estudio realizado por Cruz *et al.*, (2018), quienes realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la aplicación de abonos orgánicos, como el compost, bocashi, humus, biol y su efecto en la producción de una *Brassica oleraceae*. Utilizaron un diseño de bloques completos al azar con 4 tipos de abonos orgánicos y 3 dosis con 4 repeticiones, los resultados indicaron que la aplicación de compost en el suelo del cultivo fue positiva en la variable de altura de la planta y que las diferentes dosis y tipos de abonos orgánicos evaluados, la dosis media obtuvo un mejor rendimiento en el desarrollo del cultivo con el 81 %.

Según Mejía (2016), evaluó el efecto de biol sobre el rendimiento del cultivo de nabo forrajero (*Brassica napus L.*) con el objetivo de establecer la mejor dosis de aplicación aumentando así la producción y el rendimiento del cultivo, en esta investigación se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones en el que obtuvo un mejor resultado el tratamiento T2 con una dosis de 12,5 L ha⁻¹ de biol que obtuvo el mayor rendimiento con 12,27 Kg ha⁻¹, presentando como conclusión que esta dosis es la más favorable en este cultivo ya que el biol es una fuente de materia orgánica, asimilable y rica en nutrientes que ayuda a incrementar y mejorar la producción.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Brassica forrajera

Las brassicas forrajeras pueden ser divididas en cinco tipos principales entre las que se pueden nombrar al raps forrajero, nabos de hojas o híbridos de brassicas forrajeras, col forrajera, nabos forrajeros y rutabagas. Estas tienen características buenas que les permiten adaptarse a diferentes ambientes, así también soportan bajas temperaturas y sequías, tienen una excelente calidad nutricional que puede mantenerse a pesar de los grandes cambios que se puedan presentar durante su producción (Nuñez, 2016).

2.2.1.1. Ventajas de las brassicas forrajeras

De acuerdo con Nuñez (2016), las brassicas forrajeras tienen algunas ventajas como:

- ✓ Buen contenido de proteína.
- ✓ Alta energía.
- ✓ Forraje grande en corto tiempo.
- ✓ Forraje de buena digestibilidad.
- ✓ Costos bajos de producción.

2.2.1.2. Tipos de brassicas forrajeras

2.2.1.2.1. Raps forrajero (*Brassica napus*)

En la figura 1 se observa el raps forrajero, es una especie de la familia de las *Crucíferas*, sus plantas no tienen raíces de acumulación a comparación con las rutabagas y nabos, sus tallos y hojas son parte de su cosecha. La altura y diámetro de este cultivo dependen del grado de madurez que presente, se adapta a ambientes fríos y son resistentes a sequías (Nuñez, 2016).



Figura 1. Raps forrajero

2.2.1.2.1.1. Requerimientos del cultivo

En cuanto a sus requerimientos, la elección de la fecha de siembra se debe relación a la fecha en la que se desee utilizar, recomendable sembrar en primavera, requiere una temperatura de 10°C para su germinación, de 4°C a 15°C para lograr un crecimiento adecuado de sus raíces y sobre los 21°C para conseguir un buen desarrollo de tallo y hojas. Su semilla es muy pequeña y se necesita una capa compacta y fina al momento de sembrar, la profundidad es el doble del diámetro mayor de la semilla, este cultivo puede ser sembrado en líneas o al voleo, de esto dependerá la dosis de semilla a utilizarse (Nuñez, 2016).

2.2.1.2.1.2. Formas de utilización

Es conocido por ser un cultivo de rápido crecimiento y alta calidad nutricional, su pastoreo puede ser único o múltiple, esto dependerá de las condiciones en las que se encuentre el suelo y si su fertilidad y humedad lo permiten. Su ciclo vegetativo varía entre los 80 a 120 días, es recomendable dejar un residuo de 8 a 10 cm al momento de la cosecha si se tiene como objetivo un rebrote (Castillo, 2018).

Este cultivo puede ser utilizado 75 días después de su siembra, la utilización es realizada de forma directa, se recomienda un consumo máximo de 5 kg MS día por vaca, esto para evitar algún trastorno metabólico o cuadro de intoxicación a causa de nitratos en el animal (Nuñez, 2016).

2.2.1.2.2. Col forrajera (*B. oleracea* spp. *acephala*)

En la figura 2 se observa la col forrajera, esta se la utiliza principalmente como suplemento en invierno y verano, es tolerante a las sequías, pero se desarrolla mejor en zonas húmedas, se puede consumir normalmente entre los 130 y 220 días después de la siembra (Hepp *et al.*, 2021).



Figura 2. Col forrajera

2.2.1.2.2.1. Requerimientos del cultivo

La siembra se extiende desde el mes de septiembre hasta mediados de noviembre, puede realizarse en hileras o al voleo, de esto dependerá su dosis, generalmente se utiliza entre 3 a 5 kg/ha cuando su siembra es en hileras y cuando su siembra es al voleo de 6 a 7 kg/ha, el alto rendimiento depende del nivel de fertilidad que existe al momento de la siembra, para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo inicial de las plantas es preferible tener una temperatura del suelo por encima de los 10°C, cuando existen temperaturas inferiores se retrasan la emergencia y pueden llegar a competir con cualquier tipo de maleza que generalmente son de difícil control posterior. En este tipo de cultivo es muy importante considerar la relación que existe entre el tallo y las hojas, debido a que el animal generalmente prefiere tallos delgados ya que los gruesos son de baja calidad (Hepp *et al.*, 2021).

La col forrajera es un alimento cuyo rendimiento es alto y excelente valor nutritivo, cuando su período de crecimiento es más prolongado y su cosecha es realizada en invierno se obtienen valores muy buenos, estos pueden variar entre 8 a 12 t MS ha⁻¹. Su característica principal es su alto contenido de proteína, especialmente en sus hojas, el requerimiento de nitrógeno en sus raíces es importante ya que de este depende su buen crecimiento y desarrollo (Pichard, 1985).

2.2.1.2.2.2. Formas de utilización

La col forrajera es usada como forraje suplementario, generalmente permite varios pastoreos si se los realiza de forma suave sin perjudicar el cultivo, el animal consume en su mayoría las hojas y tallos, y luego de su utilización se produce un rebrote desde las yemas auxiliares.

Este tipo de cultivos se los utiliza en períodos críticos de escasez de forraje a causa de sequías y también debido a su uso directo por los animales, el uso de franjas permite un mejor control al momento del consumo, diariamente el animal puede consumir alrededor de cinco kilos de materia seca, forraje que es consumido en un tiempo máximo de tres horas. (Romero *et al.*, 2005).

2.2.1.2.3. Rutabaga (*B. napus* spp. *napobrassica*)

En la figura 3 se observa la rutabaga, esta es un tipo de brassica perteneciente a la familia *Brassicaceae*, se utiliza como alternativa para complementar el déficit de alimento que se produce generalmente en invierno, toleran un rango muy amplio de

temperaturas, es una de las ventajas principales por la que es utilizada, así también se adaptan fácilmente a cualquier tipo de suelo (Riquelme, 2019).



Figura 3. Rutabaga

2.2.1.2.3.1. Requerimientos del cultivo

La Rutabaga es un cultivo similar al nabo forrajero, sus hojas y raíz son comestibles para el animal, sin embargo, su ciclo vegetativo es mucho mayor, este varía entre 150 a 240 días dependiendo de la variedad que se utilice, tolera temperaturas muy bajas y se mantiene sano a pesar de esto, la tolerancia a la sequía es muy baja y en climas fríos y húmedos se desarrolla muy bien (Hepp *et al.*, 2021).

La siembra se debe realizar en primavera para posteriormente utilizarla en invierno, requiere humedad en el suelo para poder realizarla y que se logre un buen crecimiento y desarrollo, generalmente se utiliza de 1 a 2,5 kg/ha de semilla, esto dependerá de la eficiencia de establecimiento, las raíces se caracterizan por ser de color blanco y blandas en variedades que son más precoces y pueden tener una tonalidad amarilla y mayor dureza cuando las variedades son más tardías (Hepp *et al.*, 2021).

2.2.1.2.3.2. Formas de utilización

Es un cultivo utilizado como suplementario en invierno, tiene un valor nutricional muy alto, alcanza rendimientos entre 8 a 20 t MS ha⁻¹, su pastoreo es directo, este tipo de cultivos son excelentes para tener disponible la cantidad suficiente de forraje de buena calidad en períodos críticos de escasez (Heep, 2012).

2.2.1.2.4. Nabo forrajero (*Brassica napus* L)

En la figura 4 se observa el nabo forrajero, este es distinguido por ser un cultivo simple debido a su manejo y pastoreo directo, botánicamente pertenece a la familia *Crucíferas*, género *Brassica*. Es una planta que generalmente es utilizada como forraje

suplementario estival, su cosecha directa por parte del rebaño abarca sus hojas y su raíz, su calidad nutricional puede variar debido a diversos factores como su variedad, estado fenológico, densidad de siembra, entre otros (Aucal, 2015).



Figura 4. Nabo forrajero

2.2.1.2.4.1. Características morfológicas

Según Viracucha *et al.*, (2020), el nabo forrajero posee un tallo que puede medir entre un metro a un metro y medio y es de contextura fuerte, sus hojas basales son lobuladas y presentan una forma de lira que están provistas de peciolo, y sus hojas superiores son lanceoladas y con borde. Sus flores son de color amarillo, presentan cuatro pétalos opuestos, con un cáliz de cuatro sépalos, sus frutos tienen forma de vainas cilíndricas de cinco a diez centímetros de longitud, son un alimento que tiene una excelente calidad nutricional para los rumiantes y alta digestibilidad.

2.2.1.2.4.2. Requerimientos del cultivo

La siembra debe basarse en relación con la época de utilización, su semilla es pequeña, la profundidad de siembra es de 3 a 4 cm, y 5 cm de distancia entre planta, la dosis de semilla depende del sistema de siembra, el cual puede ser al voleo o en línea, prefiere los suelos sueltos, ricos en materia orgánica y bien drenados para su desarrollo normal, su ciclo vegetativo varía entre dos a cuatro meses, esto depende de las condiciones climáticas existentes al momento de la siembra, cuando existen temperaturas altas su ciclo vegetativo es más corto y más largo cuando estas son más bajas. El nabo forrajero puede ser considerado como una excelente opción previo a la renovación de las praderas (Urrieta, 2009).

2.2.1.2.4.3. Formas de utilización

Este cultivo es muy interesante ya que se basa principalmente en su aprovechamiento realizado directamente en la parcela por los animales en una época en la que existe escasez de forraje. El ganado pasta las hojas y raíces. Las

raíces son aprovechadas por el ovino, este es capaz de vaciarlas sin consumir la parte externa de la zona que se encuentra anclada al suelo. El ganado vacuno, puede cortar la parte aérea de la raíz y también arrancarla si estas no están bien adheridas al suelo. (Urrieta, 2009).

Es recomendable que el productor realice siembras que permitan obtener raíces voluminosas, ya que estas serán mejor aprovechadas por los animales, o siembras densas que producen escasa raíz, pero una proporción elevada de hojas. Los nabos son consumidos entre diez a dieciséis semanas después de la siembra, una vez que estos ya están maduros. Es posible que exista un rebrote de la planta si se hace un primer pastoreo de forma suave y si los puntos de crecimiento de las hojas que están cercanos a la raíz no son afectados (Urrieta, 2009).

2.2.2. Abono orgánico

El abono orgánico es un producto que se obtiene de desechos que son producidos por animales o plantas, estos al pasar por un proceso de fermentación y descomposición se transforman en abono rico en nutrientes el cual es absorbido por el suelo al momento de su aplicación, mejorando así sus características físicas y químicas y logrando alcanzar cultivos de excelente calidad (Moreira, 2018).

De acuerdo con Herrán (2008), el abono orgánico está enfocado en cuatro principios básicos, el primero implica el maximizar los recursos de los productores agrícolas, busca la reutilización de los insumos que posee el productor, el segundo implica el buscar al máximo la independencia de insumos externos, esto al utilizar lo que tiene a la mano y volviéndose productor de sus agroinsumos, el tercero se enfoca en provocar el menor impacto posible al ambiente eliminando el uso de fertilizantes químicos y por último el no poner en riesgo la salud del productor ni el consumidor.

2.2.2.1. Propiedades de los abonos orgánicos

De acuerdo con Gualoto (2018), las propiedades que tienen los abonos orgánicos son las siguientes:

- a) Propiedades físicas: este tipo de propiedades ayudan a mejorar la estructura y textura del suelo, el suelo se vuelve más ligero y compacto, debido al color oscuro que tiene el abono orgánico permite atraer fácilmente los rayos solares generando más temperatura y absorbiendo los nutrientes de mejor manera,

también permite mejorar el drenaje del suelo y al absorber líquidos de excelente calidad evita problemas de erosión.

- b) Propiedades químicas: el uso de abonos orgánicos ayuda en la reducción del pH del suelo, debido a esto la capacidad de intercambio catiónico mejora notablemente y a su vez la fertilidad del suelo aumenta generando varios beneficios.
- c) Propiedades biológicas: los abonos orgánicos cumplen una función importante en la oxigenación del suelo, gracias a esto existe una mayor actividad de microorganismos aerobios y así la capacidad del suelo para producir microorganismos también aumenta, esto favorece en el crecimiento y desarrollo de los cultivos ya que los microorganismos ayudan en la descomposición de la materia orgánica del suelo.

2.2.2.2. Clasificación de los abonos orgánicos

Según Gualoto (2018), los abonos orgánicos se pueden clasificar en abonos no procesados y abonos procesados, los cuales serán descritos a continuación:

- a) Abonos no procesados: este tipo de abonos son caracterizados porque no se les agrega ninguna sustancia diferente a la que ya poseen, entre los más importantes podemos nombrar a la gallinaza y el estiércol ya sea de ganado vacuno, equino, ovino, caprino y porcino. Este tipo de abonos se los coloca sobre el suelo una vez estén secos, no es necesario procesarlos con alguna otra sustancia adicional.
- b) Abonos procesados: este tipo de abonos se los diferencia debido a que se agregan sustancias diferentes, esto con el fin de ayudar en la aceleración del proceso de degradación. Entre los más conocidos podemos nombrar los siguientes:
 - ✓ Humus: es caracterizado por tener un alto contenido de carbono, se forma de la descomposición de hongos y bacterias que han sido almacenados en algún lugar determinado.
 - ✓ Compost: este abono se obtiene al mezclar hojas, cascaras, restos de frutas, excremento de diferentes animales, entre otros.
 - ✓ Bocashi: es elaborado con levaduras, se consigue mediante la fermentación de estiércol, es usado en suelos que debido a la radiación del sol han sufrido problemas.

- ✓ Vermicompost: se basa en agrega lombrices a cualquier compost que ya ha sido elaborado.
- ✓ Biol: se obtiene mediante la fermentación de estiércol y otra materia prima, proporcionan diversos beneficios a los cultivos y es utilizado actualmente como uno de los mejores abonos orgánicos.

2.2.2.3. Beneficios de los abonos orgánicos

Según Gómez *et al.*, (2011), entre los principales beneficios del uso de abonos orgánicos están:

- ✓ Convierte la materia orgánica en nutrientes.
- ✓ Mejora la actividad biológica del suelo.
- ✓ Mejora la capacidad de retención de humedad en el suelo.
- ✓ Ayuda en el crecimiento de las raíces.
- ✓ Aprovechamiento de materiales locales para su elaboración reduciendo costos.
- ✓ Los nutrientes se mantienen en el suelo por mucho tiempo.
- ✓ Son amigables con el medio ambiente debido a sus ingredientes naturales.
- ✓ Aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo.

2.2.2.4. Biol

El biol es un abono foliar que se realiza de forma casera o por medio de un biodigestor, este contiene nutrientes y hormonas de crecimiento que se logra como producto de la fermentación y descomposición anaeróbica de restos orgánicos como residuos de animales, plantas, productos de la industria láctea y agua, este se lo realiza en un recipiente que no tenga oxígeno y que este perfectamente cerrado (Yugla, 2022).

En un estudio realizado por Puga (2017), menciona que los bioles también son una estrategia para el aprovechamiento del estiércol de animales, la fermentación anaeróbica de este genera un abono foliar orgánico que contiene principios hormonales vegetales, son ricos en nitrógeno amoniacal, vitaminas y aminoácidos. Así mismo pueden ser un buen complemento a la fertilización que es aplicada en el suelo.

El biol es un abono foliar orgánico muy valioso para los pequeños productores agrícolas, recomendado para terrenos en donde su fertilidad es media o baja, este

genera excelentes rendimientos debido a su aporte de macro y micronutrientes, adecuado para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, la aplicación de biol permite lograr una práctica agronómica estable, sustentable ecológicamente y rentable económicamente (Puga, 2017).

2.2.2.4.1. Funciones del biol

De acuerdo con Guato (2017), las principales funciones del biol son:

- ✓ Ayuda en el desarrollo de las plantas.
- ✓ Fomenta las actividades fisiológicas.
- ✓ Es un excelente activador de semillas.
- ✓ Ayuda en la floración, follaje y enraizamiento.
- ✓ Reactiva la vida del suelo.
- ✓ Protege contra insectos y enfermedades.
- ✓ Sustituye los fertilizantes químicos logrando una agricultura sustentable.
- ✓ Disminuye costos lo que beneficia al agricultor.

2.2.2.4.2. Principales ingredientes para la elaboración de biol

- a) Estiércol: según Cairo *et al.*, (2017), el estiércol es un recurso muy importante que se utiliza para completar los nutrientes necesarios y ayuda a que gran parte del nitrógeno fijado por los diferentes cultivos y cosechado mayormente en forma de forraje pueda volver al suelo, así estará disponible nuevamente para los cultivos siguientes que se desee producir, también mejora las propiedades biológicas del suelo y es de suma importancia como fuente de energía.
- b) Materia orgánica: de acuerdo con Trinidad (2016), la materia orgánica se consigue gracias a insumos que pueden ser de origen vegetal o animal de descomposición química, esta realiza un proceso de mineralización que aporta nutrimentos importantes para el desarrollo y rendimientos de los cultivos, así también ayuda al aumento en los rendimientos al momento de la cosecha logrando un mayor beneficio en relación con la economía.
- c) Residuos de faenamiento de animales (ganado y porcino): según Santana (2020), los residuos de faenamiento de animales incluyen sangre, restos de carne, grasa, huesos, pelos y contenido del vientre de los animales, debido a que se encuentran entre los residuos más contaminantes su uso en la

elaboración de abono orgánico es de suma importancia disminuyendo los problemas que esto genera.

2.2.2.4.3. Composición química del biol

En la tabla 1 se observa la composición química del biol proveniente de desechos orgánicos, biol a base de estiércol de ganado y biol procedente de rumen y sangre de ganado, la comparación de estos tres tipos de bioles demuestran que los valores más altos en los diferentes elementos los tiene el biol a base de estiércol de ganado.

Tabla 1. Composición química de tres tipos de biol

Elemento	Biol	Biol	Biol
	Desechos orgánicos	Estiércol de ganado	Rumen/sangre
	ppm		
Nitrógeno	620,40	791,25	685,15
Fosforo	88,86	96,44	37,67
Potasio	1 707,51	10 537,80	6 198,00
Azufre	234,36	587,50	458,00
Calcio	112,10	3 430,00	1 933,00
Magnesio	185,00	882,00	554,00
Zinc	0,58	3,66	1,17
Cobre	0,03	0,65	0,23
Hierro	0,82	61,32	47,67
Manganeso	0,11	35,98	25,18
Boro	0,44	0,66	0,57

Fuente: (Menacho, 2013, pág.13); (Labonort, 2021); (Yugla, 2022, pág.40)

2.2.2.4.4. Procedimiento para la elaboración de biol

De acuerdo con Yugla (2022), el procedimiento para la elaboración de biol es el siguiente:

- a) Adaptación del lugar para el experimento: adaptar el área para colocar los biodigestores que se deseen utilizar con el fin de evitar factores externos en el proceso de obtención del abono orgánico.
- b) Compilación de materia prima: selección del estiércol, materia orgánica y residuos de faenamiento de ganado y porcino los cuales son fundamentales para conseguir el biol.
- c) Recepción: el estiércol, materia orgánica y residuos de faenamiento escogidos deben ser almacenados en recipientes que sean de preferencia de fácil manipulación y estos a su vez se deben colocar en un área que este apartada de los cultivos, teniendo en cuenta que no ocasione ningún tipo de contaminación o problema, y estén listas para ser utilizadas en la elaboración del biol.

- d) Pesaje: este procedimiento debe ser realizado de preferencia con la ayuda de una balanza analítica, es un procedimiento muy importante debido a que es uno de los puntos precisos en la formulación de nuestro abono orgánico a obtener.
- e) Agregación de elementos: como el nombre lo indica, en este procedimiento se debe agregar de manera muy cuidadosa cada uno de los insumos pesados anteriormente, estos deben ser agregados uno a uno en cada biodigestor a utilizar.
- f) Homogenización: después que están colocados todos los ingredientes en cada biodigestor se debe batir fuertemente para poder lograr una excelente homogenización en la mezcla, y así ayudar a la descomposición de estos consiguiendo que se lleve a cabo una buena fermentación.
- g) Sellado: posteriormente de lograr una buena homogenización de todos los ingredientes se debe sellar correctamente cada biodigestor, este procedimiento se lo realiza con una tapa específica de sellado hermético, finalmente en la tapa de cada biodigestor debe ser colocada una manguera para que de esta manera el gas metano sea expulsado hacia el exterior.
- h) Fermentación: al haber sellado cada biodigestor comienza un proceso de descomposición de los ingredientes utilizados, la fermentación dura alrededor de 55 días o a su vez se debe tener en cuenta que cada uno de los biodigestores dejen de presentar burbujas de gas, esto es esencial para saber que la fermentación ha llegado a su fin.
- i) Control: este procedimiento es importante debido a que se debe realizar un control de pH y temperatura en cada biodigestor, esto es con el fin de lograr una excelente caracterización final de los parámetros mencionados.
- j) Cosecha: una vez realizado todo el procedimiento mencionado se debe filtrar el biol en recipientes que tienen que estar en excelente estado y sobre todo limpios para así conseguir biol de buena calidad.
- k) Almacenamiento: finalmente, los recipientes en donde se colocó el biol deben ser cerrados herméticamente y etiquetados para posteriormente conservarlos en un lugar adecuado.

2.2.2.4.5. Factores que intervienen en la obtención de biol

De acuerdo con Yugla (2022), los factores que intervienen en la obtención del biol son los siguientes:

- a) Humedad interna del biodigestor: la humedad óptima dentro de un biodigestor varía entre el 50 y 60 % en peso, con esta humedad se puede obtener una mejor efectividad y ayudar a maximizar el proceso de fermentación del abono. Si la humedad en el interior del biodigestor es menor al 40 % la descomposición de los materiales orgánicos será muy lenta, y si la humedad supera el 60 % la cantidad de poros existentes en el agua serán pocos, esto genera problemas durante la oxigenación en el proceso de fermentación.
- b) Tiempo de fermentación: el tiempo de fermentación depende en su mayoría de las condiciones climáticas, generalmente el abono puede estar listo entre los 20 y 48 días, sin embargo, es mejor asegurarse verificando que ya existan gases que son emitidos por la manguera.
- c) Temperatura: la temperatura dependerá mucho del incremento de la actividad microbiana del biol, una vez mezclados todos los ingredientes comienza a actuar después de 14 horas teniendo en cuenta que la temperatura debe ser superior a los 50°C.
- d) Aireación: el oxígeno es un factor muy importante en el proceso para la obtención del biol, este ayuda para que no haya ningún tipo de problema en el proceso aeróbico de fermentación del biol, es necesario que exista entre un 5 y 10 % de concentración de oxígeno, es importante tener en cuenta que, cuando existe un exceso de humedad ocurren problemas en la aireación del proceso y a causa de esto el producto que se obtiene es de mala calidad.
- e) Potencial de hidrógeno: este factor actúa directamente sobre los microorganismos, para obtener un biol de excelente calidad se requiere un pH entre 6 a 7,5 ya que los valores extremos pueden impedir la actividad microbiológica, cabe recalcar que en los primeros días el pH puede bajar a 5 debido a la producción de ácidos orgánicos.

Según Gualoto (2018), entre los factores que intervienen en la obtención del biol también se pueden nombrar:

- f) Tipo de materia prima: los desechos más utilizados para preparar biol son de origen animal y vegetal, estos tienen nutrientes muy importantes como el nitrógeno, azufre y carbono, nutrientes que ayudan en la vitalidad del suelo, el estiércol de ganado vacuno es uno de los más usados debido a su eficiencia,

sin embargo, la alimentación y agua que consume el animal es importante para saber el contenido de nutrientes que pueda tener.

- g) Relación carbono-nitrógeno (C/N): una relación excelente para la preparación del biol es de C/N 30:1, si la relación es menor a esta pueden ocurrir problemas como pérdidas de nitrógeno e impedir que se digieran por completo los insumos, por el contrario, si la relación es mayor ocurre una fermentación lenta debido a que no se aumenta la actividad microbiana.

2.2.2.4.6. Beneficios de biol

Elaborar biol es relativamente fácil, este tipo de abono puede adecuarse fácilmente en diversos tipos de envases, es una excelente opción para incrementar la producción a través del mejoramiento en rendimiento de los cultivos, si es colocado en el momento adecuado puede ayudar en la prevención de diversas plagas y enfermedades obteniendo un buen desarrollo de los cultivos (Yugla, 2022).

También ayuda a revitalizar las plantas en caso de estrés, aumenta el sistema radicular y por ende la capacidad que tiene la planta de captar nutrientes para mejorar su estado nutricional aumenta, y es un abono benéfico al suelo (Yugla, 2022).

2.2.2.5. Biodigestor

El biodigestor es una tecnología ambientalmente correcta y sustentable, se utiliza para la obtención de biogás y biofertilizante a través de residuos sólidos de bajo costo, contienen tres partes principales entre los que están la caja de carga, tanque de fermentación y caja de descarga (Taípe, 2019).

Según Arrieta (2016), un biodigestor consiste en un contenedor herméticamente cerrado en donde se deposita la materia orgánica o insumo del que se requiere extraer el biol, este experimenta un proceso bajo condiciones anaeróbicas, pueden adoptar distintas formas tales como la cilíndrica, rectangular u ovoide, siendo la cilíndrica la más usada. Un biodigestor es el principal componente de una planta de biogás debido a que se obtiene combustible y permite su posterior aprovechamiento en diferentes usos.

2.2.2.5.1. Ventajas de los biodigestores

De acuerdo con Corona (2007), las ventajas de los biodigestores son:

- ✓ Produce biofertilizante.

- ✓ El biofertilizante que produce es capaz de competir con los fertilizantes químicos eliminando su uso.
- ✓ Elimina los desechos orgánicos como el estiércol de animales que son contaminantes del medio ambiente.
- ✓ Ayuda al medio ambiente convirtiéndolos en una forma sustentable y amigable de generar biogás y biofertilizante.

2.2.3. Fertilización química

La historia de la fertilización inició desde hace miles de años atrás, el hombre empezó a cultivar sus tierras descubriendo así que el suelo les permitía producir diferentes cultivos con rendimientos relativamente aceptables si estos se cultivaban de manera continua, así también descubriendo que si se añadía estiércol o diferentes residuos de frutas o vegetales les ayudaba a restaurar de alguna manera la fertilidad del suelo. La industria de fertilizantes inició mediados del siglo XIX, en este período se empezó a comercializar distintos tipos de fertilizantes (Leiva *et al.*, 2017).

El uso de fertilizantes químicos incremento altamente a finales de la segunda guerra mundial, entre el año 1 950 a 1 964, esto ocurrió debido a que la utilización de una mayor cantidad de fertilizantes químicos les permitía lograr mantener un excelente nivel de producción, ocasionando que estos fertilizantes se extiendan de manera rápida (Martínez *et al.*, 2018).

Para aumentar la producción agrícola que es indispensable para abastecer al crecimiento de la población actual, existen diferentes factores entre los que se pueden nombrar; aumento de las superficies de cultivo, este factor es cada vez más limitado sobre todo en países que ya están desarrollados, lo que ocasiona daños en grandes masas forestales que son las que proporcionan nutrientes importantes al suelo los cuales son asimilables por las plantas, ayudando a incrementar así los rendimientos de los cultivos (Leiva *et al.*, 2017).

En los países en desarrollo, el uso de fertilizantes químicos es una parte clave en la producción de cultivos ocasionando un incremento notable en los últimos años, esto es debido a que se ha comprobado que usar fertilización química de manera adecuada puede ayudar e incrementar significativamente en el crecimiento, producción y rendimiento de calidad y economía de los cultivos (Lemus *et al.*, 2018).

El suelo incluye componentes químicos, físicos y biológicos, por los tanto, para conocer su calidad es indispensable realizar una descripción detallada de sus

propiedades. La calidad está definida como la capacidad del suelo para realizar un correcto funcionamiento dentro de los límites de un ecosistema natural, ayudando a sustentar la productividad ya sea de planta o animales, también mejorar y mantener la calidad del agua y aire, y sobre todo mantener la salud humana y su hábitat (Vallejo *et al.*, 2018).

Las condiciones climáticas, el medio ambiente, las diferentes características del suelo, los factores fisiológicos y genéticos de cada cultivo, y el manejo de los mismos, son, entre otros, los factores determinantes que influyen directa e indirectamente en el efecto que tienen los fertilizantes químicos en los cultivos, sin dejar a un lado que es esencial tomar en cuenta las diferentes características del fertilizante que se desea utilizar, de esto dependerá que la producción de cultivos sea exitosa o por el contrario resulte mala (Lemus *et al.*, 2018).

Para conseguir cosechas rentables la fertilidad del suelo es uno de los factores más importantes, antiguamente hacían un mayor uso de cal, estiércol o residuos de restos de frutas o vegetales para restablecer la fertilidad del suelo y así mejorar la producción, sin embargo, actualmente el uso de fertilizantes químicos es uno de los factores esenciales para lograr conseguir esto (Martínez *et al.*, 2018).

2.2.3.1. Fertilizante químico (12 – 11 – 18)

La composición química de este fertilizante es la siguiente, Nitrógeno 12.0 %, Fósforo 11 %, Potasio 18 %, Azufre 11.0 %, Magnesio 2.7 %, Boro 0.015 %, Hierro 0.2 %, Manganeso 0.2 % y Zinc 0.2 % (Vélez, 2021).

Este fertilizante químico se enfoca en responder necesidades específicas de los diferentes cultivos, este fertilizante es muy completo y balanceado, contiene microelementos indispensables entre los que podemos nombrar el nitrógeno, fósforo y potasio, microelementos que están disponibles en el mercado en cantidades precisas para abastecer los requerimientos del cultivo en el que se va a utilizar (Vélez, 2021).

Aplicar dosis correctas, en condiciones adecuadas y el tiempo preciso, permite la absorción correcta de los nutrientes, es importante mencionar que los elementos que tienen nitrato y amonio permiten que el fertilizante químico cuente con una elevación ideal de nitrato permitiéndole al cultivo un rápido crecimiento, mayor rendimiento y excelente calidad del producto (Vélez, 2021).

2.2.3.1.1. Ventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18)

De acuerdo con Punina (2014), las ventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18) son:

- ✓ Reduce la posibilidad de estrés en los cultivos.
- ✓ Aumenta el rendimiento de los cultivos.
- ✓ Aumenta la calidad de frutas y hortalizas.
- ✓ Crecimiento de plantas fuertes.
- ✓ Previene deficiencias de micronutrientes que pueden afectar el rendimiento de los cultivos.
- ✓ Garantiza un cultivo más uniforme y fácil de cosechar.

2.2.3.1.2. Desventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18)

De acuerdo con Punina (2014), las desventajas del fertilizante químico (12 – 11 – 18) son:

- ✓ Degradación en los suelos.
- ✓ Pérdida de la capacidad de absorción del suelo.
- ✓ Contaminación ambiental.
- ✓ El exceso del fertilizante químico puede provocar que las plantas crezcan débiles.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

El enfoque es cuantitativo, consistió en evaluar qué tipo de biol y dosis resulta mejor al fertilizar el nabo forrajero (*Brassica napus L*), comprobando su desarrollo y crecimiento en relación con un fertilizante químico y un testigo, lo cual permitió la recolección de datos para probar su eficiencia.

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es experimental, se comparó los tres tipos de biol, probando la eficacia que tuvieron en el nabo forrajero (*Brassica napus L*), así se logró encontrar el mejor en comparación con el fertilizante químico y el testigo obteniendo los resultados deseados al final del trabajo.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis alternativa

El tipo de biol y dosis influyen en el desarrollo del nabo forrajero (*Brassica napus L*).

3.2.1. Hipótesis nula

El tipo de biol y dosis no influyen en el desarrollo del nabo forrajero (*Brassica napus L*).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la tabla de Operacionalización de variables (Tabla 2) se da a conocer las hipótesis y las variables a estudiar con las diferentes descripciones en base al desarrollo de cada una de ellas en el cultivo.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variables / Definición		Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Dependiente: -Brassica forrajera	Es un cultivo que se utiliza en casos de escasez de pastos o problemas de sequías.	Número de hojas	Conteo del número de hojas por planta.	Observación	Cuaderno de trabajo
		Altura de la planta	Medición del crecimiento de la planta hasta la cosecha.	Observación	Cuaderno de trabajo/ Flexómetro
		Materia verde	Determinación de Kg MV ha ⁻¹ al día del corte.	Observación	Cuadrado de 1 m ²
		Materia seca	Determinación de kg MS ha ⁻¹ al día del corte.	Observación	Microondas
Independiente: -Biol de desechos orgánicos -Biol del centro de faenamiento -Biol CESF -Fertilizante químico	Abono foliar que ayuda en el desarrollo de los cultivos.	Biol de desechos orgánicos		Observación	Bomba de fumigar
		Biol del centro de faenamiento	Dosis baja: 10 % Dosis media: 20 % Dosis alta: 30 %	Observación	Bomba de fumigar
		Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino		Observación	Bomba de fumigar
	Fertilizante químico de aplicación edáfica.	Fertilizante químico (12 – 11 – 18)	Dosis: 300 – 500 kg ha ⁻¹	Observación	Manualmente

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Ubicación del ensayo

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi. A una altitud de 2834 msnm, con una temperatura promedio de 12° C, humedad relativa del 80 % y una precipitación promedio anual de 1200 mm (Peña *et al.*, 2019).

3.4.2. Metodología

El trabajo se efectuó con tres tipos de biol, tres diferentes dosis de aplicación, un químico y un testigo (11 tratamientos), se aplicó un diseño de bloques completamente al azar para determinar el mejor biol y dosis de 3 tipos de bioles en el cultivo de nabo forrajero; se utilizó tres repeticiones.

3.4.3. Manejo de la investigación

3.4.3.1. Procedimiento

- a) Preparación del suelo: la preparación del suelo se la realizó de forma manual, se limpió y preparó para evitar encharcamientos y lograr el desarrollo óptimo del cultivo.
- b) Fertilización de fondo: se realizó una fertilización de fondo al inicio de la investigación mediante el fertilizante químico (18 – 46 – 0).
- c) Delimitación de unidades experimentales: diseño de bloques completamente al azar, se realizó el diseño con estacas, dividiendo las parcelas de 3 m² de ancho por 3 m² de largo, dando un total de 33 parcelas, 11 tratamientos y 3 repeticiones.
- d) Siembra de nabo forrajero: se realizó los surcos y ahoyados utilizando las medidas adecuadas, luego se colocó las semillas a 5 cm de distancia entre plantas, 3 cm de profundidad y se colocó una capa fina de tierra encima dando un total de 300 plantas por parcela y 9 900 plantas en total.
- e) Labores culturales: la deshierba se realizó de forma manual dependiendo la necesidad del cultivo, ya que el rápido crecimiento del nabo forrajero evita el crecimiento de las malas hierbas.
- f) Aplicación de tratamientos: la aplicación fue de forma edáfica y foliar, al día de la siembra se realizó la aplicación de forma edáfica del fertilizante químico (12 – 11 – 18) y foliar del abono orgánico utilizado, y a los 15 días de forma foliar del abono orgánico consecutivamente hasta el día de la cosecha. Para la

determinación de dosis se estableció la dosis baja, media y alta, la dosis baja (10 %) consistió en 200 ml de biol y 1800 ml de agua, para la dosis media (20 %) se utilizó 400 ml de biol y 1600 ml de agua, y en el caso de la dosis alta (30 %) se utilizó 600 ml de biol y 1400 ml de agua. Los tres tipos de biol utilizados fueron el biol de desechos orgánicos urbanos, biol de estiércol de ganado vacuno y porcino y biol del centro de faenamiento. Para el caso de las interacciones se las estableció en función de determinar cuál es la mejor dosis y tipo de biol conjuntamente, las interacciones dosis*fertilizante fueron; D1*F1 (dosis baja al 10 %*biol de desechos orgánicos urbanos), D2*F1 (dosis media al 20 %* biol de desechos orgánicos urbanos), D3*F1 (dosis alta al 30 %* biol de desechos orgánicos urbanos), D1*F2 (dosis baja al 10 %*biol de estiércol de ganado vacuno y porcino), D2*F2 (dosis media al 20 %* biol de estiércol de ganado vacuno y porcino), D3*F2 (dosis alta al 30 %* biol de estiércol de ganado vacuno y porcino), D1*F3 (dosis baja al 10 %*biol del centro de faenamiento), D2*F3 (dosis media al 20 %* biol del centro de faenamiento), D3*F3 (dosis alta al 30 %* biol del centro de faenamiento).

- g) Toma de datos según las fechas establecidas: los datos del número de hojas y altura de la planta fueron tomados a los 30 días después de la siembra y posteriormente cada 15 días hasta el día de la cosecha.
- h) Cosecha de las diferentes parcelas: se realizó la cosecha de acuerdo con el cronograma establecido y se dejó un terreno adecuado para su siguiente utilización.
- i) Medición de las variables para la obtención de datos al momento de la cosecha: se tomó datos de materia verde tomando como muestra el número de plantas correspondiente a 1 m² de cada parcela y materia seca por medio del microondas.
- j) Análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero del mejor tratamiento: se realizó un análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero del tratamiento que mostró los mejores resultados para la variable altura de la planta, se determinó proteína cruda mediante el método de Kjeldahl, energía bruta mediante el uso de bomba calorimétrica y fibra bruta mediante el método gravimétrico para fibras totales.

3.4.3.2. Variables evaluadas

- a) Número de hojas: se contó el número de hojas de 25 plantas de cada parcela, de cada tratamiento en las 3 repeticiones cada 15 días.
- b) Altura de la planta: se midió la altura de las plantas con un flexómetro cada 15 días desde donde inicia el tallo en el suelo hasta la punta de la planta.
- c) Materia verde: se calculó la materia verde por medio del método de cuadrantes descrito por (Nagashiro, 1992). Se realizó un cuadrado de 1 m² el cual se colocó en diferentes partes de cada parcela, se realizó el corte de las plantas que se encontraban dentro del cuadrado y se pesó.
- d) Materia seca: el método más utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua por medio de un microondas, se determinó el peso del residuo sometiendo las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido, esto se realizó al momento del corte (Petruzzi, *et al.*, 2005).

3.4.3.3. Variables independientes

En la tabla 3 se puede interpretar las variables independientes. La dosis (Factor A) tiene tres niveles en la que se presenta D1 (Dosis baja), D2 (Dosis media), y D3 (Dosis alta) y biol (Factor B) tiene tres tipos en la que se presenta B1 (Biol de desechos orgánicos urbanos, UPEC), B2 (Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) y B3 (Biol del centro de faenamiento de Julio Andrade).

Tabla 3. Variables independientes

Factor A	Factor B
D1: Dosis baja al 10%	B1: Biol de desechos orgánicos urbanos (UPEC)
D2: Dosis media al 20%	B2: Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino
D3: Dosis alta al 30%	B3: Biol del centro de faenamiento (Julio Andrade)

3.4.4. Tratamientos

En la tabla 4, se observan los diferentes tratamientos utilizados.

Tabla 4. Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Biol de desechos orgánicos urbanos (UPEC) (dosis baja al 10 %)
T2	Biol de desechos orgánicos urbanos (UPEC) (dosis media al 20 %)
T3	Biol de desechos orgánicos urbanos (UPEC) (dosis alta al 30 %)
T4	Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino (dosis baja al 10 %)
T5	Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino (dosis media al 20 %)
T6	Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino (dosis alta al 30 %)
T7	Biol del centro de faenamiento (Julio Andrade) (dosis baja al 10 %)
T8	Biol del centro de faenamiento (Julio Andrade) (dosis media al 20 %)
T9	Biol del centro de faenamiento (Julio Andrade) (dosis alta al 30 %)
T10	Fertilizante químico
T11	Testigo

3.4.5. Características del diseño experimental

En la tabla 5, características del diseño experimental, se da a conocer el diseño, número de plantas, repeticiones y todo lo concerniente al ensayo.

Tabla 5. Características del diseño experimental

Diseño de bloques completamente al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	11
Número de repeticiones	3
Área total del experimento	380 m ²
Unidad experimental	3 m ² de ancho* 3 m ² de largo
Número de plantas a analizar/parcela	25 plantas/UE a evaluar
Número de unidades experimentales	33 UE
Número total de plantas en el ensayo	9 900 plantas

En la figura 5 se observa el diseño de la parcela implementado en la presente investigación.

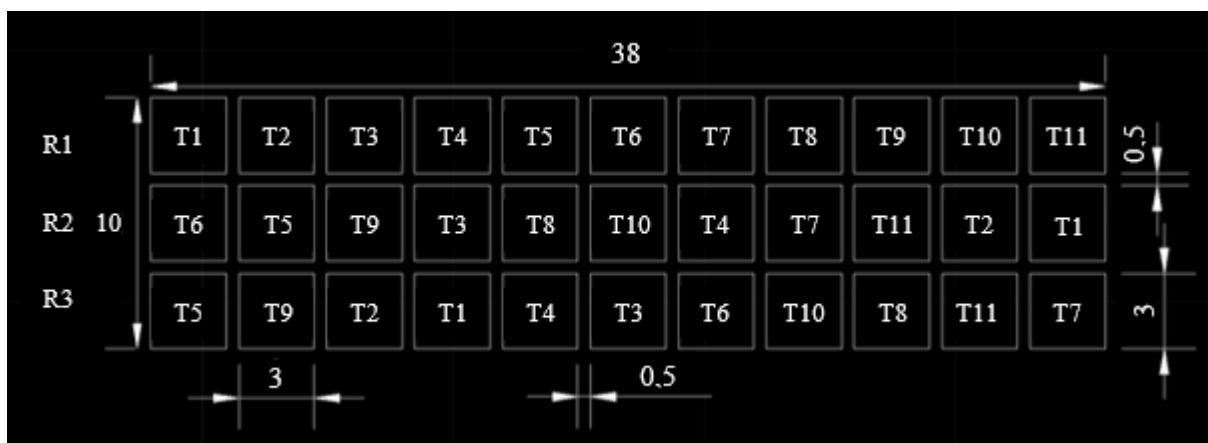


Figura 5. Diseño de la parcela

En la figura 6 se observa el diseño de la parcela neta utilizado.

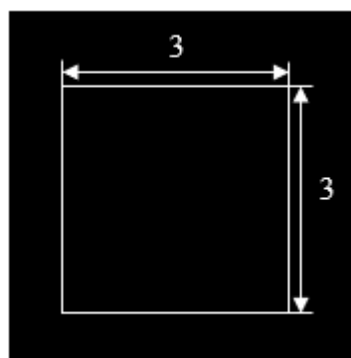


Figura 6. Parcela neta

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio estadístico se realizó un análisis de varianza ANOVA, los datos tomados durante la investigación se los colocó en Microsoft Excel, después estos los resultados de las variables tomadas fueron introducidos a un software estadístico Statistix 8.0 para posteriormente realizar un análisis de varianzas en bloques, para poder comparar los tratamientos se utilizó comparaciones múltiples mediante pruebas de Tukey con un grado de probabilidad del 5 % de significancia (Rajan *et al.*, 2021).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de la planta

4.1.1.1. Altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis

Una vez revisada la tabla 6 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días por dosis, se puede observar que si existen diferencias significativas y sus resultados muestran que la D3 (dosis alta al 30 %) fue la mejor con un valor de 7,35 cm a los 30 días, 15,22 cm a los 45 días, 25,93 cm a los 60 días, 40,52 cm a los 75 días y 52,02 cm a los 90 días.

Tabla 6. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis

	30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
D1	6,68	B	14,92	B	25,86	B	36,29	B	46,84	B
D2	7,20	B	14,88	B	25,14	B	37,12	B	47,39	B
D3	7,35	A	15,22	A	25,93	A	40,52	A	52,02	A
\bar{X}	7,08 cm		15,00 cm		25,64 cm		37,98 cm		48,75 cm	
CV	6,29 %		8,51 %		4,50 %		7,66 %		7,12 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %

4.1.1.2. Altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante

Una vez revisada la tabla 7 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días por fertilizante, se puede observar que si existen diferencias significativas y sus resultados muestran que el F2 (biol de estiércol) fue el mejor con un valor de 8,16 cm a los 30 días, 16,77 cm a los 45 días, 27,66 cm a los 60 días, 46,42 cm a los 75 días y 59,31 cm a los 90 días.

Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante

	30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
F1	6,71	B	14,03	B	24,34	B	35,11	B	46,11	B
F2	8,16	A	16,77	A	27,66	A	46,42	A	59,31	A
F3	6,37	B	14,22	B	24,93	B	32,39	B	40,83	C
\bar{X}	7,08 cm		15,00 cm		25,64 cm		37,98 cm		48,75 cm	
CV	6,29 %		8,51 %		4,50 %		7,66 %		7,12 %	

Leyenda: F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento

4.1.1.3. Altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante

Una vez revisada la tabla 8 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días en interacción dosis*fertilizante, se puede observar que si existen diferencias significativas y sus resultados muestran que la interacción D3*F2 (dosis alta al 30 %* biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) fue la mejor con un valor de 9,09 cm a los 30 días, 18,15 cm a los 45 días, 28,79 cm a los 60 días, 51,09 cm a los 75 días y 64,93 cm a los 90 días.

Tabla 8. Prueba de Tukey para altura de la planta a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante

		30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T1	D1*F1	6,37	C	14,37	B	25,22	BC	33,32	D	45,00	C
T2	D2*F1	7,12	BC	14,19	B	23,58	C	34,84	CD	44,02	C
T3	D3*F1	6,63	C	13,54	B	24,22	BC	37,18	BCD	49,32	BC
T4	D1*F2	7,40	BC	15,56	AB	27,05	AB	42,89	ABC	55,13	AB
T5	D2*F2	7,98	AB	16,60	AB	27,14	AB	45,28	AB	57,86	AB
T6	D3*F2	9,09	A	18,15	A	28,79	A	51,09	A	64,93	A
T7	D1*F3	6,26	C	14,83	AB	25,32	BC	32,65	D	40,40	C
T8	D2*F3	6,50	C	13,84	B	24,70	BC	31,23	D	40,29	C
T9	D3*F3	6,34	C	13,98	B	24,78	BC	33,30	D	41,81	C
T10	Quím.	6,56	C	13,77	B	24,44	BC	32,13	D	41,82	C
T11	Test.	6,31	C	13,65	B	24,52	BC	30,53	D	38,36	C
\bar{X}		7,08 cm		15,00 cm		25,64 cm		37,98 cm		48,75 cm	
CV		6,29 %		8,51 %		4,50 %		7,66 %		7,12 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %, F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento, quím: fertilizante químico (12 – 11 – 18)

4.1.2. Número de hojas

4.1.2.1. Número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis

Una vez revisada la tabla 9 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días por dosis, se puede observar que no existen diferencias significativas entre la D1 (dosis baja al 10 %), D2 (dosis media al 20 %) y D3 (dosis alta al 30 %).

Tabla 9. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por dosis

	30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
D1	3,50	A	3,86	A	4,46	A	4,34	A	4,71	A
D2	3,50	A	3,94	A	4,44	A	4,60	A	4,46	A
D3	3,58	A	3,96	A	4,44	A	4,52	A	4,80	A
\bar{X}	3,53 h		3,92 h		4,44 h		4,48 h		4,65 h	
CV	5,19 %		4,01 %		5,23 %		7,85 %		13,18 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %

4.1.2.2. Número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante

Una vez revisada la tabla 10 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días por fertilizante, se puede observar que no existen diferencias significativas entre el F1 (biol de desechos orgánicos urbanos), F2 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) y F3 (biol del centro de faenamiento).

Tabla 10. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra por fertilizante

	30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
F1	3,51	A	3,84	A	4,36	A	4,33	A	4,31	A
F2	3,56	A	3,89	A	4,41	A	4,61	A	5,33	A
F3	3,51	A	4,03	A	4,56	A	4,52	A	4,33	A
\bar{X}	3,53 h		3,92 h		4,44 h		4,48 h		4,65 h	
CV	5,19 %		4,01 %		5,23 %		7,85 %		13,18 %	

Leyenda: F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento

4.1.2.3. Número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante

Una vez revisada la tabla 11 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días en interacción dosis*fertilizante, se puede observar que no existen diferencias significativas entre las diferentes interacciones.

Tabla 11. Prueba de Tukey para número de hojas a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra en interacción dosis*fertilizante

		30 Días		45 Días		60 Días		75 Días		90 Días	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
T1	D1*F1	3,46	A	3,74	A	4,37	A	4,30	A	4,46	A
T2	D2*F1	3,46	A	3,93	A	4,44	A	4,36	A	4,06	A
T3	D3*F1	3,61	A	3,85	A	4,26	A	4,32	A	4,40	A
T4	D1*F2	3,57	A	3,80	A	4,27	A	4,21	A	5,46	A
T5	D2*F2	3,50	A	3,93	A	4,37	A	4,57	A	4,86	A
T6	D3*F2	3,61	A	3,94	A	4,61	A	5,06	A	5,66	A
T7	D1*F3	3,46	A	4,05	A	4,74	A	4,52	A	4,20	A
T8	D2*F3	3,53	A	3,96	A	4,50	A	4,86	A	4,46	A
T9	D3*F3	3,53	A	4,09	A	4,45	A	4,17	A	4,33	A
T10	Quím.	3,56	A	3,94	A	4,46	A	4,81	A	4,26	A
T11	Test.	3,52	A	3,82	A	4,45	A	4,01	A	3,93	A
\bar{X}		3,53 h		3,92 h		4,44 h		4,48 h		4,65 h	
CV		5,19 %		4,01 %		5,23 %		7,85 %		13,18 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %, F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento, quím: fertilizante químico (12 – 11 – 18)

4.1.3. Materia verde por hectárea

4.1.3.1. Materia verde por hectárea por dosis

Una vez revisada la tabla 12 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia verde por hectárea por dosis se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que la D3 y D2 fueron las mejores con un valor de 21 367,00 kg MV ha⁻¹ para la D3 (dosis alta al 30 %) y 19 833,00 kg MV ha⁻¹ para la D2 (dosis media al 20 %).

Tabla 12. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea por dosis

Dosis	Medias	Rangos
D1: Dosis baja al 10 %	16 111,00	B
D2: Dosis media al 20 %	19 833,00	A
D3: Dosis alta al 30 %	21 367,00	A
\bar{X}	19 104 kg ha ⁻¹	
CV	9,50 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %

4.1.3.2. Materia verde por hectárea por fertilizante

Una vez revisada la tabla 13 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia verde por hectárea por fertilizante se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que el F2 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) fue el mejor con un valor de 21 944,00 kg MV ha⁻¹.

Tabla 13. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea por fertilizante

Fertilizante	Medias	Rangos
F1: Biol de desechos orgánicos urbanos	17 478,00	AB
F2: Biol de estiércol	21 944,00	A
F3: Biol del centro de faenamiento	17 889,00	AB
\bar{X}	19 104 kg ha ⁻¹	
CV	9,50 %	

Leyenda: F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento

4.1.3.3. Materia verde por hectárea en interacción dosis*fertilizante

Una vez revisada la tabla 14 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia verde por hectárea en interacción dosis*fertilizante, se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que la interacción D3*F2 (dosis alta al 30 %*biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) fue la mejor con un valor de 25 667,00 kg MV ha⁻¹.

Tabla 14. Prueba de Tukey para materia verde por hectárea en interacción dosis*fertilizante

Tratamiento	Interacción	Medias	Rangos
T1	D1*F1	13 100,00	EF
T2	D2*F1	15 667,00	DEF
T3	D3*F1	23 667,00	AB
T4	D1*F2	17 000,00	DE
T5	D2*F2	23 167,00	ABC
T6	D3*F2	25 667,00	A
T7	D1*F3	18 233,00	CDE
T8	D2*F3	20 667,00	ABCD
T9	D3*F3	14 767,00	EF
T10	Quím.	20 200,00	BCD
T11	Test.	11 300,00	F
\bar{X}	19 104 kg ha ⁻¹		
CV	9,50 %		

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %, F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento, quím: fertilizante químico (12 – 11 – 18)

4.1.4. Materia seca por hectárea

4.1.4.1. Materia seca por hectárea por dosis

Una vez revisada la tabla 15 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia seca por hectárea por dosis se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que la D3 (dosis alta al 30 %) fue la mejor con una valor de 4 542,40 kg MS ha⁻¹.

Tabla 15. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea por dosis

Dosis	Medias	Rangos
D1: Dosis baja al 10 %	2 923,40	C
D2: Dosis media al 20 %	4 014,70	B
D3: Dosis alta al 30 %	4 542,40	A
\bar{X}	3 826,9 kg ha ⁻¹	
CV	9,72 %	

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %

4.1.4.2. Materia seca por hectárea por fertilizante

Una vez revisada la tabla 16 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia seca por hectárea por fertilizante se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que el F2 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) fue el mejor con un valor de 4 607,20 kg MS ha⁻¹.

Tabla 16. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea por fertilizante

Fertilizante	Medias	Rangos
F1: Biol de desechos orgánicos urbanos	3 530,80	AB
F2: Biol de estiércol	4 607,20	A
F3: Biol del centro de faenamiento	3 342,60	B
\bar{X}	3 826,9 kg ha ⁻¹	
CV	9,72 %	

Leyenda: F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento

4.1.4.3. Materia seca por hectárea en interacción dosis*fertilizante

Una vez revisada la tabla 17 sobre la prueba de Tukey realizada para la variable materia seca por hectárea en interacción dosis*fertilizante, se puede observar que, si existen diferencias significativas, y sus resultados muestran que la interacción D3*F2 (dosis alta al 30 %*biol de estiércol de ganado vacuno y porcino) con un valor de 5 642,00 kg MS ha⁻¹ y la interacción D3*F1 (dosis alta al 30 %*biol de desechos orgánicos urbanos) con un valor de 5 214,30 kg MS ha⁻¹ fueron las mejores.

Tabla 17. Prueba de Tukey para materia seca por hectárea en relación dosis*fertilizante

Tratamiento	Interacción	Medias	Rangos
T1	D1*F1	2 208,70	EF
T2	D2*F1	3 169,30	CDE
T3	D3*F1	5 214,30	A
T4	D1*F2	3 224,00	CDE
T5	D2*F2	4 955,70	AB
T6	D3*F2	5 642,00	A
T7	D1*F3	3 337,70	CD
T8	D2*F3	3 919,00	BC
T9	D3*F3	2 771,00	DEF
T10	Quím.	4 106,00	BC
T11	Test.	2 070,00	F
\bar{X}	3 826,9 kg ha ⁻¹		
CV	9,72 %		

Leyenda: D1: dosis baja al 10 %, D2: dosis media al 20 %, D3: dosis alta al 30 %, F1: biol de desechos orgánicos urbanos, F2: Biol de estiércol, F3: biol del centro de faenamiento, quím: fertilizante químico (12 – 11 – 18)

4.1.5. Análisis bromatológico

En la tabla 18, se observan los resultados obtenidos mediante un análisis bromatológico realizado en una muestra de nabo forrajero del T6 (Biol de estiércol de ganado vacuno y porcino, dosis alta al 30 %) tratamiento en el que se obtuvo los mejores resultados para la variable altura de la planta, materia verde y materia seca por hectárea (Ver anexo 6).

Tabla 18. Comparación del análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero de la presente investigación y los resultados obtenidos de otro autor

Variable	Resultados Investigación	Resultados Otro autor	Método utilizado
Proteína cruda	27,84 %	25,6 %	Mediante el método de Kjeldahl
Fibra bruta	22,08 %	22,00 %	Mediante el método gravimétrico para fibras totales
Grasa	0,35 gr kg ⁻¹	0,1 gr kg ⁻¹	Mediante el método de Soxhlet
Cenizas	16,84 %	16,4 %	Mediante la incineración de la muestra bajo tutela BS
Energía neta	1,52 Mcal kg	2,81 Mcal kg	Cálculo en base a energía bruta
Materia orgánica	90,43 %	90,1 %	Incineración mufla (Cálculo)
Humedad	82,80 %	88,20 %	NTE INEN 1160

Fuente: (Antrillao, 2009, pág.22)

4.1.6. Costos de producción por tratamiento

En la tabla 19, se puede observar los costos de producción con y sin tratamiento por hectárea, costo total por hectárea y el rendimiento obtenido en el caso de materia verde y materia seca por hectárea, los resultados muestran que el T3 (biol de desechos orgánicos urbanos con una dosis alta al 30 %), el T6 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino con una dosis alta al 30 %) y T9 (biol del centro de faenamiento con una dosis alta al 30 %), tratamientos en los que se utilizó la dosis alta al 30 %, fueron los que más costo tuvieron con un valor de \$ 630,00 por hectárea, sin embargo, el T6 debido al alto rendimiento que tuvo en materia verde y materia seca por hectárea, fue el tratamiento que resultó mejor en comparación con los demás.

Tabla 19. Costos de producción por tratamiento

Tratamientos	Costo marginal sin/tratamiento/ha	Costo del tratamiento/ha	Costo total/ha	Rendimiento Kg MV/ha	Rendimiento Kg MS/ha
T1	450,00	60,00	510,00	13 100,00	2 208,70
T2	450,00	120,00	570,00	15 667,00	3 169,30
T3	450,00	180,00	630,00	23 667,00	5 214,30
T4	450,00	60,00	510,00	17 000,00	3 224,00
T5	450,00	120,00	570,00	23 167,00	4 955,70
T6	450,00	180,00	630,00	25 667,00	5 642,00
T7	450,00	60,00	510,00	18 233,00	3 337,70
T8	450,00	120,00	570,00	20 667,00	3 919,00
T9	450,00	180,00	630,00	14 767,00	2 771,00
T10	450,00	104,00	554,00	20 200,00	4 106,00
T11	450,00	0,00	450,00	11 300,00	2 070,00

4.2. DISCUSIÓN

Para la variable altura de la planta que fue tomada a los 30, 45, 60, 75 y 90 días, durante toda la investigación con las diferentes dosis, distintos tipos de biol e interacción dosis*fertilizante, incluyendo el fertilizante químico y el testigo, mostraron diferencias significativas en el caso de altura de la planta por dosis, por fertilizante y altura de la planta en interacción dosis*fertilizante, de acuerdo con los resultados hubo una diferencia notable en el T6 en el que se utilizó biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30 %, el cual presentó promedios de altura de la planta mayores al resto de tratamientos, el promedio final de este tratamiento fue de 64,93 cm, los datos obtenidos en esta investigación fueron similares a los obtenidos en un estudio realizado por Viracucha *et al.*, (2020), en donde se evaluó la calidad y producción de forraje verde de avena asociado a colza y nabo forrajero, y sus resultados muestran que para la variable altura de la planta se obtuvo un promedio de 54,44 cm, lo que corrobora la presente investigación.

Resultados similares se obtuvieron en una investigación realizada por Muñoz (2018), en donde se evaluó la eficacia del biofertilizante orgánico biol en diferentes dosis en el rendimiento de una *Brassica oleracea*, y sus resultados para la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante fueron de 20,9 cm, este dato es bajo en relación con el obtenido para la variable altura de la planta a los 60 días en la presente investigación el cual fue de 28,79 cm, demostrando que se obtuvieron resultados favorables.

Para la variable número de hojas que fue tomada a los 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra durante toda la investigación con las diferentes dosis, distintos tipos de biol e interacción dosis*fertilizante, incluyendo el fertilizante químico y el testigo, no se observan diferencias significativas, sin embargo los resultados demuestran que el valor más alto corresponde al T6 en el que se utilizó biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30 % con un promedio final de 5,66 hojas por planta a los 90 días, datos similares fueron obtenidos en un estudio realizado por Alanoca *et al.*, (2021), en donde se evaluó una *Brassica oleracea var. sabellica* en tres diferentes sustratos y niveles de aplicación de biol, y los resultados mostraron un promedio de 6,00 hojas al final del estudio, estos datos se asemejan a los alcanzados en la presente investigación.

Con respecto a las variables materia verde y materia seca por hectárea, el T6 en el que se aplicó biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30% fue el que

mejor resultados obtuvo, para la variable materia verde presentó un promedio de 25 667,00 kg MV ha⁻¹ y materia seca un promedio de 5 642,00 kg MS ha⁻¹.

En un estudio realizado por Aucal *et al.*, (2015), en donde se evaluó la inclusión del nabo forrajero como suplemento estival en dietas ofrecidas a vacas lecheras, se obtuvo un promedio de 43 742,8 kg MV ha⁻¹, demostrando que los resultados obtenidos en la presente investigación para esta variable son bajos, sin embargo, para la variable materia seca se obtuvo un promedio de 4 681,9 kg MS ha⁻¹ demostrando que este dato es similar a la presente investigación.

El análisis bromatológico se lo realizó tomando una muestra del T6 en el que se utilizó biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30%, siendo este tratamiento el que mostró mejores resultados para la variable altura de la planta a los 90 días, el análisis bromatológico mostró los siguientes resultados: proteína cruda 27,84 %, fibra bruta 22,08 %, grasas 0,35 gr kg⁻¹ y cenizas 16,84 %, estos datos son semejantes a los obtenidos en un estudio realizado por Benavides *et al.*, (2013), en donde se evaluó diferentes niveles de harina del forraje de nabo de campo como suplemento en la alimentación de cuyes y se realizó un análisis bromatológico en donde se estableció que el nabo de campo (*Brassica campestris*), presentó la siguiente composición química: proteína bruta 29 %, fibra cruda 22,20 % y cenizas 17,10 %, estos datos corroboran los obtenidos en la presente investigación.

En una investigación realizada por Antrillao (2009), en donde se utilizó nabo forrajero como suplemento de otoño para engorde de corderos, se realizó la composición química de este cultivo mostrando los siguientes resultados: proteína cruda 25,6 %, fibra bruta 22,00 %, grasa 0,1 gr kg⁻¹, cenizas 16,4 %, energía metabolizable 2,81 Mcal Kg, y materia orgánica 90,1 %, estos datos son similares a los alcanzados en la presente investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ El biol que mejor resultado mostró para las variables altura de la planta con un valor de 59,31 cm, número de hojas con un valor de 5,33 hojas, materia verde con un valor de 21 944,00 kg MV ha⁻¹ y materia seca con un valor de 4 607,20 kg MS ha⁻¹ fue el F2 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino).
- ✓ La dosis que mejor resultado mostró para las variables altura de la planta con un valor de 52,02 cm, número de hojas con un valor de 4,80 hojas y materia seca con un valor de 4 542,40 kg MS ha⁻¹ fue la D3 (dosis alta al 30 %), para la variable materia verde las dosis que mejor resultados mostraron fueron la D3 (dosis alta al 30 %) con un valor de 21 367 kg MV ha⁻¹ y la D2 (dosis media al 20 %) con un valor de 19 833,00 kg MV ha⁻¹.
- ✓ La interacción dosis*fertilizante que mostró mejor resultado para las diferentes variables evaluadas fue D3*F2 (dosis alta al 30 %*biol de estiércol de ganado vacuno y porcino), para la variable altura de la planta se alcanzó un valor de 64,93 cm, en el caso de la variable número de hojas un valor de 5,66 hojas, con respecto a la variable materia verde por hectárea se alcanzó un valor de 25 667,00 kg MV ha⁻¹ y finalmente para la variable materia seca por hectárea se obtuvo un valor de 5 642,00 kg MS ha⁻¹, resultados obtenidos al final de la investigación.
- ✓ De acuerdo con los costos de producción el tratamiento que resultó mejor fue el T6 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino, dosis alta al 30 %) con un costo total de \$ 630,00, debido al alto rendimiento que tuvo en materia verde y materia seca por hectárea en comparación con los demás tratamientos.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se emiten las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda utilizar el T6 (biol de estiércol de ganado vacuno y porcino al 30 %) al tener los mejores resultados para las diferentes variables evaluadas al final de la investigación.
- ✓ Sembrar nabo forrajero en épocas en las que exista escasez de forraje a causa de sequías.
- ✓ Utilizar biol en otros tipos de especies forrajeras.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alava Mora, J. P. (2021). *Análisis del impacto ambiental de los productos químicos utilizados en la agricultura del Ecuador* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2021).
- Antrillao, I. (2009). Utilización de nabo forrajero (*Brassica rapa*) como suplemento de otoño para la engorda de corderos, en la Zona Intermedia de Aysén (tesis de grado Ingeniero Agrónomo). *Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Escuela de Agronomía*.
- Arrieta Palacios, W. J. O. (2016). Diseño de un biodigestor doméstico para el aprovechamiento energético del estiércol de ganado.
- Aucal, S., Balocchi, O., & Keim, J. P. (2015). Inclusión del nabo forrajero (*Brassica rapa*) como suplemento estival en dietas ofrecidas a vacas lecheras en predios de la Provincia de Ranco. *Agro sur*, 43(3), 9-18.
- Baldiviezo Choque, A. I. *Efecto de concentración y frecuencia del biol en el desarrollo del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados en el municipio de Achocalla de la provincia Murillo* (Doctoral dissertation).
- Benavides, J., & Chamorro, E. (2013). Evaluación de diferentes niveles de harina del forraje de Nabo (*Brassica Campestris*) como suplemento en la alimentación de cuyes (*Cavia Porcellus*) durante las fases de levante y engorde.
- Cairo-Cairo, P., & Álvarez-Hernández, U. (2017). Efecto del estiércol en el suelo y en el cultivo de la soya *Glycine max* (L.) Merr. *Pastos y forrajes*, 40(1), 37-42.
- Calderón, F. E. J., Guerra, J. W. C., & Lucio, D. A. O. (2019). Impacto ambiental provocado por el inadecuado uso de fertilizantes químicos en cultivos de maíz. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(1), 61-72.
- Castillo Umaña, M. Á. (2018). Evaluación de parámetros productivos y metabólicos en vacas lecheras suplementadas con nano (*Brassica rapa* ssp. L.) Y raps forrajeros (*Brassica napus* ssp. brennis L.).
- Corona Zúñiga, I. (2007). Biodigestores.

- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez-Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & González-Rivera, V. (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleracea*). *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 1-8.
- Gómez, D., & Vásquez, M. (2011). *Abonos orgánicos*. Pym rural y Pronagro.
- Gualoto Tituaña, K. X. (2018). *Aprovechamiento de residuos orgánicos del ganado bovino de la Planta de Faenamiento del cantón Francisco de Orellana para obtención de biol* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Guato Guato, S. E. (2017). *Influencia de tres abonos orgánicos tipo biol en la población de pulgilla en papa (*Solanum tuberosum*) variedad puca shungo* (Bachelor's thesis).
- Hepp, C. (2012). Modelo local de producción de brassicas forrajeras con fines bioenergéticos y forrajeros.
- Hepp, C., Touber, O., Reyes, C., Villarroel, D., Elizalde, H., Naguil, A., ... & Daza, J. (2021). Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (Región de Aysén).
- Herrán, J. A. F., Torres, R. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., & Portugal, V. O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.
- Huiche Mamani, L. G. Rendimiento de nabo forrajero (*Brassica napus* L.) con aplicación de abonos orgánicos en el Centro Experimental Camacani-UNA Puno.
- Jocelyn, A., Carolina, A., Lautaro, B., Dany, C., Roger, C., Anahi, H., & Mamani, E. T. (2021). Evaluación inicial de la col rizada (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) en tres diferentes sustratos en macetas: Alanoca Jocelyn, Aruhuisa Carolina, Bustillos Lautaro, Capiona Dany, Choquehuanca Roger, Helguero Anahi, Esther Tingo Mamani. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 5(1), 36-41.
- Leiva Espinoza, S. T., Román Peña, A., García Pérez, A., Silva Valqui, G., & Vera Obando, N. Y. Resistencia a *Phytophthora infestans*: Efecto de la variedad y de la fertilización sobre la presencia del "tizón tardío" o "rancho de la papa" (*Solanum tuberosum*).

- Lemus, F. A., & Guerrero, Y. Q. (2018). Evaluación del efecto de la aplicación de fertilizantes químicos y biofertilizantes en el cultivo del cilantro *Coriandrum sativum* L. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 5.
- Matailo-Ramirez, L. M., Luna-Romero, Á. E., Alava, A. R. C., & Jaramillo, F. Y. V. (2019). Sequías: Efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 154-162.
- Martínez Reyes, L., Aguilar Jiménez, C. E., Carcaño Montiel, M. G., Galdámez Galdámez, J., Gutiérrez Martínez, A., Morales Cabrera, J. A., ... & Gómez Padilla, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra*, 5(1), 26-37.
- Mejía Aguilar, A. F. (2016). Efecto del guano de isla y biol sobre el rendimiento del cultivo de nabo (*brassicas napus* L.) en el distrito y provincia de Recuay-Ancash año 2015.
- Menacho Diaz, O. F. (2013). Evaluación físico-química del biol obtenido con aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficaces activados, en Huaraz, Ancash.
- Moreira Zavala, M. A. (2018). *Elaboración de Abono Orgánico de la Panca de Maíz en Mata Palo del Cantón Jipijapa* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).
- Muñiz Veliz, C. A. (2023). *Beneficios del biol en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).
- Muñoz Vera, G. I. (2018). *Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico "Biol mineralizado" en el rendimiento del cultivo de col morada (*Brassica oleracea*) en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2018).
- NAGASHIRO, CW, SHIBATA, F. y KOMAKI, H. (1992). Efectos de las condiciones de inundación y sequía sobre el crecimiento del frijol fásico (*Macroptilium latiroides* L. URB.). *Revista japonesa de ciencia de los pastizales*, 38 (2), 207-218.
- Nuñez, E. F. A. (2016). *Uso Agronómico de Brásicas Forrajeras de utilización estival* (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).
- Peña, J., García, J., & Campos, M. (2019). Planificación de la zonificación de la Finca Experimental San Francisco situada en la provincia del Carchi Ecuador. *Tierra Infinita*, 5(1), 41-61.

- Petruzzi, H. J., Stritzler, N. P., Ferri, C. M., Pagella, J. H., & Rabortnikof, C. M. (2005). Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. *Boletín de divulgación Técnica*, 88, 1-11.
- Pichard, G. (1985). Efecto de la densidad de población y de la fertilización nitrogenada sobre algunas características productivas de la col forrajera (*Brassica oleracea* L.)= Effect of population density and nitrogen fertilization on some production characteristics of fodde.
- Puga Vera, E. A. (2017). *Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L)* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2017).
- Punina Asas, E. I. (2014). *Evaluación agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) CV Fripapa, a la aplicación de tres abonos completos* (Bachelor's thesis).
- Quiroga, M., Agüero, D., Zapata, R., Busilacchi, H., & Bueno, M. (2015). Activadores de crecimiento y biofertilizantes como alternativa al uso de fertilizantes químicos en cultivo de chíá (*Salvia hispanica* L.). *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 35, 31-40.
- Rajan, R., Rajest, S., & Singh, B. (2021). Spatial data mining methods databases and statistics point of views. *Innovations in Information and Communication Technology Series*, 103-109.
- Ricse Molina, M., & Pinche Shareva, E. (2020). Evaluación de la influencia de fertilizantes químicos en la calidad de suelos agrícolas.
- Riquelme, F. V. G. (2019). *Efecto de la suplementación con niveles crecientes de rutabaga forrajera (Brassica napus L. spp. napobrassica) sobre la producción y composición de la leche* (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).
- Romero, O., Hazard, S., & Levío, J. Evaluación del nabo forrajero (*brassica rapa*) y col forrajera (*brassica coenocephala*) como forrajes suplementarios para períodos críticos en la producción de leche. en el sur de Chile.
- Sasal, M. C., & Andriulo, A. (2005). Cambios en la porosidad edáfica bajo siembra directa por la introducción de *Raphanus sativus* L.(nabo forrajero). *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 34(3), 31-150.

- Santana, K. D. (2020). Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador: Palabras Clave: residuos orgánicos; camal; plan; impacto ambiental. *Prospectiva*, 18(1).
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, SNGR. (2010). Informe de Gestión 2009-2010. Resolución ministerial 256. Declaración de estado de excepción por déficit hídrico (sequía) en la provincia de Carchi. Quito: SNGR. Recuperado de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/12/>.
- Serna Montenegro, G. S., & Vélez, Y. F. (2022). Propuesta pedagógica para minimizar la degradación de suelos por fertilizantes químicos en la vereda La Fortuna.
- Taipe Castro, J. A. (2019). Diseño de un biodigestor para mejorar la obtención de biogás y biol.
- Trinidad-Santos, A. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro productividad*, 9(8).
- Urrieta, I. S. A. (2009). Utilización de nabo forrajero (*Brassica rapa*) como suplemento de otoño para la engorda de corderos, en la Zona Intermedia de Aysén.
- Vallejo, V. E., Afanador, L. N., Hernández, M. A., & Parra, D. C. (2018). Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia. *Bioagro*, 30(1), 27-38.
- Vélez Luspa, E. D. (2021). *Evaluación del efecto de los fertilizantes químicos Fosfato di Amónico (DAP) y Yaramila complex en la producción de plántulas de Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.) Urb.(balsa) bajo el sistema Jiffy Pellets* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Villanueva Mamani, E. D. (2016). *Efecto de biol y te de humus de lombris como fertilizante en el desarrollo del cultivo de repollo chino (Brassica pekinensis) en el Centro Experimental de Cota Cota* (Doctoral dissertation).
- Viracucha Mera, J. E., & Pazmiño Morales, J. C. M. (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*).

Yugla Labre, J. L. (2022). *Propuesta para la elaboración de Biol mediante fermentación a partir de Residuos Orgánicos generados por el Faenamiento de Bovinos* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1726100975
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. ROLANDO MARTIN CAMPOS VALLEJO	DOCENTE TUTOR:	MSC. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE	MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del efecto de tres tipos de biol en una brassica forrajera en el Centro Experimental San Francisco, Huaca, Carchi"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.00	
3	METODOLOGÍA	8.00	
4	RESULTADOS	8.00	
5	DISCUSIÓN	8.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.00	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	6.00	

teniendo una nota de: **7.40** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **jueves, 16 de noviembre de 2023**


MSC. ROLANDO MARTIN CAMPOS VALLEJO
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. HERNÁN RIGOBERTO BENAVIDES ROSALES
DOCENTE TUTOR


MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Palomino Pazmiño Joselyn Vanessa

Fecha de recepción del abstract: 4 de diciembre de 2023

Fecha de entrega del informe: 4 de diciembre de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAFIEL ARCOS
PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Delimitación de tratamientos



Figura 7. Parcelas



Figura 8. Siembra

Anexo 4. Aplicación de tratamientos y toma de datos



Figura 9. Biol



Figura 10. Medición

Anexo 5. Cultivo de nabo forrajero a los 60 días



Figura 11. Nabo forrajero

Anexo 6. Análisis bromatológico de una muestra de nabo forrajero en el que se aplicó el tratamiento con mejor resultado para las variables evaluadas



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Sede Ibarra
Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales

Informe de Laboratorio de Bromatología

Remitente: Ing. Alex Javier Paspuel S.
Cod. 040169884001

Receptor: Ing. Maritza Mier
Jefe de Laboratorio de Bromatología

Detalle: Muestra de Nabo Forrajero var. Energy

Fecha: 11 de agosto de 2022

Resultados:

Variable (Base seca)	Resultados	Método Utilizado
Proteína Cruda	27,84%	Mediante el método de Kjeldahl
Energía Bruta	4820 cal	Mediante el uso de bomba calorimétrica
Fibra Bruta	22,08%	Mediante el método gravimétrico para fibras totales
Grasa	0,35 gr/kg	Mediante el método de Soxhlet
Cenizas	16,84%	Mediante la incineración de la muestra bajo tutela BS
TDN	68,54	Mediante cálculo matemático entre variables generadas BS
Energía Neta Lactacional (Calculada)	1,52 Mcal/kg	Cálculo en base a Energía bruta

Documento firmado electrónicamente:



Laboratorista
Jairo Rosero A.

Cliente: JOSELYN VANESSA PALOMINO PAZMIÑO

Dirección: Calle Humberto Fierro, Cayambe

Contacto: Luis Palomino

Cantidad de muestras: 1

Fecha de ingreso: julio 11, 2022

Matriz: sustrato

Tel/Cel.: (+593) 98 673 6790

E-mail: joselyn.palomino@upec.edu.ec

Nº de Informe: 22 375

Fecha Emisión: julio 20, 2022

Fecha de Análisis: julio 12 al 19, 2022

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario Codigo de laboratorio Parámetros	Unidad	NABO	RANGOS ÓPTIMOS	MÉTODO DE VALORACIÓN
		FORRAJERO LSA22 649		
Humedad	(% p/p)	82,80	NA.	NTE INEN 1160
Cenizas	(% p/p)	9,57	NA.	INCINERACIÓN MUFLA (Cálculo)
Materia Orgánica	MO (% p/p)	90,43	NA.	INCINERACIÓN MUFLA (Cálculo)
Carbono	C (% p/p)	52,28	NA.	INCINERACIÓN MUFLA (Cálculo)
Nitrógeno Total	NTK (%p/p)	3,02	1,60-2,00	SM 4500-N org: B
Proteína Total (NTK* 6.25)	%	18,89	NA.	SM 4500-N org: B
Fósforo	P (%p/p)	0,41	0,08-0,25	SM 4500-P: E
Potasio	K (%p/p)	2,85	0,75-2,00	SM 3111-B
Azufre	S (%p/p)	0,07	0,20-0,60	SM 3111-B
Calcio	Ca (%p/p)	1,84	1,00	SM 3111-B
Magnesio	Mg (%p/p)	0,42	0,25-0,80	SM 3111-B
Sodio	Na (%p/p)	0,03	...	SM 3111-B
Hierro	Fe (ppm/100g)	142,45	50,00-200,00	SM 3111-B
Cobre	Cu (ppm/100g)	5,59	5,00-15,00	SM 3111-B
Manganeso	Mn (ppm/100g)	49,66	30,00-50,00	SM 3111-B
Zinc	Zn (ppm/100g)	4,05	30,00-150,00	SM 3111-B
Boro	B (ppm/100g)	20,64	50,00-100,00	SM 3111-B

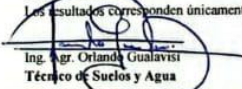
DATOS ADICIONALES:

%: porcentaje; ppm: partes por millón; NTK: Nitrógeno Total Kjeldahl; N.A.: No Aplica.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22h Edition, 2012 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. "APHA" ; NTE INEN: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización;

Observaciones

Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE;



Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962 946 / 3962 800 Ext: 2504 - 2530
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

Anexo 7. Costo marginal sin/tratamiento/ha de los costos de producción (Ver tabla 19)

Costo marginal sin/tratamiento/ha			
Detalle	Unidad	Cantidad	V.Total
Tractor	Día	1	\$ 120,00
Semilla	Kg	5	\$ 135,00
Fertilización de fondo	qq	4	\$ 180,00
Mano de obra	Jornal	1	\$ 15,00
Total			\$ 450,00