

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO
DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.), EN EL VALLE DE CAJAMARCA-2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

VÍCTOR RAÚL PORTOCARRERO CARRASCO

ASESOR:

Dr. ISIDRO RIMARACHIN CABRERA


CAJAMARCA – PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador: Víctor Raúl Portocarrero Carrasco**
DNI: 16525844
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor: Dr. Isidro Rimarachin Cabrera**
3. **Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias**
4. **Grado académico o título profesional:**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación: "EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.), EN EL VALLE DE CAJAMARCA-2021"**
7. **Fecha de evaluación: 30/01/2026**
8. **Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)**
9. **Porcentaje de Informe de Similitud: 22%**
10. **Código Documento: oid: 3117:550949275**
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud: 22%**
☒ **APROBADO** ☐ **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 30/01/2026

<small>Firma y/o Sello Emisor Constancia</small>
 <hr style="width: 30%; margin: auto;"/> Dr. Isidro Rimarachin Cabrera 26676820

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 071-2026-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.), EN EL VALLE DE CAJAMARCA - 2021"**, realizada por el Bachiller **VÍCTOR RAÚL PORTOCARRERO CARRASCO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y tres minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y dos minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Nelson Portocarrero Olano y Amelia Carrasco Diaz, a mi querida esposa, Yovanni Samamé Pérez, a mi amado hijo Víctor Manuel Portocarrero Samamé, y esposa Valeria Soledad Vidarte Dávila, A mis nietos Vianca Emilia y Vasco Emanuel Portocarrero Vidarte. Y familia en general por sus apoyos incondicionales e inquebrantable a lo largo de este camino. Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de apoyo emocional y por enseñarme el valor del esfuerzo. Estos logros son tanto suyos como mío.

A todas esas maravillosas personas que han acompañado en este largo recorrido, a ustedes amigos, profesores y familiares que me ayudaron a alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por acompañarme en cada paso de este camino. Expreso también mi profundo reconocimiento al Dr. Atilano Díaz. A mis asesores y grandes maestros: Ing. Urías Mostacero Placencia, Dr. Berardo Escalante Zumaeta, Ing. Víctor Torrel Pajares, Dr. Wilfredo Poma Rojas, Dr. Juan Chávez Rabanal y Dr. Isidro Rimarachín Cabrera, quienes contribuyeron de manera decisiva a mi formación académica y personal.

Extiendo mi gratitud a mis compañeros de aula, al personal técnico y a todos los trabajadores de esta alma mater, cuyo apoyo y guía constante fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto. Sus consejos, compromiso y experiencia resultaron fundamentales para la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Bases teóricas.....	8
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación	21
3.2. Materiales	23
3.2.1. Material biológico.....	23
3.2.2. Material de campo.....	23
3.2.3. Material y equipo de laboratorio	23
3.3. Metodología	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. Conclusiones	43
5.2. Recomendaciones	44
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5. Temperatura máxima y mínima, y precipitación del distrito de Cajamarca periodo 2022.	23
Tabla 6. Tratamiento en estudio representado por los diferentes bioles	25
Tabla 7. Análisis químico del biol de vacuno, cuy y de ovino	25
Tabla 8. Análisis de varianza para el rendimiento de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	31
Tabla 9. Prueba de Duncan para el rendimiento de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	32
Tabla 10. Análisis de varianza para la altura de planta de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	34
Tabla 11. Prueba de Duncan para la altura de planta de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	34
Tabla 12. Análisis de varianza para la materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	37
Tabla 13. Prueba de Duncan para la materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	37
Tabla 14. Análisis de varianza para el número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	39
Tabla 15. Prueba de Duncan para el número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	40
Tabla 16. Análisis de varianza para el número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	41
Tabla 17. Prueba de Duncan para el número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del CEFOP-Cajamarca (Fuente: Google maps).	22
Figura 2. Temperatura máxima y mínima, y precipitación del distrito de Cajamarca periodo 2022.	23
Figura 3. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos	27
Figura 4. Distribución de los tratamientos (Bioles) en el cultivo de alfalfa en un diseño de bloques completos al azar.	27
Figura 5. Rendimiento de alfalfa obtenido por efecto del biol de Cuy, Vacuno, Ovino y Testigo.	32
Figura 6. Altura de planta de alfalfa obtenido por efecto del biol de Cuy, Vacuno, Ovino y Testigo.	35
Figura 7. Materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.	37
Figura 8. Número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles	40
Figura 9. Número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados generales de las variables evaluadas	51
Anexo 2. Resultados de los análisis de los bioles	53
Anexo 3. Panel fotográfico del desarrollo de la investigación.....	56

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo Determinar el efecto de tres tipos de abono foliar biol, en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en el Valle De Cajamarca-2021, y se desarrolló en las instalaciones del CEFOP a 2660 m de altitud con coordenadas UTM 9207098N y 777358E. Los bioles fueron elaborados a base de estiercol de Cuy, Vacuno y de Ovino, y se comparó su efecto frente a un testigo en un experimento bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar. Las variables evaluadas fueron el rendimiento, materia seca, altura de planta y el número de tallos y hojas, y se evaluaron en cada corte que se realizó al cultivo. Según los resultados, los mejores rendimientos se obtuvieron con el biol de cuy (2.89 kg m²) y de vacuno (2.74 kg m²); en la materia seca se obtuvieron rendimientos semejantes con el bioles de cuy (24.90 %) y de ovino (22.25 %), los cuales superaron al vacuno (21.45 %); la altura de planta obtenida con el biol de cuy (74.25 cm) no se diferenció del vacuno (69.15 cm), pero estos dos si se diferenciaron del biol de ovino (62.2 cm); para el número de tallos y hojas por tallos, los mejores resultados se obtuvieron con el biol de cuy (82 tallos y 40 hojas por tallo), seguido por los resultados obtenidos con el biol de vacuno (78 tallos y 37 hojas por tallo). En las variables evaluadas, el efecto de los bioles fueron estadísticamente superiores al del testigo.

Palabras Claves: Biol, rendimiento, materia seca, alfalfa.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of three types of foliar fertilizer biol on the yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in the Cajamarca Valley-2021, and was carried out in the facilities of CEFOP at 2660 m altitude with UTM coordinates 9207098N and 777358E. The biols were made from guinea pig, cattle and sheep manure, and their effect was compared with a control in an experiment under a Randomised Complete Block Design. The variables evaluated were yield, dry matter, plant height and number of stems and leaves, and were evaluated at each cutting of the crop. According to the results, the best yields were obtained with the guinea pig (2.89 kg m²) and cattle (2.74 kg m²) biol; in dry matter, similar yields were obtained with the guinea pig (24.90 %) and sheep (22.25 %) biols, which surpassed the cattle (21.45 %); the plant height obtained with the guinea pig biol (74.25 cm) did not differ from cattle (69.15 cm), but these two did differ from sheep (62.2 cm); for the number of stems and leaves per stem, the best results were obtained with the guinea pig biol (82 stems and 40 leaves per stem), followed by the results obtained with the cattle biol (78 stems and 37 leaves per stem). In the variables evaluated, the effect of the biols was statistically superior to that of the control.

Key words: Biols, yield, dry matter, alfalfa.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L) es una de las leguminosas más cultivadas y es importante para la alimentación animal y la producción de cuyes y conejos, tanto por la cantidad de forraje obtenido de la zona de cultivo como por su valor nutricional (niveles de proteínas y minerales), además tienen una excelente palatabilidad y alta digestibilidad en un gran número de especies animales (Escobar et al., 2023).

El cultivo de la alfalfa es uno de los más importantes del Perú, tanto por su cobertura territorial, como por su amplio aprovechamiento y significado sociocultural. En las tierras altas del norte, se cultiva en latitudes de hasta 3000 metros y más, y es una de las principales especies de alimento para vacas lecheras y cuyes, lo que mejora la economía y la calidad de vida de los agricultores (Mamani, 2025). Según Arana (2021), los suelos de estos lugares (montañas) donde se cultiva la alfalfa son deficientes en fósforo, por lo que los cultivos de alfalfa deben ser fosfatados para obtener buenos rendimientos.

En todo el mundo, muchos agricultores han estado usando fertilizantes químicos y sintéticos, y el uso intensivo de estos productos químicos ha sido y seguirá siendo un factor de destrucción de la fertilidad del suelo, ya que con el uso de estos productos pierden materia orgánica y se vuelven más densos, absorbe menos agua y presenta menos capacidad para retener nutrientes. Además, hay menos crecimiento de raíces, los nutrientes del suelo se pierden más fácilmente y hay menos agua disponible para las plantas. Ante estos problemas, algunos agricultores actualmente utilizan productos orgánicos para sus cultivos (Aifa, 2024).

El enfoque de los agricultores en mejorar la calidad y cantidad de los cultivos y mejorar y aumentar los ingresos económicos de los hogares ha impulsado la búsqueda de

nuevas alternativas al compostaje y la fertilización, lo que ha llevado a muchos a dedicarse a la agricultura orgánica, donde se utilizan bioles para la fertilización de cultivos, lo que permite el uso de estiércol animal. El fertilizante líquido, que pasa por un proceso de fermentación anaeróbica, produce un fertilizante foliar que contiene los principios de las fitohormonas (auxinas y gibelinas) (Mamani, 2025).

El uso de biol es una alternativa tecnológica de carácter orgánico, destinada a aumentar la productividad y la calidad de los cultivos, especialmente en sectores donde el estrés fisiológico genera limitaciones. Además, el uso de fitoestimulantes y otros insumos biológicos ayuda a obtener productos libres de químicos (Ccente y Cornejo, 2019). De acuerdo con el Instituto Ecuatoriano de Innovación Agropecuaria, la aplicación foliar de biol a cultivos forrajeros (alfalfa, papa, hortalizas) promueve el crecimiento, mejora la calidad del producto e incluso brinda cierta repelencia a las plagas en comparación con los fertilizantes inorgánicos (Aifa, 2024).

El biol es un muy buen mejorador del suelo, debido a su excesivo contenido de material de conteo natural, aumentando así su capacidad de agua dentro del suelo, funcionando como una esponja para tomar este detalle, en consecuencia, mantener fuera de la erosión. Entre las numerosas bendiciones diferentes que tendrá el biol, es que sirve para prevenir algunas enfermedades, plagas y condiciones climáticas junto con la sequía, las heladas y otros. Además, su fabricación no requiere grandes estudios ni una gran inversión monetaria. Por otro lado, la manufactura agrícola se ve muy beneficiada debido a que puede crecer hasta un 30% gracias a su uso (La torre, 2021).

Sabiendo que el biol es un abono fertilizante orgánico con grandes bondades en la agricultura, permitiendo un mejor intercambio catiónico en el suelo, con ello se amplía la disponibilidad de nutrientes del suelo. Además de ser una fuente orgánica de fito reguladores que en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y

estimular el desarrollo de las plantas (Ccente y Cornejo, 2019). Por lo mencionado anteriormente, se pretendió realizar la presente investigación bajo la interrogante de ¿Cuál es el efecto de tres tipos de abono foliar biol, en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en el Valle De Cajamarca-2021?

En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia técnica, productiva y socioeconómica, debido a que permitirá generar evidencia local sobre el efecto del uso de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa, bajo las condiciones edafoclimáticas del Valle de Cajamarca. Los resultados obtenidos contribuirán a orientar a productores y técnicos agropecuarios en la toma de decisiones relacionadas con la fertilización orgánica, promoviendo alternativas sostenibles que favorezcan la conservación de la fertilidad del suelo y la reducción del uso de insumos químicos. Asimismo, la información generada podrá servir como referencia para futuras investigaciones y programas de manejo nutricional en cultivos forrajeros, aportando al fortalecimiento de sistemas productivos más eficientes y ambientalmente responsables en la región.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar el efecto de tres tipos de abono foliar biol, en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en el Valle De Cajamarca-2022.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del abono foliar biol de vacuno, de cuy y de gallinaza en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.).
- Determinar el efecto del abono foliar biol de vacuno, de cuy y de gallinaza en la materia seca de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Gonzales y Pérez (2024) investigan el efecto del uso combinado de fertilizantes orgánicos como gallinaza y bioles de bovino en cultivos de alfalfa, aplicando dosis de 5 cc y 10 cc con frecuencia de aplicación cada 10 y 15 días, en un diseño experimental factorial con 3 repeticiones. Los resultados indicaron que el tratamiento con biol de bovino a 5 cc/l aplicado cada 15 días post-corte generó la mayor altura promedio de planta (97.5 cm), incrementó el número de brotes y hojas por rama, así como el rendimiento total del cultivo, confirmando la efectividad del manejo orgánico para mejorar la productividad de la alfalfa.

Martínez et al. (2020) evalúan en su estudio la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos tipo biol en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en Ecuador, con el propósito de determinar el efecto de tres tipos de bioles (B1 con estiércol bovino, B2 con estiércol de cuy, B3 con estiércol de cerdo) y frecuencias de aplicación (A1 cada 7 días, A2 cada 14 días, A3 cada 21 días) sobre el crecimiento y productividad. Los resultados identifican que el biol B2 (estiércol de cuy) aplicado cada 14 días (A2) produjo los mejores efectos, incrementando el número de brotes por planta (6.2 en promedio), inflorescencias (12.5), frutos por corimbo (15.2) y rendimiento en peso de frutos (47.8 kg), promoviendo así una mayor productividad y desarrollo vegetal en comparación con tratamientos químicos convencionales.

Lemache (2020) en su tesis Utilización de diferentes téis de estiércol dentro de la producción de *Medicago sativa* (alfalfa), variedad flor carmesí, logró el uso de diferentes téis de estiércol: té de estiércol de bovino (T1), té de estiércol de oveja (T2), té de estiércol de gallina (T3) y el control (T0), aplicándolos a los 15 días post corte dentro del cultivo

de alfalfa preinstalado, los estudios tuvieron una duración de 184 días, las dimensiones de los dispositivos experimentales han sido de cuatro x cinco m, con 5 réplicas en paso de tratamiento, dando un total de 20 parcelas experimentales, con una región de internet total del ensayo de 400 m². Según el autor, los rendimientos de alta calidad se obtuvieron al aplicar el remedio de té de gallinaza dentro de las tres réplicas del ensayo, con una mediana de producción de 3 cortes de forraje verde, recuento seco, copa de la planta, tallos/planta, hojas/tallo, seguro aéreo, cobertura basal y valor de ganancias de 12,05 tha⁻¹ según el corte de forraje verde, 2,17 tha⁻¹ según el corte de recuento seco, 79,91 cm de altura de la planta, cincuenta y tres,04 de tallos según planta, cuarenta y una,40 hojas por tallo, noventa y cuatro,26 % de seguro aéreo, 61,74 % de cobertura basal y 141 % de rentabilidad. Por lo tanto, se recomienda utilizar el té de estiércol de aves 15 días después del corte.

Ccente y Cornejo (2020) de su tesis *Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y la producción de cebada hidropónica*, cuyo objetivo se transformó en evaluar el efecto de diferentes concentraciones de biol e instancias de cosecha sobre la composición química (proteína bruta "CP" dependencia seca "DM", recuento natural "OM") y la fabricación (producción de recuento fresco "PMF", fabricación de recuento fresco "PMS"), producción de dependencia natural "PMO", fabricación de proteína bruta "PPC" y cubierta vegetal "AL") de la cebada hidropónica. Se utilizó un modelo estadístico, con cuatro réplicas por tratamiento, siendo los elementos el tiempo de cosecha (15, 20 y 25 días) y las concentraciones de biol (0, 25, 50, 50, setenta y cinco y cien %). Según los resultados obtenidos, dentro de la composición química, los mejores valores de PC fueron 15,89 % a los 15 días de la cosecha y 15,74 % al cien por cien de conciencia de biol. En cuanto a la MS, los valores más elevados (12,53 %) se obtuvieron a los 25 días de la cosecha y el

once,86 % al 50 % de concentración de biol, mientras que para la OM, los mejores valores se han obtenido a los 15 días de la cosecha (95,32 %) y el noventa y cinco,02 % al cero % de conciencia de biol. Igualmente, dentro de la fabricación de FVH el mejor precio para PMF se convirtió en 21.

Díaz (2020) elaboró un abono orgánico (biol) para ser utilizado en la producción de alfalfa (*Medicago Sativa*) en Cajamarca. Las sustancias que utilizó fueron estiércol de ganado, suero de leche, agua, chancaca, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, clorato de calcio, bórax y como elementos complementarios: sangre de ganado, harina de huesos, vísceras de pollo y pescado, una vez preparado el biol se dejó madurar por un lapso de cuarenta y cinco días. Los tratamientos formulados por el autor fueron: T0 (control), T1 (cinco cc de Biol diluidos en cinco litros de agua) y T2 (7,5 cc de Biol diluidos en cinco L de agua), que se aplicaron en tres parcelas de alfalfa de 2 x 4 m² cada una. Las consecuencias adquiridas en el pico de la planta fueron de sesenta y dos, 73 y 85 cm para cada remedio, respectivamente, la fabricación de alfalfa espumosa (kg) fue de 1,45 (T0), 1, 98 (T2); 2, 63 (T3), y la materia seca (DM%) 20,35 (T0), 21,04 (T1), 23 (T2). El autor concluyó que el software de biol natural permite optimizar el recurso útil forrajero (alfalfa) y al mismo tiempo es una oportunidad para mitigar el impacto ambiental como resultado de la ganadería.

Maravi y Vásquez (2020) en su trabajo de investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de abono orgánico (biol y compost) en etapa de establecimiento de morera (*Morus alba* L.). Los autores evaluaron cinco variables agronómicas: (NP) número de plantas en un m², (HP) altura de planta (cm), (NM) número de macollos, (PR) profundidad de raíz (cm) y (MS) materia seca kg ha⁻¹, según sus resultados no se encontraron diferencias estadísticas para HP, NM y MS entre tratamientos, en cambio para NP hubo diferencia. El tratamiento T5 (fertilización a razón de 10 tha⁻¹ de compost) favoreció

significativamente al NP (12/M²), NM (72 por planta) y HP (104 cm). Respecto a la profundidad de raíz, el tratamiento T4 (compost a razón de 5 tha⁻¹) fue el que generó mayor profundidad de raíz (60 cm), la mayor producción de MS 15 % (197,22 kgha⁻¹) lo obtuvieron con T9 (10 tha⁻¹ biol: 5 tha⁻¹ compost).

Durand (2020) en su tesis *Producción de biol utilizando mezcla de heces vacunos y cuy, para mejorar la producción de alfalfa (Medicago sativa) Pariacoto, 2018*, cuyo objetivo fue la evaluación de los bioles a partir de 3 diferentes proporciones de mezcla de heces de vacunos y cuyes para la mejora de producción de alfalfa. La aplicación de los bioles lo realizaron en parcelas de 4 m² y tiempo de aplicación de 7 días, 14 días, 21 días. Según los resultados del autor, el mejor biol fue el 1 (50 % de heces vacuno y 50 % de heces de cuy) aplicando cada 7 días, cuyo rendimiento de alfalfa fue 4.1 kg, 0.9 kg más con relación al testigo que obtuvo 3.2 kg. El mayor número de brotes reportados fueron de 122 con la aplicación del biol 2 con 7 días de aplicación, mientras el testigo 76 brotes, en el tamaño del tallo sobre salió el biol 1 con 7 días de aplicación (96 cm), mientras el testigo obtuvo 64 cm, en el tiempo de floración, a los 60 días el biol 1 con 7 días de aplicación obtuvo mayores flores que el resto, obteniendo 102 flores, mientras el testigo solo consiguió 62 flores.

Azaña (2021) en su tesis *Efecto de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en Tinguá, distrito de Mancos, Yungay - Ancash 2020*, cuyo objetivo fue determinar el rendimiento de la alfalfa cosechada en la etapa de prefloración, con la aplicación de diferentes tipos de biol elaborado a base de estiércol de cuy, vacuno y ovino. El diseño que el autor empleo fue el de bloques completos al azar, las dosis que empleo el autor fueron 0.75 L de biol de vacuno, 0.75 L de biol de ovino, 0.75 L de biol de cuy y un testigo, los cuales fueron aplicados en tres momentos en un área de un área total de 896 m². El mejor resultado que reporta el autor

fue con el biol de estiércol de cuy (1.5 L/mes) con un rendimiento de 4.33 kgm²; 178.89 kg por parcela y 32 tha⁻¹. Se evaluó la humedad del forraje de alfalfa en el T3 biol de cuy obteniéndose 79.53 % de humedad; 20.47 % de materia seca y 11.42 % de ceniza.

La Torre (2021) en su tesis *Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de Cavia porcellus en el rendimiento de alfalfa*, para ello el autor elaboró biol a base de excretas de cuy, agua y bazofia de vaca que actuó como inhibidor debido a su alto contenido en bacterias, pasado 70 días de fermentación dosificó a concentraciones de 25, 50 y 75 %, estas tres dosis fueron: Dosis A =5cc, Dosis B= 10 cc y Dosis C=15 cc cada una diluidas en 0.2 L de agua, las dosis de biol de cuy se aplicaron tres veces a lo largo del período vegetativo de la alfalfa, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, se cosechando a los 65 días. La Dosis C presentó mejores resultados que la Dosis A y la Dosis B, produjo un rendimiento promedio de 0.462 kg/0.8658m² equivalente a 5.33 tha⁻¹, altura por planta de 44.67cm, número de hojas por rama de 13.24 y de brotes fue de 27.33. El autor concluyo que concluyendo que la aplicación de biol como estimulante foliar para plantas permite la optimización de alfalfa, disminuye la contaminación del suelo debido a la descomposición de materia orgánica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fertilización de cultivos

La fertilización de los cultivos es el máximo ejercicio esencial en la agricultura, ya que presenta las vitaminas esenciales para la vegetación, lo que resulta en rendimientos adecuados y satisfactorios. Por otro lado, el uso inadecuado de los fertilizantes químicos ha provocado una disminución del contenido de materia orgánica y el deterioro del suelo, además de suponer un alto coste para los productores, por lo que es necesario aventurarse a utilizar estrategias y conocimientos técnicos para reducir los precios de producción. Una de las formas de aumentar el contenido de nutrientes en el suelo y aumentar el rendimiento

de los cultivos es mediante el uso de materiales orgánicos junto con estiércol animal, compost y fertilizantes minerales (Azaña, 2021).

El uso de abonos naturales, además de mejorar las propiedades corporales del suelo, funciona como una tienda de nutrientes para la planta, ya que actúa como un importante contribuyente de cationes para mejorar el potencial de intercambio de cationes (CEC) y como un agente de amortiguación hacia la fluctuación del pH no deseado (Adesina et al. 2024). Además, se ha demostrado que los fertilizantes orgánicos a base de estiércol pueden prevenir, manipular e influir en la gravedad del ataque de patógenos del suelo. El contenido dietético de los estiércoles es increíblemente variable y depende de la especie animal, la edad del animal y el tipo de alimentación. Los estiércoles de cerdo y de cerdo son más ricos desde el punto de vista nutricional, mientras que los estiércoles de ganado vacuno y equino son más pobres (La Torre, 2021).

2.2.1.1. El biol o fertilizante natural.

El biol es un suministro ya digerido de residuos animales al que, mediante la adición de orina (animal y/o humana), se aporta más nitrógeno, acelerando el procedimiento de compostaje, mejorando la relación carbono/nitrógeno (C/N) del compost. Con la cantidad adecuada de sustancias, la composición puede abarcar un 93% de agua y un 7% de residuo seco, del cual un 4,5% es residuo natural y un 2,5% es inorgánico. Biol consiste en nitrógeno, fósforo y potasio, además de zinc, hierro, manganeso y cobre, el último de los cuales ha terminado siendo un elemento restrictivo para muchos suelos. Los efectos de la aplicación de biol evalúan con los resultados del software de fertilizantes químicos y como tal, biol puede ser una alternativa extrema a los fertilizantes químicos (Azaña, 2021).

La composición del biol depende de varios factores junto con: el tipo de estiércol (animal o humano), el agua, la raza y la edad de los animales, las frecuencias de alimentación. Se puede utilizar para ampliar los suelos fértiles para la vegetación, ya que incorpora a la vez los nutrientes disponibles para las plantas, además de vitaminas y micronutrientes. Se puede abonar sin demora a los cultivos o mediante su adición al compost de diferentes materiales naturales (La Torre, 2021).

Como un fertilizante foliar natural es lejos un suministro orgánico de fito-reguladores, que en pequeñas porciones son capaces de promover los deportes fisiológicos y estimular el desarrollo de la planta, ayudando a tener un mejor desarrollo, produciendo una mejor productividad de los cultivos. Además, aporta una buena actividad biológica, mejora de los fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que pueden ser un gran complemento para suelos improductivos o desgastados (Azaña, 2021).

Tabla 1

Aumento en el rendimiento de los cultivos en comparación con la parcela de control.

Cultivo	Aumento del rendimiento (%)
Arroz	46
Tomate	108 al 33
Ajies	0
Berenjena	33 al 77
Maiz	92
Repollo	20
Papa	34

2.2.1.2. Elaboración de biol

Estiércol: El mejor estiércol procede de animales criados con una alimentación controlada y optimizada según los deseos del animal; por el contrario, los animales mal alimentados, sobre todo a base de paja, producen un estiércol negativo de escaso valor. De todos los estiércoles, el del ganado es el único que actúa de forma más uniforme y durante más tiempo. La duración de su energía depende especialmente de la forma de alimentación del ganado que lo genera (Moreno, 2015).

Suero de leche: La leche tiene la característica de revivir el biopreparado dentro de la misma forma que lo hace la melaza, presenta vitaminas, proteínas, grasas y aminoácidos para la formación de diferentes compuestos orgánicos que se generan en algún momento de la duración de la fermentación del biofertilizante, y al mismo tiempo permite la duplicación de la microbiología de la fermentación (Restrepo, 2019).

Maleza: La melaza es la principal fuente de energía para los microorganismos implicados en la fermentación del compost, lo que favorece la actividad microbiológica. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio e incorpora micronutrientes, especialmente boro (Mosquera, consultado por Díaz 2020).

Minerales: Las sales son suplementos alimenticios minerales para completar la calidad nutricional del biofermento, necesarios para corregir las deficiencias de determinados suelos. Por ejemplo, enmiendas de roca caliza y magnésica, roca fosfórica, rocas ricas en potasio y rocas silíceas. La adición de algunas sales minerales (zinc, magnesio, cobre, hierro, cobalto, molibdeno, etc.) para complementar los biofertilizantes no es obligatoria y se ejecuta en función de los deseos y directrices de cada cultivo en cada nivel de su mejora; las sales minerales o los sulfatos pueden ser sustituidos por medio de cenizas de madera o harina de roca molida, con muy buenos efectos (Restrepo, 2019).

Agua: El agua tiene la propiedad de homogeneizar la humedad de todas las sustancias que componen el compost, de igual forma desarrolla condiciones favorables para el desarrollo de la acción microbiológica y se duplica durante el proceso de fermentación. La falta de agua es adversa para adquirir un muy buen compost fermentado (Mosquera, consultado por medio de Díaz, 2020).

2.2.1.3. Aplicación de biol

Al suelo: Según Díaz (2020), el biol puede aplicarse a la vez al suelo, a las hojas del cultivo o con el agua de riego. Los paquetes de biol al suelo se recomiendan para lograr resultados más duraderos mediante la estimulación de la recuperación de la fertilidad del suelo. Puede llevarse a cabo dentro del agua de riego, o alrededor del tallo de la flora, en una dilución del 10 al 30%, a pesar de que el nitrógeno se pierde a través de la digestión anaeróbica, la amenaza de la pérdida de este elemento durante la duración y después de la aplicación es alta, ya que el amonio puede volatilizar sin esfuerzo.

Al follaje: Biol ahora no debe ser utilizado puro mientras se lleva a cabo al follaje de la planta, pero en diluciones. Las diluciones aprobadas pueden ser del 25 % al setenta y cinco %, por la presencia de hormonas vegetales que modifican y coordinan capacidades importantes que pueden ser reproducidas en las células meristemáticas y pueden ser transportadas desde la zona en la que se sintetizan célula a célula o a través de los vasos, no suelen actuar de forma aislada, lo que motiva la elongación y el departamento celular, contribuyendo así al crecimiento) (Azaña, 2019).

Tabla 2

Diluciones de biol para aplicaciones al follaje (en una bomba de 20 litros)

Solución (%)	Biol/L	Agua/L	Total/L
25	5	15	2
50	10	10	20
75	15	5	20

Fuente: Suquilanda (1996), citado por Azaña (2019)

Las soluciones biológicas al follaje deben ser aplicadas de tres a cinco veces a lo largo de los rangos importantes del cultivo, mojando bien las hojas con cuatrocientos a 800 litros según la hectárea dependiendo de la edad del cultivo y el uso de boquillas de abanico de excesivo esfuerzo. En la pulverización del biol hay que tener en cuenta el uso de un adherente para evitar que se evapore o sea arrastrado por la lluvia. Desde el factor de la agricultura ecológica, se pueden utilizar adherentes de leche o suero de leche (un litro por cada doscientos litros de solución) (Azaña, 2019).

Según Díaz (2020), la aplicación de biol a las hojas, se completa utilizando la dilución del biol, en una proporción del 1 al 10%, y se puede repetir varias veces (tres o cuatro) en alguna etapa del ciclo del cultivo. Para el remojo de las semillas de alfalfa y otras leguminosas, se utiliza el biofertilizante al 25 % durante 12 hs y, en cereales y algodón se remojan en una respuesta al 20 % durante toda la noche antes de la siembra.

Ventajas

- El biol no es toxico y no contamina el medio ambiente por ser un abono que se obtiene de productos sanos y saludables.
- Tiene bajo costo de producción y no requiere inversión, se puede preparar en la chacra.
- Se logran incrementos de hasta el 30 % en la producción de los cultivos sin emplear fertilizantes químicos.

- Es fácil de elaborar, pues no requiere una receta determinada.
- Mejora el vigor de los cultivos, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas (Arana, 2018).

Desventajas

- Tiene un periodo de elaboración de 3 a 4 meses, así que se tiene que planificar su producción en el año para encontrar follaje verde de los insumos y poderlo a usar durante la campaña agrícola (Arana, 2018).

Características del estiércol de vacuno, ovino y cuy

Según Diaz (2017), el estiércol del ganado, de los cuyes y de los ovinos se forma generalmente por medio del agregado de excrementos y se caracteriza, dado que para su producción pasa por un proceso de fermentación más o menos vital dentro del establo o cobertizo, así como dentro de la fosa de estiércol. La composición del estiércol natural varía según su edad y el tiempo de exposición al aire. Cuando se descubre y se deja secar al exterior, gran parte del nitrógeno contenido en el estiércol puede perderse en el aire (volatilización). El potasio también puede perderse del abono por la acción de percolación de la lluvia, debido a muchos factores que afectan a la composición química de los abonos orgánicos.

2.3. La alfalfa

parientes de las leguminosas con adicción erecta y semierecta, de hasta un metro de altura (Maddaloni y Ferrari, 2014). Esta especie es ciertamente la "reina de la flora forrajera" por su excesivo potencial de fabricación y persistencia (avanzada al trébol blanco, trébol rosado, loto), y también da un gran forraje excepcional, sin embargo, para

que estas cualidades se manifiesten, tiene que ser manejada eficientemente, si se considera que es una planta totalmente perturbadora en este aspecto.

La alfalfa es uno de los máximos recursos forrajeros cruciales dentro del país, tanto por su amplia edición a climas y suelos distintivos, como por su excesiva calidad forrajera. Además, este pasto ofrece al productor de animales de granja un forraje de alta calidad durante la mayor parte del año y la posibilidad de transferir los excedentes para periodos cruciales. Otro factor crucial a la hora de elegir este cultivo es que, al pertenecer al círculo de parientes de las leguminosas y captar simbióticamente el nitrógeno atmosférico, reduce los costes de fertilización y mejora la fertilidad química del suelo (Moreno y Talbot, 2014).

2.3.1. Origen y distribución

Los inicios de esta especie forrajera se centran en las inmediaciones del Golfo Pérsico, más concretamente en el Irán del día de hoy, desde donde comenzó su dispersión para emerger como una especie sofisticada. Su domesticación se produjo con toda probabilidad en un par de lugares y las fechas son inciertas, pero, la alfalfa se cita en los textos babilónicos del 700 a.C. lo que sugiere que se cultivó en esas instancias (Odorizzi, 2015).

Desde el centro del punto de partida, la alfalfa se extendió en gran medida a Europa, el norte de África, Oriente Medio y el centro y norte de Asia. El germoplasma de la alfalfa se introdujo en América del Norte y del Sur a partir del siglo XVI y en Australia en el siglo XIX. En América, el cultivo de la alfalfa comenzó con la ayuda de los conquistadores españoles y portugueses en el siglo XVI, cuando descubrieron las condiciones ideales en México y Perú, la planta de alfalfa prosperó y se extendió a Chile, Argentina, Uruguay y Perú (Timana, 2020).

2.3.2. Etapas de desarrollo de la alfalfa

Con respecto al grado o desarrollo fenológico, existe una gran cantidad de clasificaciones para describir la fenología y la evolución del desarrollo morfológico de las flores de alfalfa. En este contexto, y utilizando específicamente el pico del dosel y la sucesión de estados vegetativos y reproductivos, se establecieron 4 categorías simples: estado vegetativo, botón floral, floración y fructificación (Rodríguez y Spada, 2007). En la búsqueda de una técnica que permitiera perfilar cuantitativamente el estado de desarrollo de la alfalfa. Por otro lado, Kalu y Fick (1981) idearon un dispositivo numérico que, basado en la mejora morfológica de los tallos de la persona, establece diez rangos de madurez (Tabla 3).

Tabla 3

Estado de madurez de la alfalfa con base en el desarrollo morfológico de tallos individuales.

Escala numérica	Denominación	Definición morfológica
0	Vegetativo temprano	Ausencia de botones florales, flores, vainas y yemas axilares
1	Vegetativo medio	Ausencia de botones florales, flores y vainas. Presencia de primeras hojas originadas de yemas axilares
2	Vegetativo tardío	Ausencia de botones florales, flores y vainas. Presencia de ramificaciones axilares
3	Botón temprano	1 a 2 nudos con botones. Ausencia de flores y vainas
4	Botón tardío	> 3 nudos con botones. Ausencia de flores y vainas
5	Floración temprana	1 nudo con una flor abierta. Ausencia de vainas

6	Floración tardía	> 2 nudos con una flor abierta. Ausencia de vainas
7	Fructificación temprana	1 a 3 nudos con vainas verdes
8	Fructificación tardía	> 4 nudos con vainas verdes
9	Semillas maduras	Nudos con vainas marrones

Fuente Kalu y Fick (1981), citado por (Odorizzi 2015).

2.3.3. Características nutricionales de la alfalfa

Según Arias (2015), la alfalfa se compone de un 50 % de pared celular. La composición de la fibra es equilibrada, con un 8 % de pectinas, 10 % de hemicelulosas, 25 % de celulosa y 7 % de lignina. De este modo, se garantiza un rápido tránsito digestivo, un considerable aporte de fibra soluble y una elevada capacidad de amortiguación. El aporte de proteínas, lisina y treonina es enorme, siendo extremadamente mejor en la alfalfa deshidratada. Sin embargo, su aprovechamiento digestivo es limitado, incluso en rumiantes, debido a la excesiva atención de los taninos. Alrededor del 25 % de la proteína bruta es nitrógeno no proteico excesivamente soluble dentro del material contenido en el rumen. La alfalfa es un buen aporte de macrominerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro), microminerales (zinc, cobre, hierro), nutrientes (liposolubles, organización B) y pigmentos (Martínez y Leiva, 2018). Por otro lado, Basigalup (2007) sugiere el material de contenido nutricional de la alfalfa principalmente basado en 5 niveles fenológicos y en una base de recuento en seco (Tabla 5).

Tabla 4

Composición nutritiva de alfalfa en función del corte en diferentes estados fenológicos.

Estado fenológico	Porcentaje en materia seca (MS)						
	PB	LIG	Ca	Mg	P	K	TND
Vegetativo tardío	23	5	1.8	0.3	0.4	2.2	66
Botón floral	20	7	1.5	0.2	0.3	2.6	63
Floración temprana	18	8	1.4	0.3	0.2	2.5	60
Floración media	17	9	1.4	0.3	0.2	1.7	58
Floración tardía	15	10	1.2	0.3	0.2	1.5	55

Materia verde y materia seca: El rendimiento del forraje es considerado como un producto que necesita ser expresado en gadgets de número de conteo seco, considerando el hecho de que un forraje puede producir una cantidad masiva de dependencia sin experiencia, sin embargo, el igual puede estar compuesto por una alta cantidad de agua (Arias, 2015).

El recuento seco es cualquier producto que no comprende la humedad. Para decidir este contenido, la alfalfa forrajera que se corta se expone al sol, se marchita después de lo cual su tono es marrón o amarillento oscuro porque pierde la mayor parte de su agua. Cuanto más se exponga el forraje al calor, más seco estará. Esto se denomina número de recuento seco. Asimismo, el recuento seco es la suma de todas las fracciones menos el agua. Por otro lado, el recuento verde de un forraje se describe como la cantidad completa de dependencia (agua, tallos, hojas y granos) producida en un lugar determinado (Arias, 2015).

2.3.4. Rendimiento de alfalfa

El rendimiento del forraje y la persistencia de los pastos son preocupaciones muy críticas en el control efectivo de un tema de alfalfa. Aunque estos factores son muy críticos, la satisfacción del forraje, especialmente en el interior de las hojas, ha surgido como el elemento primordial en un artilugio de fabricación extensiva.

Tras los primeros 10 días después de la siembra, es necesario comprobar la germinación y la emergencia de las plántulas de alfalfa y contarlas en un lugar de 1 m². Si la siembra fue correcta, deben brotar entre 250 y 300 plántulas/m². Para tener una idea concreta de la productividad del forraje, hay que delimitar el cultivo con un cordel o cuerpo de madera de 1 m², luego se tira el cuerpo, se reduce el forraje dentro de él y se pesa. El costo obtenido se incrementa por medio de 10 000, este resultado es el rendimiento en kg/ha de esa parcela (Pantaleón y Gonzales, 2020).

Ventajas de la alfalfa: La alfalfa no requiere fertilización nitrogenada porque es una planta que fija el nitrógeno, entre 100 y ciento cincuenta kg/ha/año. Pero sí requiere fertilización a base de fosfato porque los suelos de la sierra son deficientes en fósforo, por lo que se recomienda fertilizar con mercancía que incluya guano de isla o fosfato diamónico, para permitir también un mejor anclaje de las raíces (Pantaleón y Gonzales, 2020).

2.3.5. Producción de alfalfa con abono orgánico

La producción de los cultivos depende de lo satisfactorio del abono orgánico y de su correcta aplicación. Hay varios efectos en la producción de cultivos, la diferencia de producción entre los fertilizantes inorgánicos y los orgánicos es pequeña, y no siempre favorece a los sistemas de cultivo orgánicos o inorgánicos. La baja producción de la vegetación tratada orgánicamente puede deberse a las cantidades de software de los fertilizantes o a la mala liberación de los nutrientes. Es decir, la mineralización o absorción de vitaminas cuando se utilizan fertilizantes naturales en dosis entre 20 y 30 t/ha según el año, quieren una mayor fabricación de grano de maíz, que es como la cantidad utilizada en la fabricación de alfalfa con 28,1 Mg t/ha consistente en 12 meses de estiércol de oveja, calculado principalmente en base al contenido de fósforo y la dosis estándar de oro para la alfalfa (200 kg ha⁻¹ de P) (López, Citado por Timana, 2020).

2.3. Definición de términos

Biol: Es un fertilizante natural líquido que se origina a partir de la descomposición de sustancias orgánicas, junto con el estiércol animal, etc. Además, es un suministro de fito-reguladores que ayudan a la vida vegetal a tener una mejora superior, produciendo una mayor productividad a las plantas (Haifa, 2024).

Fertilizante foliar: Es un producto de origen sintético u orgánico que permite la fertilización de la vida vegetal mientras se implementa de inmediato en las hojas (Haifa, 2024).

Rendimiento: El rendimiento en la agricultura es una medida de la cantidad de un cultivo, o de un producto como la lana, la carne o la leche producida, en paso con la unidad de superficie de tierra (Mamani, 2025).

Guano de gallinaza: Es el excremento de las gallinas ponedoras que se acumula durante el nivel de fabricación de los huevos o en el transcurso de los periodos de mejora de los mismos. Asimismo, es un abono natural y completo, que contiene todas las vitaminas que la vida vegetal requiere para su normal aumento y mejora y para producir cosechas adecuadas (Gonzales, 2024).

Guano de vacuno: Se llama estiércol a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos (Martínez, 2019).

Guano de cuy: El estiércol es un desecho de los conejillos de indias, y se utiliza como abono en forma seca y descompuesta. El estiércol se amontona sin compactarlo, bajo estas situaciones estimula la población bacteriana y la oxidación (Gonzales, 2024).

CAPÍTULO III:

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El experimento se realizó en las instalaciones del ISTP CEFOP-Cajamarca, que se encuentra ubicado en el Km 3.5 carretera a Baños del Inca, a 2660 de altitud con coordenadas UTM 9207098N y 777358E en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, el cual cuenta con el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

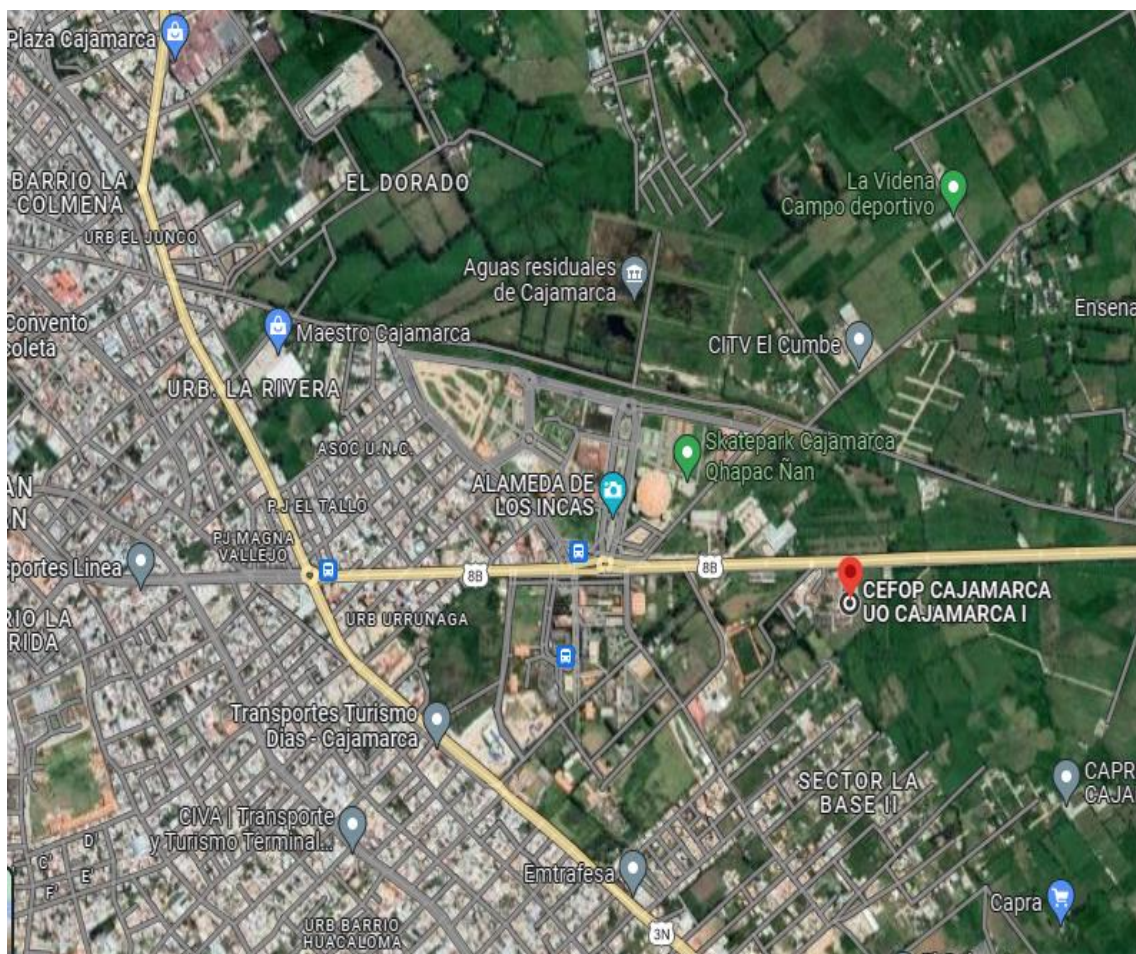


Figura 1. Mapa de ubicación del CEFOP-Cajamarca (Fuente: Google maps).

Condiciones ambientales en el CEFOP-Cajamarca periodo 2022.

En la Tabla 5 y Figura 2, se observa que las temperaturas máximas se registraron en los meses de mayo, junio y diciembre, obteniéndose temperaturas que bordean los 21.9 °C y las temperaturas mínimas se registraron en los meses de junio (5.6 °C), julio (4.5°C),

agosto(5.6 °C) y setiembre (7.1°C). Respecto a la precipitación, los mese con mayores precipitaciones fueron febrero y marzo, y los meses más secos fueron junio, julio y agosto.

Tabla 5. Temperatura máxima y mínima, y precipitación del distrito de Cajamarca periodo 2022.

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) Ml.
Enero	21.5	9.3	79
Febrero	20.2	9.7	106
Marzo	21.2	9.6	119
Abril	21.5	9	73
Mayo	21.9	7	28
Junio	21.9	5.6	10
Julio	21.7	4.9	6
Agosto	19.1	5.6	8
Setiembre	20.2	7.1	29
Octubre	21	8.2	66
Noviembre	20.1	8	67
Diciembre	21.9	8.9	78

Fuente: SENAMI (<https://www.senamhi.gob.pe/>)

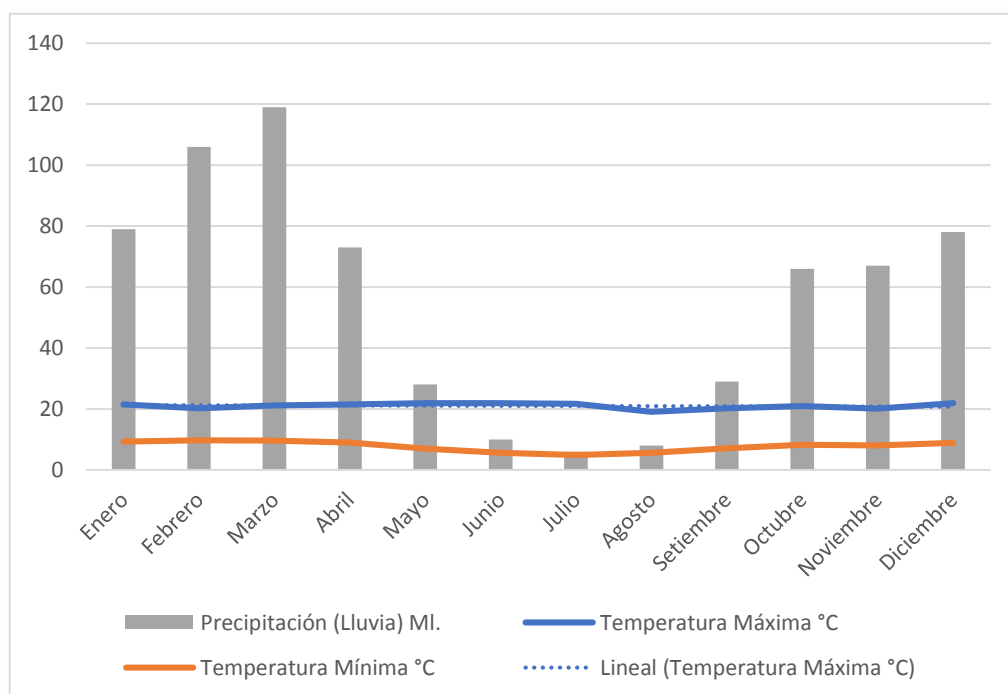


Figura 2. Temperatura máxima y mínima, y precipitación del distrito de Cajamarca periodo 2022.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Como material biológico se empleó al cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) del ISTP CEFOP Cajamarca, distribuida en un área total de 150 m² (12 m² de pasadizos y 138 m² con el cultivo) donde se dispusieron los tratamientos. Cada unidad experimental midió 12 m².

También se empleó estiércol de vacuno, de cuy y de ovino como insumo para la elaboración de vióles distintos, es decir, con el estiércol de cada especie se preparó un tipo de biol.

3.2.2. Material de campo

Entre materiales de campo se empleó una hoz para el corte de alfalfa, un zapapico para realizar las labores de deshierbo, wincha para medir el área del cultivo y de las unidades exprímales, metro cuadrado para la evaluación del rendimiento por metro cuadrado, letreros para la identificación de los tratamientos, estacas y rafia para delimitar el área experimental, libreta de campo para anotar la evaluaciones y tres contenedores de 200 litros para el preparado de los bioles.

3.2.3. Material y equipo de laboratorio

Entre los equipos que se empleó estuvieron una mochila de fumigar manual para la aplicación de los bioles, una estufa para realizar el secado de la alfalfa, balanza digital para pesar el peso en verde y una balanza analítica para registrar el peso de la materia seca, una laptop para el redactado del documento y una cámara fotográfica para el registro del desarrollo del trabajo de investigación.

3.3. Metodología

3.3.1. Preparación de los bioles (abonos foliares)

En primer lugar, se procedió a recolectar 20 kilos del estiércol de cada especie animal (Vacuno, cuy y de ovino), se dejó orear una semana (7 días), luego de este tiempo se procedió a la preparación de biol.

El estiércol de vacuno se dispuso en un contenedor juntamente con 100 gramos de levadura, luego se le agregó agua hasta llenar el contenedor. Después de agregar los materiales dentro del contenedor, se tapó dejando un orificio conectado a una manguera para la salida de los gases originados producto de la fermentación. El biol se dejó en reposo 55 días, después de este tiempo se sacó para ser colado y aplicado al cultivo de alfalfa. El mismo procedimiento se aplicó para obtener el biol de ovino y de cuy; así, de esta manera se obtuvieron los tratamientos de estudio (Tabla 6).

Tabla 6

Tratamiento en estudio representado por los diferentes bioles.

Tratamientos	Descripción
T1	Biol de estiércol de vacuno
T2	Biol de estiércol de ovino
T3	Biol de estiércol cuy
Testigo	Cultivo sin ningún tipo de fertilizante

Después de los 55 días de fermentado el biol, se tomó una muestra de 1 litro para el análisis químico y los resultados indicaron que el biol elaborado a base de estiércol de cuy es más rico en materia orgánica, en nitrógeno, potación y fósforo que los bioles de vacuno y de ovino. Considerando el pH, el vacuno es más ácido, y el de cuy y de ovino tienen un pH que se acerca al neutro (Tabla 6).

Tabla 7*Análisis químico del biol de vacuno, cuy y de ovino*

Biol	pH	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
Vacuno	5.25	9.87	1121.55	58.68	1558.33
cuy	6.19	18.8	1578.67	85.39	3177.5
Ovino	6.97	10.12	1221.43	77.35	1758.33

3.3.2. Instalación del experimento

El diseño estadístico que se empleó para evaluar el efecto de los fertilizantes foliares elaborados a base de estiércol de vacuno, ovino y de cuy, sobre el rendimiento del cultivo de alfalfa fue el Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos incluido el testigo y tres repeticiones. Las medidas de los bloques, las calles y las unidades experimentales se observan en la Figura 3 (croquis del campo experimental).

El campo experimental estuvo constituido por 12 unidades experimentales (parcelas) distribuidas en tres bloques de 3 m de ancho por 15 m de largo, entre cada bloque se dejó caminos para poder realizar las evaluaciones, cuyas medidas fueron 0.5 cm de ancho y las unidades experimentales midieron 3 m de ancho por 3 m de largo. El área total del campo experimental fue de 150 m².

Figura 3

Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.

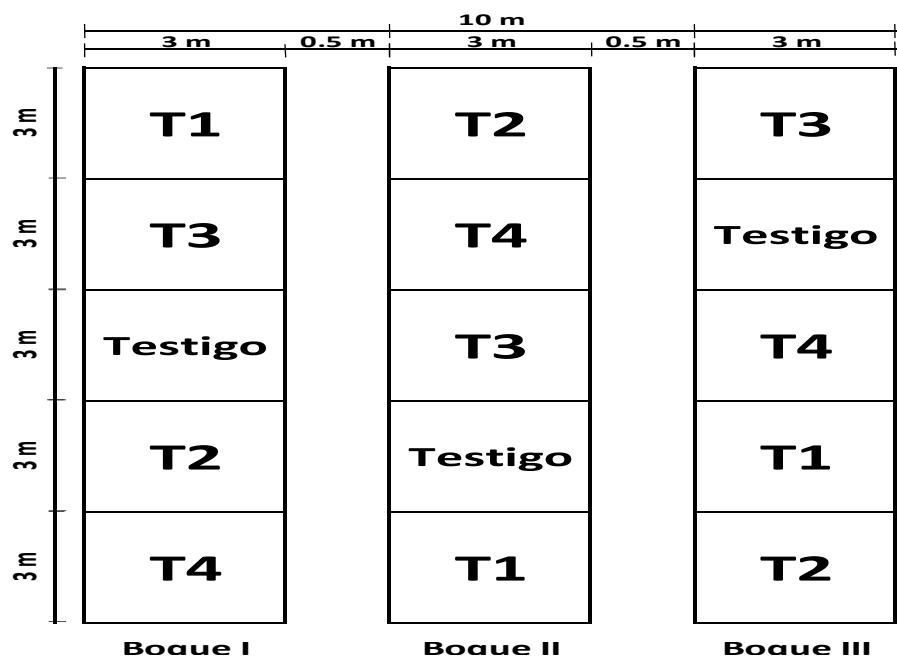


Figura 4

Distribución de los tratamientos (Bioles) en el cultivo de alfalfa en un diseño de bloques completos al azar.



3.3.3. Procedimiento para la preparación de campo experimental

Preparación de la parcela: Se realizó la selección de la parcela ya instalada con el cultivo de alfalfa, luego se realizó el corte de igualada del forraje que no ha sido evaluado, al mismo tiempo se realizó la eliminación de yerbas acompañantes del cultivo, limpieza de bordes y caminos.

Aireación del cultivo: La aireación del cultivo de alfalfa se realizó con zapapico o rastrillo de manera superficial (hasta 5 cm de profundidad) para romper la compactación de la capa superficial del terreno y facilitando de esta forma la aireación del suelo y la penetración del agua de riego y lluvia.

Riego: El regadío se realizó por aspersión con una frecuencia de 4 riegos por mes o cada 8 días, con una duración de 2 horas por irrigación, a esto se le sumó la temporada de lluvia que una manera u otra ayudo al riego.

Aplicación de fertilizante foliar (Biol): Después de realizado el corte y la limpieza respectiva de la parcela, ocho días después, cuando los nuevos brotes presentaron una altura de entre 5 y 10 cm, se procedió a la aplicación de los bioles de vacuno, cuy y ovino con la ayuda de una mochila de fumigar manual de 20 l, las aplicaciones se realizaron con intervalos de 8 días.

Deshierbo: Se realizó con ayuda de un zapapico u hoz, retirando las malezas que se presentan en las unidades experimentales después del corte de igualada, para evitar la competencia por luz, agua y nutrientes; esta labor de mantenimiento del cultivo se realizó cada 7 días, en los primeros 15 días después de realizado el corte.

Cosecha: La cosecha se realizó a los 40 días después de la primera aplicación de fertilizante foliar (Biol), esta actividad consistió realizar un corte de igualada

(cosecha) para volver a iniciar las subsiguientes evaluaciones, este procedimiento se realizó cuatro veces.

3.3.4. Evaluación de variables

Las evaluaciones consideradas en este trabajo de investigación tales como la altura de planta, rendimiento por metro cuadrado y materia seca se realizó cada 42 días, antes de realizar el corte del forraje.

Altura de plantas: Se tomaron 5 matas en forma aleatoria de cada unidad experimental a la cual se le aplicó los bioles y con la ayuda de una wincha se realizó la medida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta, esta evaluación se efectuó antes de realizar el corte de la alfalfa.

Rendimiento por metro cuadrado (m²): Se procedió a cortar el follaje de 1m² por tratamiento y luego se pesó, el dato registrado se expresó en el rendimiento (kg m²).

Porcentaje de materia seca: Después de haber realizado el peso del follaje verde, se tomó una muestra de 200 g de cada tratamiento, esta se llevó a una estufa para el secado respectivo a una temperatura de 105 °C durante 3 días (72 horas).

3.3.5. Tratamiento y análisis de datos

Los datos que se tomaron de las evaluaciones, se ordenarán y agruparon en una hoja de cálculo de Excel, luego fueron procesados en el paquete estadístico Infostat versión 19. Para determinar si existen diferencias estadísticas entre los efectos de los bioles en cada una de las variables evaluadas, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Son las observaciones obtenidas la j -ésima vez que se repite el experimento, con el tratamiento i -ésimo.

μ = Media general

t_i = Efecto del fertilizante i (de los bioles)

β_j = Efecto del Bloque j

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento.

De acuerdo a la prueba anterior, y en los casos en los que existe diferencias estadísticas, se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad, esta prueba determinó cuáles son los mejores bioles el rendimiento de alfalfa.

3.3.6. Presentación de la información

El análisis de los resultados, se presenta en tablas con su respectiva interpretación, gráficas para ver el comportamiento de los resultados, de igual manera con sus respectivas interpretaciones.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del rendimiento

La Tabla 8, muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA), los cuales indican que los bloques empleados en el experimento no se diferencian, dado que el valor de significación (p-valor=0.3687) es mayor al 5 %. Con respecto a los efectos de los bioles sobre el rendimiento, los resultados indican que existe diferencias significativas (p-valor=0.0008), es decir, que el rendimiento obtenido por efecto de cada tratamiento y del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación (CV = 7.01 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tipo de biol, es decir, que se encontraron diferentes rendimientos por el efecto de un biol en sus tres repeticiones.

Tabla 8

Análisis de varianza para el rendimiento de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloques	0.07	2	0.03	1.18	0.3687
Biol	2.29	3	0.76	26.29	0.0008
Error	0.17	6	0.03		
Total	2.53	11			

CV = 7.01 %

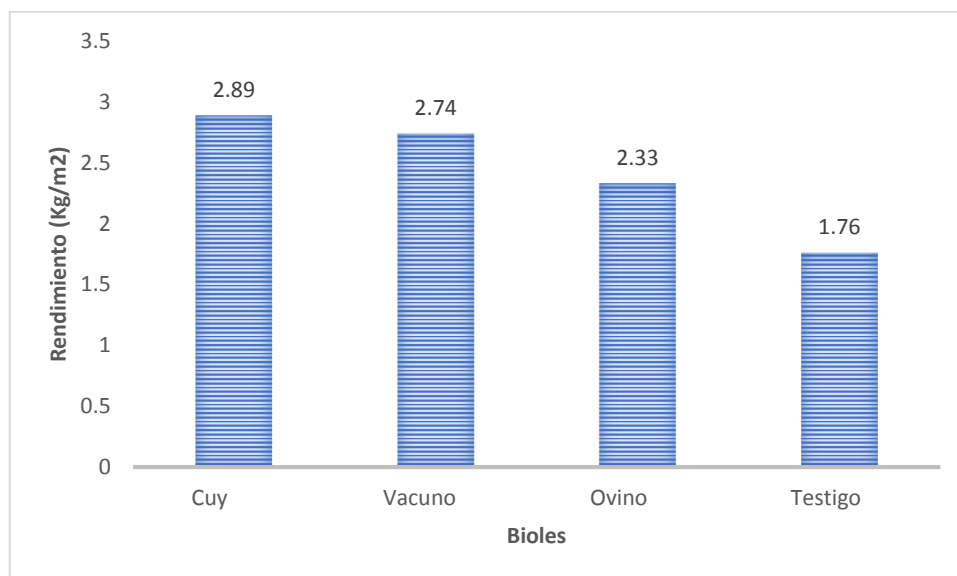
Tabla 9

Prueba de Duncan para el rendimiento de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Bioles	Rendimiento (Kg/m ²)	Agrupación
Cuy	2.89	A
Vacuno	2.74	A
Ovino	2.33	B
Testigo	1.76	C

Figura 5

Rendimiento de alfalfa obtenido por efecto del biol de Cuy, Vacuno, Ovino y Testigo.



Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (Tabla 9 y Figura 5), se observa que el rendimiento obtenido por efecto del biol de cuy y del vacuno es de 2.89 y 2.74 kg m², respectivamente, y no existe diferencias estadísticas entre estos resultados, es decir, que con los dos tipos de bioles se han obtenido rendimientos estadísticamente similares. El efecto del biol de cuy y de vacuno en el rendimiento de alfalfa son superiores al efecto del biol de ovino, dado que con este último se obtuvo un rendimiento de 2.33 kg m², el cual es menor al rendimiento que se obtuvo con los dos primeros. Por último, con el testigo se obtuvo un rendimiento de 1.76 kg m², el cual es menor a los rendimientos obtenidos bajo el efecto de los tres bioles.

Los resultados mostraron un mejor rendimiento de alfalfa empleando los bioles como abonos foliares frente al testigo. Estos resultados son semejantes a los reportados por Azaña (2019), quien utilizó abonos foliares a base de estiércol de cuy, vacuno y ovino en el cultivo de alfalfa y obtuvo rendimientos de 4.13, 3.70, 2.80 y 1.80 kg m², respectivamente, además concluye indicando que el rendimiento de alfalfa se mejora empleando los abonos foliares más que con el testigo. También los resultados guardan relación con los de Noronha (2015), quien probó distintas concentraciones de abonos líquidos a partir de estiércol de vacuno en la producción del pasto *Panicum máximum*, y obtuvo un rendimiento de 2.81 kg m² empleando el abono líquido al 20 %, frente al testigo con el cual se obtuvo 1.54 kg m², además indica que los abonos líquidos contienen nutrientes y microorganismos que favorecen en la mineralización de la materia orgánica para la nutrición de la planta.

Por otro lado, Sánchez (2021) comparó cuatro fertilizantes orgánicos frente al efecto del biol en el rendimiento de alfalfa, y sostiene que los resultados obtenidos con el biol son semejantes a los obtenidos con los fertilizantes comerciales, esto se debe a que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores (auxinas y giberelinas) que permiten promover actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas (Guevara 2011); además, Candia (2020) sostienen que el biol y humus líquido influyen positivamente en el rendimiento de los cultivos por su contenido de nitrógeno, fósforo y potación.

Análisis de la altura de planta

La Tabla 10, muestra los resultados del del análisis de varianza (ANOVA), los cuales indican que los bloques empleados en el experimento no se diferencian, dado que el valor de significación (p-valor=0.0556) es mayor al 5 %. Con respecto a los efectos de los bioles sobre la altura de planta, los resultados indican que existe diferencias

significativas (p -valor=0.019), es decir, que la altura de planta, por efecto de cada tratamiento y del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación ($CV = 7.56 \%$), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tipo de biol, es decir, que se encontraron variaciones en la altura de planta en las distintas repeticiones.

Tabla 10

Análisis de varianza para la altura de planta de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloques	238.1	2	119.05	4.86	0.0556
Biol	547.85	3	182.62	7.45	0.019
Error	147.03	6	24.51		
Total	932.98	11			

$CV = 7.56 \%$

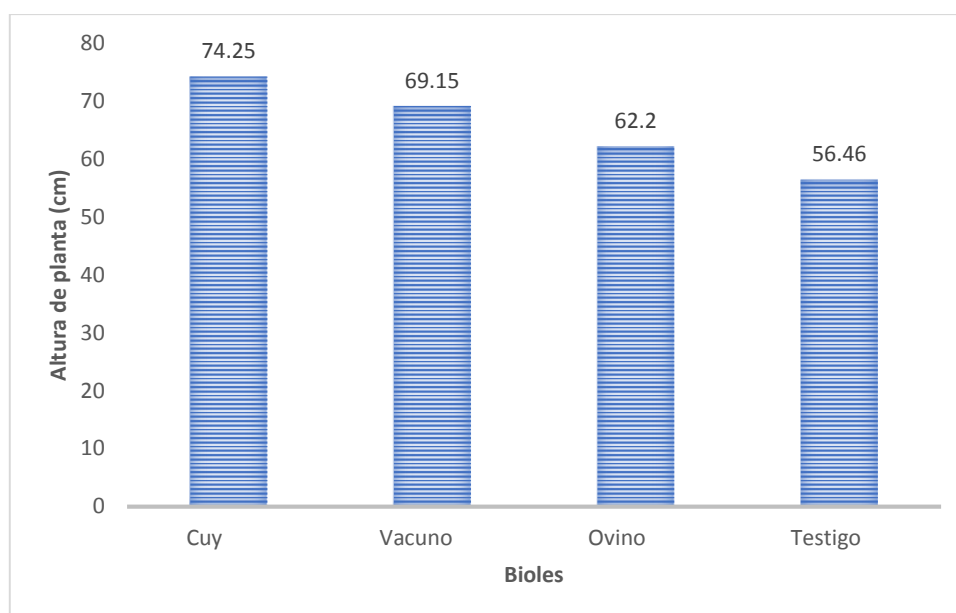
Tabla 11

Prueba de Duncan para la altura de planta de alfalfa obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Agrupación
Cuy	74.25	A
Vacuno	69.15	AB
Ovino	62.2	BC
Testigo	56.46	C

Figura 6

Altura de planta de alfalfa obtenido por efecto del biol de Cuy, Vacuno, Ovino y Testigo.



Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (Tabla 11 y Figura 6), se observa que la altura de planta obtenida por efecto del biol de cuy y del vacuno es de 74.25 y 69.15 cm, respectivamente, y no existe diferencias estadísticas entre estos resultados, es decir, que con los dos tipos de bioles se han obtenido alturas estadísticamente iguales. El efecto del cuy y del vacuno en la altura de planta de alfalfa son superiores al efecto del biol de ovino, dado que con este último se obtuvo plantas con alturas promedio de 62.2 cm. Por último, con el testigo se obtuvo una altura promedio de 56.46 cm, el cual es menor a las alturas de planta que se obtuvo bajo el efecto del biol de cuy del vacuno.

Los resultados mostraron una mejor altura de las plantas de alfalfa empelando los bioles como abonos foliares frente al testigo. Estos resultados son semejantes a los reportados por Azaña (2019), quien utilizó abonos foliares a base de estiércol de cuy, vacuno y ovino en el cultivo de alfalfa y obtuvo plantas con altura de 80.03, 68.25, 58.55 y 48.93 cm, respectivamente. También guardan relación con los de Noronha (2015), quien

probó distintas concentraciones de abonos líquidos a partir de estiércol de vacuno en la producción del pasto *Panicum máximum*, y la mayor altura de planta fue de 120.10 cm que la obtuvo con el abono líquido al 20 %, frente al testigo con la que se obtuvo 82.45 cm.

Sánchez (2021) comparó cuatro fertilizantes orgánicos frente al efecto del biol en el rendimiento de alfalfa, y con respecto a la altura de planta, con el biol obtuvo una altura de 68.9 cm semejante a la altura obtenida con el fertilizante comercial Megacrop, con la cual se obtuvo 68.1 cm y con el testigo obtuvo una altura de 61.13 cm. Por otro lado, Córdoba (2022) al emplear el humus líquido en la producción de forraje hidropónico de cebada, obtuvo plantas con mayores alturas que con el testigo; además, indica que los compuestos que presentan el biol, tales como macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes ayudan al desarrollo y crecimiento de las plantas. Torres et al. (2016) resalta que los bioles contienen ácidos húmicos, estas sustancias funcionan como regulador o promotor del crecimiento, debió a que se activa la división celular en las partes más jóvenes de las plantas. Por su parte Guevara (2011) manifiesta que los bioles son fuente orgánica de fitorreguladores (auxinas y giberelinas) que permiten promover actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.

Análisis de la materia seca

En la Tabla 12, se observa que no existe diferencias entre los bloques respecto a la materia seca del cultivo de alfalfa ($p\text{-valor} = 0.7995$). Con respecto a los efectos de los bioles en el porcentaje de materia seca, se encontró significación ($p\text{-valor} = 0.0123$), es decir, que la materia seca obtenida con uno o más tipos de biol se diferencian del resto.

El coeficiente de variación ($CV = 6.22 \%$), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tipo de biol, es decir, que se encontraron variaciones en la materia seca en las distintas repeticiones.

Tabla 12

Análisis de varianza para la materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloques	0.86	2	0.43	0.23	0.7995
Biol	50.1	3	16.7	8.98	0.0123
Error	11.16	6	1.86		
Total	62.12	11			

CV = 6.22 %

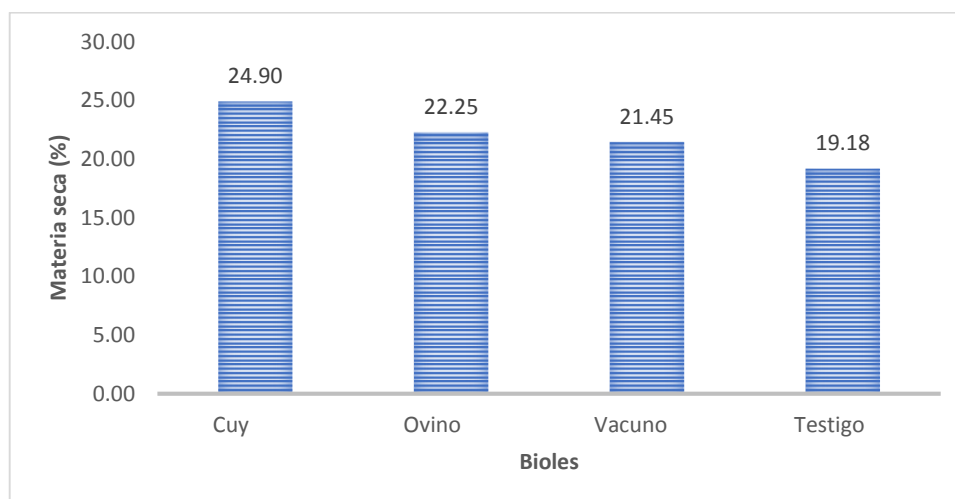
Tabla 13

Prueba de Duncan para la materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Bioles	Materia seca (%)	Agrupación
Cuy	24.90	A
Ovino	22.25	AB
Vacuno	21.45	BC
Testigo	19.18	C

Figura 7

Materia seca obtenido por efecto de tres tipos de bioles.



La prueba de Duncan (Tabla 13 y Figura 7), indica que la materia seca obtenida por efecto del biol de cuy y de ovino es 24.90 y 22.25 %, respectivamente, y no existe diferencias estadísticas entre estos resultados, es decir, que con los dos tipos de bioles se

han obtenido el mismo porcentaje de materia seca. El efecto del cuy y del ovino sobre el porcentaje de materia seca son superiores al efecto del biol de vacuno, dado que con este último se obtuvo un porcentaje inferior que es en promedio 21.45 %. Por último, con el testigo se obtuvo un rendimiento de 19.18 %, el cual es menor a los porcentajes que se obtienen con el biol de cuy del ovino.

En comparación con nuestros resultados, Azaña (2019) al emplear tres tipos de bioles como fertilizante en alfalfa, obtuvo rendimientos de materia seca por debajo de lo encontrado en esta investigación, teniendo como resultados 20.47 % con el biol de cuy, 19.81 % con vacuno, 18.53 % con ovino y 17.28 % con el testigo; además indicó que los resultados obtenidos se diferencian estadísticamente y son superiores al del testigo. Por otro lado, Sánchez (2021) al emplear biol como fertilizante foliar el cultivo establecido de alfalfa obtuvo un rendimiento de materia seca del 26.52 % resultado que superó al testigo cuyo rendimiento fue de 25.59 %. En general, nuestros resultados y los antecedentes demuestran que los mayores resultados en la materia seca se obtienen bajo el efecto de los bioles empleados como fertilizantes foliares, cuyos resultados superan a los del testigo.

Referido a lo anterior, Díaz (2020) manifiesta que la fertilización foliar incrementa la producción de materia verde y materia seca, esto debido a que los bioles contienen nitrógeno elemento que forma parte de las proteínas y otros compuestos; además, contienen fosforo que interviene en todas las funciones energéticas y constituye compuestos esenciales para la fotosíntesis. Por su parte Cantutas (2015), sostiene que los componentes anteriormente mencionados forman parte de los polisacáridos de la pared celular y lignina, además de componentes del protoplasma, incluyendo proteínas, lípidos, aminoácidos entre otros.

Análisis del número de tallo

En la Tabla 14, se observa que no existe diferencias entre los bloques respecto al número de tallos por mata ($p\text{-valor} = 0.0982$). Con respecto a los efectos de los bioles, se encontró significación ($p\text{-valor} = 0.0087$), es decir, que el número de tallos obtenidos por el efecto de uno más tipos de biol se diferencian del resto.

El coeficiente de variación ($CV = 4.53 \%$), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tipo de biol, es decir, que se encontraron variaciones en el número de tallos en las distintas repeticiones de cada biol.

Tabla 14

Análisis de varianza para el número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloques	81.17	2	40.58	3.5	0.0982
Biol	360.25	3	120.08	10.37	0.0087
Error	69.5	6	11.58		
Total	510.92	11			

CV = 4.53 %

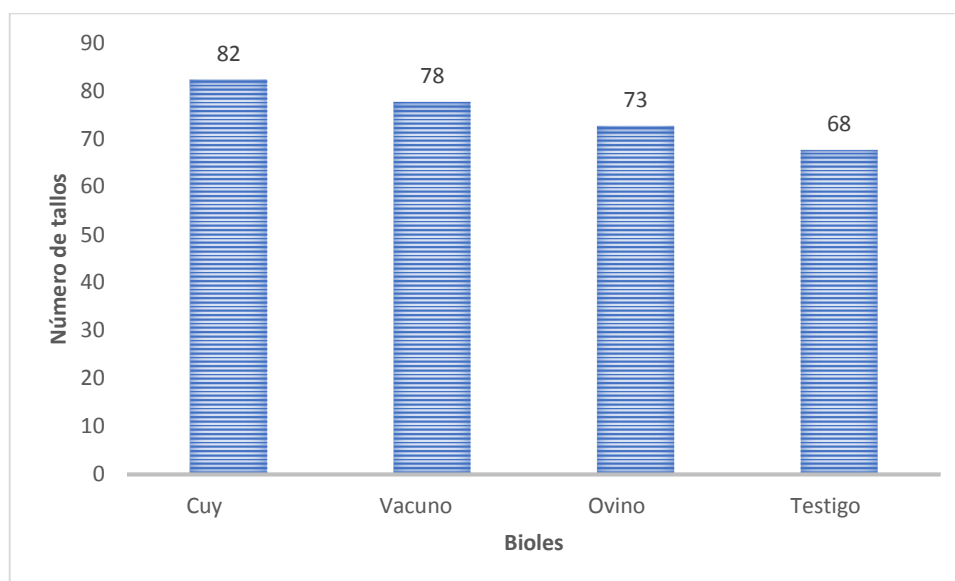
Tabla 15

Prueba de Duncan para el número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Bioles	Número de tallos	Agrupación
Cuy	82	A
Vacuno	78	AB
Ovino	73	BC
Testigo	68	C

Figura 8

Número de tallos obtenido por efecto de tres tipos de bioles.



La prueba de Duncan (Tabla 15 y Figura 8), indica que el número de tallos por mata obtenidos por efecto del biol de cuy y de vacuno es 82 y 78 tallos, respectivamente, y no existe diferencias estadísticas entre estos resultados, es decir, que con los dos tipos de bioles se han obtenido la misma cantidad de tallos por mata. El efecto del cuy y del vacuno sobre el número de tallos son superiores al efecto del biol de ovino, dado que con este último se obtuvo en promedio 73 tallos por mata. Por último, con el testigo se obtuvo en promedio 68 tallos por mata, el cual es menor a los resultados que se obtienen con el biol de cuy de vacuno.

Los resultados obtenidos indicaron que en el testigo se obtuvo el menor número de tallos por mata y en las parcelas que a las que se les aplicó los bioles se obtuvieron resultados mayores, según Sánchez (2021) indica que el número de tallos en el cultivo de alfalfa se encuentra influenciado por la especie, la altura de corte, por las condiciones climáticas y requerimiento de nutrientes. Considerando este último, los bioles contienen fósforo, este agente se encuentra formando parte de los compuestos orgánicos que están presentes en las reacciones bioquímicas originando energía biológicamente útil

(fotosíntesis). Esta energía se utiliza dentro y fuera de la célula para producir tejidos y órganos vegetales, la deficiencia de este nutriente retarda el brotamiento reduciendo la producción del cultivo (Príncipe, 2020).

Análisis del número de hojas

En la Tabla 16, se observa que no existe diferencias entre los bloques respecto al número de hojas por tallos (p-valor = 0.7422). Con respecto a los efectos de los bioles, se encontró significación (p-valor= 0.0361), es decir, que el número de hojas obtenido por el efecto de un tipo de biol se diferencian del resto.

El coeficiente de variación (CV = 7.54 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tipo de biol, es decir, que se encontraron variaciones en el número de hojas en las distintas repeticiones de cada tipo de biol.

Tabla 16

Análisis de varianza para el número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloques	4.67	2	2.33	0.31	0.7422
Biol	124.33	3	41.44	5.57	0.0361
Error	44.67	6	7.44		
Total	173.67	11			

$$\text{CV} = 7.54 \%$$

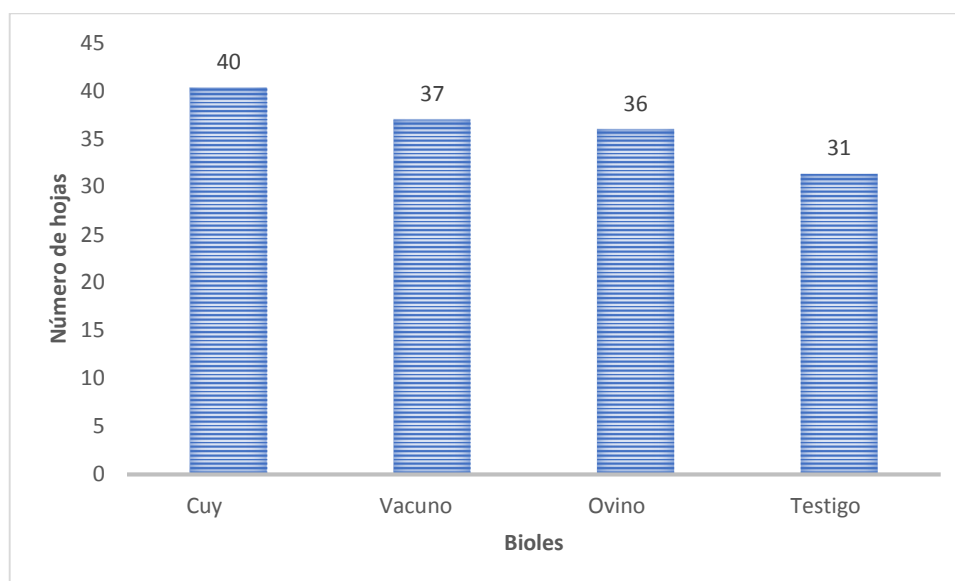
Tabla 17

Prueba de Duncan para el número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles.

Bioles	Número de hojas	Agrupación
Cuy	40	A
Vacuno	37	A
Ovino	36	AB
Testigo	31	B

Figura 9

Número de hojas obtenido por efecto de tres tipos de bioles.



La prueba de Duncan (Tabla 17 y Figura 9), indica que el número de hojas por tallo obtenido por efecto del biol de cuy y de vacuno es 40 y 37 hojas, respectivamente, y no existe diferencias estadísticas entre estos resultados, es decir, que con los dos tipos de bioles se han obtenido la misma cantidad de hojas por tallo. El efecto del cuy y del vacuno sobre el número de hojas son superiores al efecto del biol de ovino, dado que con este último se obtuvo en promedio 36 hojas por mata. Por último, con el testigo se obtuvo 31 hojas por tallo, el cual es menor a los resultados que se obtienen con el biol de cuy de vacuno.

Según los resultados obtenidos en esta investigación, el efecto de los bioles en el número de hojas por tallos se diferenciaron del testigo, resultados semejantes reportó Sánchez, (2021), quien en su investigación reportó que al aplicar el biol como fertilizante obtiene mayor resultado que con el testigo, resultados que probablemente se deben al contenido de nutrientes del fertilizante foliar (biol), al respecto Timana (2020), indica que los bioles contienen micro y macro nutrientes que contribuyen al estímulo de crecimiento de las partes verdes (hojas, tallos y frutos inmaduros). Por otro lado, León (2021)

sostienen que los bioles al ser un compuesto proveniente de la desintegración de restos orgánicos contienen sustancias húmicas, cuya acción en las plantas son semejantes a las fitohormonas, es decir, estimulan la multiplicación celular.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se concluye que los tres tipos de abono foliar biol evaluados ejercen un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Valle de Cajamarca ($p\text{-valor} = 0.0008$). Los mayores rendimientos por metro cuadrado se obtuvieron con el biol de cuy (28900 kg/hectárea) y el biol de vacuno (27400/ hectárea), superando tanto al biol de ovino (23300 kg/hectárea) como al testigo sin aplicación de biol (17600 kg/hectárea), lo que confirma la eficacia de la fertilización foliar orgánica en la mejora del rendimiento del cultivo de alfalfa
- Se determinó que el biol de cuy y de vacuno presentan el mayor efecto positivo sobre el rendimiento de alfalfa, registrando valores de 28900 kg/hectárea y 27400 kg/hectárea, respectivamente, diferencias que resultaron significativas frente al biol de ovino (23300 kg/hectárea) y al tratamiento testigo (17600 kg/hectárea). Estos resultados indican que los bioles de origen cuy y vacuno favorecen de manera más eficiente la producción de biomasa aérea del cultivo bajo las condiciones del valle estudiado.
- Respecto a la producción de materia seca, el análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($p\text{-valor} = 0.0123$), observándose valores semejantes y superiores con el biol de cuy (24.90 %) y el biol de ovino (22.25 %), los cuales superaron significativamente al biol de vacuno (21.45 %) y al testigo (19.18 %). Estos resultados confirman que la aplicación de biol, especialmente de origen cuy y ovino, contribuye a mejorar la acumulación de materia seca en el cultivo de alfalfa.
- Asimismo, los bioles influyeron en variables agronómicas relacionadas con el rendimiento. El biol de cuy registró los mayores valores de altura de planta (74.25 cm), número de tallos por mata (82) y número de hojas por tallo (40), seguido por el biol de vacuno con 69.15 cm de altura, 78 tallos por mata y 37 hojas por tallo, superando ambos

tratamientos al biol de ovino y al testigo, lo que evidencia un mejor desarrollo vegetativo asociado a la aplicación de bioles orgánicos.

5.2. Recomendaciones

- Realizar trabajos de investigación relacionados al tiempo de fermentación del biol (Biol de vacuno, cuy y ovino), con el fin de determinar si este influye sobre las características fisicoquímicas del producto final y también determinar el tiempo adecuado para su cosecha.
- Según los resultados obtenidos en esta investigación, para mejorar la producción empleando fertilizantes naturales, se recomienda emplear biol elaborado a base de estiércol de cuy, dado que con este biol se encontró los mayores rendimientos.
- Se recomienda realizar más trabajos de investigación relacionado a la elaboración de fertilizantes naturales empleando distintos tipos de estiércol y probarlos en otros tipos de forrajes.

CAPÍTULO VI:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesina, JK; Sanni, L; Afolabi; Eleduma, A. (2024). Effect of Variable Rate of Poultry Manure on the Growth and Yield of Pepper (*Capsicum annum*) in South Western Nigeria. *Academia Arena*, 6(1): 9-13. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/298791830_Effect_of_Variable_Rate_of_Poultry_Manure_on_the_Growth_and_Yield_of_Pepper_Capsicum_annum_in_South_Western_Nigeria_1
- Arana, S. (2021). *Manual de elaboración del biol*. Lima, Perú. Disponible en: https://issuu.com/frederys1712doc/docs/manual_de_elaboracion_del_biol_-_so
- Arias, AG. (2020). *Estudio de la fenología, rendimiento forrajero, y valor nutritivo de dos variedades de avena (Mantaro 15 y Criolla) en los C.E. Casaracra y Alpaicayan – UNDAC, Papana y Huayllay*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco].
- Azaña, Y. (2021). *Efecto de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en Tigua, Distrito de Mancos, Yungay - Ancash 2019* [Tesis de grado, Universidad Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio institucional: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3499/T033_71059192_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Candia, L. (2020). Evaluación de la Calidad Nutritiva de Forraje Verde de Cebada *Hordeum vulgare* Hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de Cuy Cavia porcellus a dos concentraciones. *Revista Salud Tecnológica*, 4 (2): 55-62.
- Ccente, F; Cornejo, NF. (2020). *Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y producción de cebada hidropónica* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Diaz, AJ. (2020). *Características fisicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de biol y su efecto en germinación de semillas*. [Tesis de maestría, Universidad Agraria la Molina]. Repositorio institucional: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2792/F04-D5335-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Díaz, S. (2020). *Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago Sativa V. Vicus) en Cajamarca* [Tesis de Grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio institucional: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/215/Tesis%20Final.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Díaz, S.L. (2020). *Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago sativa v. vicus) en Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio institucional: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/215/Tesis%20Final.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Durand, PJP. (2018). *Producción de biol utilizando mezcla de heces vacunos y cuy, para mejorar la producción de alfalfa (Medicago sativa) Pariacoto, 2018* [Tesis Ing. Amb. Lima, Perú. Universidad Cesar Vallejos]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/28019/DURANT_VP.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Escobar, F.; Espinoza, T; Hinojosa, Rene, A y De la Cruz-Marcos, Ruggerths Nilo. (2023). Sustitución parcial y total de alfalfa fresca por heno en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde: una alternativa para la época de estiaje. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 16-29. Epub 01 de abril de 2023. <http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v10n1/2311-2581-jsaas-10-01-16.pdf>
- Gonzales, A., y Pérez, M. (2024). Efecto de bioles bovinos y gallinaza en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en condiciones de clima templado. *Revista Científica de Agricultura Orgánica*, 15(2), 112-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9450941>
- Guanopatín, MR. (2012). *Efecto de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en Tigua, distrito de Mancos, Yungay - Ancash 2019*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf

- Guevara, GA. (2011). *Evaluación de tres abonos líquidos foliares enriquecido con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de Medicago sativa y Arrhenatheum elatius* [Tesis de grado, Universidad de Riobamba, Ecuador]. Repositorio institucional: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1011/1/17T01050.pdf>
- Haifa, G. (2024, 31 de marzo). *Fertilizantes químicos: ventajas y desventajas*. <https://www.haifa-group.com/es/haifa-blog/fertilizantes-qu%C3%ADmicos-ventajas-y-desventajas>
- Kalu, BA; Fick, GW. (1983). Morphological stage of development as predictor of alfalfa herbage quality. *Crop Science* 23 (1): 1167-1172.
- La Torre, LS. (2021). *Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de Cavia porcellus en el rendimiento de alfalfa* [Tesis de grado, [Universidad Cesar Vallejos]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/35226/Latorre_ZLS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lavinia, HO. (2014). *Estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Disponible en: https://knowledge.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf
- Lemache, PC. (2020). *Utilización de diferente té de estiércol en la producción de Medicago sativa (alfalfa), variedad flor morada*. [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. 2020. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3924/1/17T1259.pdf>
- León, JO. (2021). *Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos como alternativa para el manejo en suelos afectados por acidez en el cultivo de maíz, en el Ecuador* [Tesis de Grado, Universidad técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9287/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maddaloni, J y Ferrari, L. (2001). *Forrajeras y pasturas del ecosistema Templado Húmedo de la Argentina, INTA y F.C.A.- U.N.L.Z.* http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/21-descripcion_botanica_y_latencia.pdf

- Mamani, S. (2025). *Producción de alfalfa en Puno: tendencia e implicancias en la agricultura y ganadería*. Semestre Económico, <http://www.scielo.org.pe/pdf/sep/v14n1/2523-0840-sep-14-01-54.pdf>
- Maravi, C; Vásquez, HV. (2017). Efecto de fertilización orgánica (biol y compost) en el establecimiento de morera (*Morus alba* L.). *Revista Ricba* 1(1): 33-39. Consultado el 20 de mar. 2020. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/ricba/article/view/173/113>
- Martínez, BA; Leiva, MM. (2020). *Estudio comparativo de la producción de forraje y calidad nutricional de variedades de cultivo de alfalfa (Medicago sativa), en la Sierra Central*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Alcides Carrión]. Disponible en: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/599/1/T026_46559845_T%20-%20T026_44476754_T.pdf
- Martínez, AA, et al. (2020). Fertilización orgánica en mora (*Rubus glaucus Benth.*) con bioles en Ecuador. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(2), 45-56. <https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/71/711246007/html/>
- Medranda, EF; Cedeño, GA; Cargua, JE; Villacorta, HS; Lucas, LR. (2015). Efecto del biol bovino y avícola en la producción de pimiento dulce (*Capsicum annum* L.). *Revista Espamciencia* 7 (1): 15-21. Disponible en: http://190.15.136.171:4871/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/157/140
- Moreno, A. (2015). *Actividad de riego, abonado y tratamientos en cultivos*. Madrid, España, Paraninfo. 206 p.
- Odorizzi, AS. (2015). *Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (Medicago sativa L) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multífo-liolado obtenidas por selección fenotípica recurrente*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1834/Odorizzi%20-%20Par%20c3%a1metros%20gen%20c3%a9ticos%20rendimiento%20y%20calidad%20forrajera%20en%20alfalfas...%20%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Oñate, EX. (2014). *Respuesta agronómica del cultivo de coliflor (Brassica oleracea var. Skywalker) a la aplicación de biol enriquecido* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10541/1/Tesis-99%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20323.pdf>
- Pantaleón y Gonzales. (2020). *Instalación y manejo de la alfalfa en zonas altoandinas*. <https://media-ashoka.oengine.com/attachments/a5415f5b-18bc-408a-a52c-7eef0ac827e0.pdf>
- Príncipe, GJ. (2020). Efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares en tres estados fenológicos en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cieneguillo Centro-Sullana-2018. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura]. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14202/Tesis_62069.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Restrepo, RJ. (2019). *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de Vaca*. Disponible en: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Rodríguez, N; Spada, M. (2007). *Morfología de la alfalfa*. En: *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Basigalup, D. H. (Ed.) INTA. pp. 27-44.
- Sistema de Biobolsa. (2015). Sistema Biobolsa®/ Manual de BIOL Contenido. Manual de Biol, 17.
- Timana C, ML. (2020). *Efectos de la fertilización química-orgánica en el rendimiento de dos variedades de Alfalfa (Medicago sativa L.), en la Comunidad de Calpaqui, provincia de Imbabura* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo], Repositorio institucional: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/738/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000142.pdf>
- Tingal, J. (2015). *Evaluación de leguminosas en la región de Cajamarca –Baños del Inca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/984/TESIS%20JHENNY.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

- Toalombo, MC. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de Mora (Rubusglaucus Benth)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%2020205.pdf>
- Torres, JA; Reyes, JJ y Gonzáles, JG. (2016). Efecto del bioestimulante natural sobre algunos parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum Lycopersicum*, L.) bajo condiciones de salinidad. *Revista Ciencias Biológicas y de la Salud*, 23 (2): 11-15.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados generales de las variables evaluadas

Tabla 18. Datos del rendimiento del cultivo de alfalfa por efecto de los fertilizantes a base de estiércol de vacuno, cuy y ovino.

Bloques	Tratamiento			
	Cuy	Vacuno	Ovino	Testigo
I	2.92	2.78	2.32	1.98
II	2.83	2.76	2.34	1.37
III	2.91	2.69	2.32	1.94
Total	8.66	8.23	6.98	5.29
Prom	2.89	2.74	2.32	1.76

Tabla 19. Datos de la materia seca del cultivo de alfalfa por efecto de los fertilizantes a base de estiércol de vacuno, cuy y ovino.

Bloques	Tratamiento			
	Cuy	Vacuno	Ovino	Testigo
I	25.84	20.69	22.69	18.12
II	24.98	21.38	23.78	19.11
III	23.87	22.27	20.28	20.31
Total	74.69	64.34	66.75	57.54
Prom	24.92	22.25	21.45	19.18

Tabla 20. Datos de la altura de planta del cultivo de alfalfa por efecto de los fertilizantes a base de estiércol de vacuno, cuy y ovino.

Bloques	Tratamiento			
	Cuy	Vacuno	Ovino	Testigo
I	66.92	64.72	54.22	51.01
II	81.62	75.86	63.18	54.23
III	74.22	66.88	69.21	64.13
Total	222.76	207.46	186.61	169.37
Prom	74.25	67.81	62.52	56.34

Tabla 21. Datos del número de tallos del cultivo de alfalfa por efecto de los fertilizantes a base de estiércol de vacuno, cuy y ovino.

Bloques	Tratamiento			
	Cuy	Vacuno	Ovino	Testigo
I	79	75	73	65
II	83	81	79	72
III	85	77	66	66
Total	247	233	218	203
Prom	82	78	73	68

Tabla 22. Datos del número de hojas del cultivo de alfalfa por efecto de los fertilizantes a base de estiércol de vacuno, cuy y ovino.

Bloques	Tratamiento			
	Cuy	Vacuno	Ovino	Testigo
I	42	36	35	31
II	39	42	36	31
III	40	33	37	32
Total	121	111	108	94
Prom	38	37	36	31

Anexo 2. Resultados de los análisis de los bioles

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE: VICTOR PORTOCARRERO CARRASCO
PROCEDENCIA: CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA
MUESTRA DE: BIOL DE VACUNO
REFERENCIA: H.R. 69825-106C-22
BOLETA 5241: 5241
FECHA: 5/10/2022

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos totales g/L	M.O. en Solucion g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
200		5.25	17.38	10.21	9.87	1121.55	58.68	1558.33

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
200		213.17	145	405.83

N° LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
200		6.55	0.23	0.45	0.87	0.23

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE: VICTOR PORTOCARRERO CARRASCO
PROCEDENCIA: CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA
MUESTRA DE: BIOL DE CUY
REFERENCIA: H.R. 69825-106C-22
BOLETA 5241: 5242
FECHA: 5/10/2022

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos totales g/L	M.O. en Solucion g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
200		6.19	21.5	29.88	18.8	1578.67	85.39	3177.5

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
200		2867.5	489.25	582.25

N° LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
200		36.15	0.56	2.8	132.58	3.02

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE: VICTOR PORTOCARRERO CARRASCO
PROCEDENCIA: CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA
MUESTRA DE: BIOL DE OVINO
REFERENCIA: H.R. 69825-106C-22
BOLETA 5241: 5243
FECHA: 5/10/2022

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos totales g/L	M.O. en Solucion g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
200		6.97	16.02	11.45	10.12	1221.43	77.35	1758.33

N° LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
200		2267.5	245	485.83

N° LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
200		5.35	0.34	1.23	2.84	0.9

Anexo 3. Panel fotográfico del desarrollo de la investigación



Figura 10. Distribución de los tratamientos en el cultivo establecido de alfalfa



Figura 11. Toma de altura de planta de alfalfa



Figura 12. Toma de muestras de alfalfa para la materia seca



Figura 12. Toma de muestras de alfalfa para la materia seca



Figura 13. Secada de muestras para la obtener la materia seca de las muestras.