UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) BAJO CONDICIONES DE HUARAZ - 2020"

Presentada por:

Bach. JESÚS FRANK RAMOS ARANDA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Patrocinado por:

Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN

Huaraz – Perú

2022

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: w!ah{ !w!b5! W9{¨{Cw!bY

Código de alumno: млм¢лмло¢осм Teléfono: фусуффпрл

E-mail: ƧNI·Y2ăI·X dzyI·ăI·Y¢ŜŘdz¢LJŜ D.N.I. n°: птнмоопс

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- (●) Tesis
- ( ) Trabajo Académico
- ( ) Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)
- ( ) Trabajo de Suficiencia Profesional
- ( ) Trabajo de Investigación

3. Para optar el Título Profesional de:

LbD9bL9wh !Dwj bhah

4. Título del trabajo de investigación:

"EVALUACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVO DE ALFALFA (Medicago sativa L.) BAJO CONDICIONES DE HUARAZ - 2021".

5. Facultad de: Ciencias Agrarias

6. Escuela o Carrera: Ingeniería Agrónoma

7. Línea de Investigación(*): SANIDAD AGROPECUARIA Y SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTABLES

8. Sub-línea de Investigación(*): RECURSOS NATURALES, ECOLOGÍA, PRODUCCIÓN Y EXTENSIÓN AGROPECUARIA

(*)Según resolución de aprobación del proyecto de tesis

9. Asesor:

Apellidos y nombres t!W¦9[h wh[5#b /[!¸9¦{¢9wLh D.N.I n°: онлпспуу

E-mail: ŎLJI·ƨdzŜf2NI2 X dzyI·ăI·Y¢ŜŘdz¢LJŜ ID ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1450-7569

10. Referencia bibliográfica: Tesis en formato APA

11. Tipo de acceso al Documento:

- (●) Acceso público* al contenido completo.
- ( ) Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

12. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

……

14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz, 04/02/2022

Firma: Varillas Wiliam Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

*Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual Microsoft Teams, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía ***JESUS FRANK RAMOS ARANDA***, titulada: ***"EVALUACION DE CUATRO DOSIS DE ABONO FOLIAR BIOL EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVO DE ALFALFA (Medicago sativa L.) BAJO CONDICIONES DE HUARAZ - 2021",*** patrocinado por el ***Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN,*** *e*scuchada la sustentación, de manera virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título Profesional de INGENIERO AGRONOMO, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 04 de febrero de 2022.

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
PRESIDENTE

Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ
SECRETARIO

Dr . JUAN MOISES ROQUE GONZALES
VOCAL

Ing. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDAN
PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADA CON EXCELENCIA (19-20), APROBADA CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADA (14-16), DESAPROBADA (00-13).

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme y darme fortaleza, de haberme concluido mi carrera profesional de igual forma, dedico este trabajo de investigación a mi Padre: Enrique y mi Madre: Lourdes, de igual manera a mis hermanos: Enrique Junior y Blanca, que fueron los motivadores que me impulsaron a realizar parte de este gran sueño, que ahora está hecho realidad y a toda mi familia en general por su cariño y comprensión y que han sabido formarme con buenos sentimiento, hábitos, valores, los cuales me han ayudado a salir a delante buscando siempre el mejor camino.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi carrera. Al ingeniero Pajuelo Roldan Clay, asesor de mi tesis, por sus palabras, enseñanzas y guía en este proceso de la ejecución de mi tesis, al Dr. Ordoñez López César Julián coasesor de mi tesis, por su valioso aporte en la formulación y ejecución y por su permanente asesoramiento y enseñanza en mi formación humana y académica. A los señores miembros del jurado calificador, por su aporte y observaciones en el enriquecimiento del presente trabajo y a todos mis profesores de quienes siempre guardare un grato recuerdo por sus enseñanzas y amistad que me brindaron.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....i
FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS ii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS……...iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTOS vi
ÍNDICE DE CONTENIDO vii
INDICE DE TABLAS viii
INDICE DE FIGURAS ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO TEÓRICO 4
2.1. Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) 4
2.2. Clasificación Taxonómica 5
2.3. Morfología de la Alfalfa 5
2.4. Variedad: Alfalfa Hortus 901 6
2.5. Requerimientos edafoclimáticos 7
2.6. Abonos orgánicos 18
2.7. Abonos orgánicos líquidos 22
2.8. Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos líquidos 22
2.9. Importancia del abono orgánico líquido 23
2.10. Biol 23
2.11. El biol como proveedor de nutrientes 25
2.12. El biol como repelente de plagas y enfermedades 25
2.13. Composición del biol 25
2.14. Proceso de producción del biol 27
2.15. Ventajas y desventajas del uso de biol en la agricultura 30
2.16. Dosificación de biol 31
2.17. Proceso de absorción de nutrientes a través de las hojas 32
2.18. Resultados de Investigaciones al hacer uso del biol 33
2.19. Microorganismos Eficientes – EM 36
2.20. Definición de Términos Básicos 38
2.21. Hipótesis 39
3. MATERIALES Y MÉTODOS 41

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.1. Ubicación del Experimento 41
3.4. Materiales y Equipos 44
3.4.1. Materiales 44
3.4.2. Equipos 45
3.5. Métodos 46
3.5.1. Tipo de Investigación 46
3.5.2. Diseño de Investigación 46
3.5.3. Población o Universo 47
3.5.4. Unidad de Análisis y Muestra 48
3.5.5. Técnicas (procedimientos) e Instrumentos de Recolección de Datos 48
3.5.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 48
3.5.7. Parámetros Evaluados 49
3.6. Procedimiento de la Investigación 50
3.6.1. Labores pre culturales 50
3.6.2. Labores culturales 50
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 52
4.1. Resultados 52
4.1.1. Primer Corte 52
4.1.1.1. Altura de Planta 53
4.1.1.2. Producción de Forraje Verde 54
4.1.1.3. Producción de Materia Seca 55
4.1.2. Segundo Corte 57
4.1.2.1. Altura de Planta 57
4.1.2.2. Producción de Forraje Verde 58
4.1.2.3. Producción de Materia Seca 59
4.1.2.4. Análisis Económico 61
4.2. Discusión 61
4.2.1. Altura de Planta 62
4.2.2. Producción de Forraje Verde 63
4.2.3. Producción de Materia Seca 64
4.2.4. Análisis Económico 65
5. CONCLUSIONES 66
6. RECOMENDACIONES 67
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68
APÉNDICE 1
GALERÍA DE FOTOS 3

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Requerimientos de macronutrientes y micronutrientes en función de la producción 10
Tabla 2.- Cantidad de los ingredientes del biol-abono foliar....28
Tabla 3.- Operacionalización de variables.... 40
Tabla 4.- Composición nutricional del Biol....45
Tabla 5.- Esquema general de análisis de varianza- ANVA 49
Tabla 6.- Análisis de varianza de la altura de planta en el primer corte 53
Tabla 7.- Comparación múltiple de Duncan de la altura de planta en el primer corte.... 54
Tabla 8.- Análisis de varianza de la producción de forraje verde en el primer corte 54
Tabla 9.- Comparación múltiple de Duncan del forraje verde en el primer corte 54
Tabla 10.-Comparación múltiple de Duncan de materia seca en el primer corte 55
Tabla 11.-Comparación múltiple de Duncan de producción de materia seca en el primer corte 55
Tabla 12.- Análisis de varianza de la altura de planta en el segundo corte 56
Tabla 13.- Comparación múltiple de Duncan de la altura de planta en el segundo corte.... 57
Tabla 14.- Análisis de varianza de la producción de forraje en verde en el segundo corte 58
Tabla 15.- Comparación múltiple de Duncan de producción de forraje verde en el segundo corte 58
Tabla 16.- Análisis de varianza de la producción de materia seca en el segundo corte 59
Tabla 17.- Comparación múltiple de Duncan de producción de materia seca en el segundo corte 59
Tabla 18.- Resultado de campo de cultivo de Alfalfa (promedio dos cortes)....60
Tabla 19.- Recomendación y uso de biol (L/ha)....60
Tabla 20.- Análisis económico 61

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....53
Figura 2.- 54
Figura 3.- 56
Figura 4.- 57
Figura 5.- 58
Figura 6.- 60

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

RESUMEN

Introducción: El poco conocimiento sobre el cultivo de la alfalfa que tienen los productores alto andinos de Áncash hace que tengan bajos rendimientos por superficie cultivada. El Ministerio de Agricultura y Riego reporta un rendimiento de forraje verde promedio nacional de 6.1 t/ha/corte (MINAGRI, 2017). Por ello el objetivo fundamental es evaluar cuatro dosis de abono foliar biol con la finalidad de incrementar los rendimientos. Materiales y métodos: El presente trabajo se realizó en la localidad de Bellavista, en inmediaciones de la ciudad de Huaraz, capital del departamento de Ancash, ubicado a 9º 32´ 38" latitud sur y 77º 31´ 11" longitud oeste. Es una investigación experimental con un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), en parcelas de 9 m^2, con cuatro repeticiones. La variedad de alfalfa utilizada fue Hortus 901. Los tratamientos corresponden a un testigo como T-1 (sin biol), T-2 (100 L/ha de biol), T-3 (200 L/ha de biol) y, T-4 (300 L/ha de biol), aplicados en tres partes (a los 7, 14 y 21 días después del corte). Resultados: La altura de planta da una respuesta altamente significativa en los diferentes tratamientos, con pequeñas diferencias entre el primer y segundo corte, donde el mejor tratamiento T-4 tiene entre 70.75 cm y 71.75 cm de altura respectivamente; en el tratamiento testigo T-1 se encuentra 58.75 cm y 63.00 cm entre el primer y segundo corte, que concuerda con otros estudios. La producción de forraje verde, motivo fundamental del estudio, da respuestas altamente significativas entre los diferentes tratamientos, por lo cual se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales; encontrando de que la mejor dosis corresponde al T-4 (300 L/ha de biol) con un rendimiento promedio entre los dos cortes de 19,162.50 kg/FV/ha y, en el testigo T-1 (sin biol) de 9879.00 kg/FV/ha. En producción de materia seca también se encontró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, con 5,240 kg/MS/ha en el T-4 y 1,956 kg/MS/ha en el testigo. Conclusiones: Los resultados obtenidos son mejores a lo reportado por el MINAGRI con un promedio a nivel nacional de 6.1 t/FV/ha, es decir, más que triplicando la producción. En el análisis económico encontramos que la Relación Valor Costo V/C (cociente que resulta de dividir el valor del aumento de la producción sobre el testigo, entre el costo del biol utilizado), donde el T-2 (100 L/ha de biol) es el más rentable, obteniéndose mayor retorno por cada sol invertido).

Palabras clave: Alfalfa, abono orgánico, biol, microrganismos eficientes.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

ABSTRACT

Introduction: The little knowledge about the cultivation of alfalfa that the high Andean producers of Áncash have means that they have low yields per cultivated area. The Ministry of Agriculture and Irrigation reports a national average green forage yield of 6.1 t / ha / cut (MINAGRI, 2017). Therefore, the main objective is to evaluate four doses of biol foliar fertilizer in order to increase yields. Materials and methods: The present work was carried out in the town of Bellavista, in the vicinity of the city of Huaraz, capital of the department of Ancash, located at 9º 32´ 38 "south latitude and 77º 31´ 11" west longitude. It is an experimental investigation with a Random Complete Block Design (DBCA), in 9 m2 plots, with four repetitions. The alfalfa variety used was Hortus 901. The treatments correspond to a control such as T-1 (without biol), T-2 (100 L / ha of biol), T-3 (200 L / ha of biol) and, T -4 (300 L / ha of biol), applied in three parts (at 7, 14 and 21 days after cutting). Results: Plant height gives a highly significant response in the different treatments, with small differences between the first and second cut, where the best T-4 treatment is between 70.75 cm and 71.75 cm in height respectively; in the control treatment T-1, there is 58.75 cm and 63.00 cm between the first and second cut, which is consistent with other studies. The production of green forage, the fundamental reason for the study, gives highly significant responses between the different treatments, thus rejecting the null hypothesis that the treatments are the same; finding that the best dose corresponds to T-4 (300 L / ha of biol) with an average yield between the two cuts of 19,162.50 kg / FV / ha and, in the control T-1 (without biol) of 9879.00 kg / FV / ha. In dry matter production, significant differences were also found between the different treatments, with 5,240 kg / DM / ha in the T-4 and 1,956 kg / DM / ha in the control. Conclusions: The results obtained are better than those reportedby MINAGRI with a national average of 6.1 t / FV / ha, that is, more than tripling production.In the economic analysis we find that the Cost Value V / C Ratio (quotient that results from dividing the value of the increase in production over the control, between the cost of the biol used), where the T-2 (100 L / ha of biol) is the most profitable, obtaining a higher return for each sun invested).

Key words: Alfalfa, organic fertilizer, biol, efficient microorganism

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

1. INTRODUCCIÓN

Para los pobladores de las comunidades alto andinas de Áncash su principal fuente de ingreso es la ganadería bovina lechera ya que cubren sus necesidades económicas con la venta de sub productos de esta, para lo cual la base es la alimentación que reciben estos animales, sin embargo, los ganaderos de dicha zona tienen poco conocimiento del rendimiento de los pastos y la implicancia de estos en la producción lechera.

La actividad ganadera es de fundamental importancia para el área rural y la seguridad alimentaria del país. Esta actividad genera empleo e ingreso a 1.8 millones de familias, que equivalen a 7.6 millones de personas, y representa el 40.2 % del Valor Bruto de la Producción (VBP) del Sector Agropecuario. El mayor crecimiento en la actividad avícola yporcina se debe, en parte, a su buen nivel tecnológico y producción a gran escala; condiciones que contrastan con los sistemas de crianza de las otras especies como vacunos,ovinos, camélidos, caprinos y cuyes; donde los productores son principalmente pequeños y medianos, con bajo nivel tecnológico y limitado acceso a servicios ganaderos (MINAGRI, 2017).

Buelvas (2009), menciona que, las pasturas y forrajes, con su gran capacidad para producir materia seca (MS) para el consumo de animales, constituyen uno de los cultivos agrícolas más importantes como lo son el maíz, la soya, el arroz etc. Por lo tanto, deben recibir la misma atención y manejo que cualquiera de estos.

Flores-Martínez (2005) manifiesta que, los pastos constituyen la base de la alimentación animal, mantienen al 84 % de la ganadería nacional. Sin embargo, se estima que solamente 9.5% de la vegetación nativa es de condición buena y por lo menos el 60 % es de condición pobre. Alrededor del 60% de las familias rurales (30 % del total de familias en el país) viven en extrema pobreza realizando ganadería de subsistencia. Tal situación afecta no solo la producción ganadera y la productividad de las áreas cultivadas sino también, la pérdida de los recursos de flora y fauna, limitando el ingreso económico de la población campesina de forma significativa ocasionando en gran medida su pobreza.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Según Agronoticias (2016) el departamento de Ancash tiene 301,783 cabezas de ganado vacuno, que es la segunda actividad ganadera más importante, posee alrededor de 900,500 ha de pastos naturales. Sin embargo, para incrementar la ganadería extensiva en cantidad y calidad se necesita pastos mejorados.

MINAM (2019) señala que la alfalfa (*Medicago sativa* L.) si bien no es nativa, es una de las especies leguminosas más cultivadas e importantes del Perú. La alfalfa se emplea para la alimentación del ganado y la producción de cuyes y conejos, tanto por la cantidad de forraje obtenido por superficie cultivada, como por su valor nutritivo. Las estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego, indican que en el Perú se siembra alrededor de 172 mil hectáreas, distribuidas principalmente en las zonas altas de Puno (55.4 mil ha) y Tacna (11.1 mil ha).

Román, G. (2012) manifiesta que los rendimientos (de la alfalfa), escasamente llegan de 6 a 8 toneladas de forraje verde por corte; esto hace necesario mejorar y ampliar las fronteras de pastizales cuyos rendimientos sean superiores.

La situación o realidad problemática que se presenta en la actualidad en la producción de la alfalfa, es el bajo rendimiento que se obtiene por superficie cultivada. Siendo el rendimiento promedio nacional de 6.1 t/ha/corte, en forraje verde (MINAGRI, 2017). Esto se debe principalmente a que los productores no aplican tecnologías correctas para la producción de la alfalfa; una alternativa de tecnología que se propone es el uso de aplicación de abono foliar biol para incrementar la productividad. Por ello el presente trabajo tiene la finalidad de incrementar los rendimientos, que al tiempo que controlan la contaminación del medio ambiente se adecuará tecnologías apropiadas con la finalidad de mejorar el rendimiento en forraje verde de alfalfa.

Por esta razón en la ejecución del presente trabajo de investigación se ha propuesto la evaluación de cuatro niveles de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), lo cual se justifica por que contribuirá al conocimiento de los productores para mejorar la producción de alfalfa. Dicho trabajo ya realizado está a la disposición de los productores del ámbito de estudio y de las instituciones.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Para responder a la realidad problemática se ha planteado la siguiente pregunta: ¿En qué medida la variable independiente (causa) aplicación de biol, va a determinar un cambio en la variable dependiente (efecto) rendimiento de forraje verde del cultivo de alfalfa *(Medicago sativa* L.*)?*

Objetivo general:

- Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de biol en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en condiciones climáticas de Huaraz.

Objetivos específicos:

- Comparar el efecto de cuatro dosis de biol como fuente de abono foliar en el crecimiento -altura de planta- de la alfalfa
- Analizar el efecto de cuatro dosis de biol como fuente de abono foliar en el rendimiento de forraje verde de alfalfa.
- Identificar la respuesta de la mejor dosis de biol en el rendimiento de materia seca de la alfalfa.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos, estableciendo la utilidad sobre el tratamiento testigo y su relación valor costo –V/C-.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Cornacchione (2010), CEDEP (2012) y, Restrepo, Gómez y Escobar (2014), indican que la alfalfa es un cultivo que, por sus características, sería deseable que esté presente en todas las cadenas forrajeras de los sistemas dedicados a la producción de carne y leche. Sin embargo, no todas las regiones son aptas para su establecimiento, dado que existen limitantes de tipo agroclimáticas.

Según Dammer (2004), la alfalfa (*Medicago sativa* L.), por sus características fisiológicas, es más resistente que otros pastos forrajeros respecto a sequías y heladas, y responde bien en distintas texturas de suelo. La alfalfa se ha adaptado a muchas y diversas condiciones de clima y suelos en todo el planeta. Tiene un ciclo de vida de 5 a 6 años con buena productividad. Es una planta herbácea forrajera perenne de gran valor nutritivo para el ganado. Las alternativas de uso de la alfalfa también son amplias: forraje en verde, en seco, procesada como harina de alfalfa y en como complemento energético y medicinal de uso humano.

El Ministerio del Ambiente (2019), señala que según el IV CENAGRO, en el Perú existen 202,840 productores que siembran un promedio de 0.8 ha de alfalfa: es el segundo cultivo con más productores de los que siembran cultivos permanentes; asimismo mencionan que la alfalfa es el tercer cultivo permanente que más superficie sembrada ocupa en el país, con 152,300 ha.

Tenorio (2007), CEDEP (2012) y Restrepo (2014), señalan que la alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Caúcaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV a. C. La difusión de su cultivo se llevó a cabo por los árabes a través del norte de África, luego a España donde se extendió a toda Europa.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2. Clasificación Taxonómica

El MINAM (2019) nos muestra que la base de datos del Jardín Botánico de Missouri reporta un listado de 677 registros para el género Medicago L., del cual *Medicago sativa* L. es el espécimen tipo. De este total, se tienen 503 registros de especies. Para el Perú se tienen 12 registros de colecciones de especies relacionadas con *M. sativa* L., que se realizaron entre 1964 y 2003. Por otro lado, según la taxonomía de la ITIS (Interagency Taxonomic Information System), el género Medicago tiene 38 especies, 5 subespecies y 1 variedad como subtaxa aceptados. Se incluyen los reportes de búsqueda del género y la especie *Medicago sativa* L., además de las otras especies que se reporta para Perú.

Jerarquía taxonómica *Medicago sativa* L.

Reino	*Plantae* (plantas)
Sub reino	*Viridiplantae* (plantas verdes)
Infrareino	*Streptophyta* (plantas de tierra)
Superdivisión	*Embryophyta*
División	*Tracheophyta* (Plantas vasculares)
Subdivisión	*Spermatophyta* (plantas con semillas, fanerógamas)
Clase	*Magnoliopsida*
Superorden	*Rosanae*
Orden	*Fabales*
Familia	*Fabaceae*
Género	*Medicago*
Especie	*Medicago sativa* L. alfalfa

2.3. Morfología de la Alfalfa

CEDEP (2012), indica que la alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas. Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto:

- La raíz es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5 m de longitud), con numerosas raíces secundarias. De esta manera, la planta es especialmente resistente

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

a la sequía.

- Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos.
- Los tallos son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas, además son muy consistentes, por tanto, es una planta muy adecuada para la siega.
- Las hojas son trifoliadas, con márgenes lisos y con bordes superiores ligeramente dentados.
- Las flores son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas.
- Sostiene que la alfalfa llega a alcanzar una altura de 1 metro, desarrollando densas agrupaciones de pequeñas flores púrpuras.
    - Tiene un genoma tetraploide. Como todas las leguminosas, sus raíces poseen nódulos conteniendo las bacterias *Sinorhizobium meliloti*, con habilidad de fijar nitrógeno, produciendo alimento alto-proteico, sin importar el nitrógeno disponible en el suelo.
    - Su habilidad fijadora de nitrógeno (incrementando el N del suelo) y su uso como forraje animal mejora la eficiencia de la agricultura.

2.4. Variedad: Alfalfa Hortus 901

Características:

- Fue desarrollada por selecciones de la Universidad de California y por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, por su resistencia al ataque de pulgones.
- Alfalfa de dormancia 9, de alta productividad.
- Rendimientos estables y buena performance.
- Se adapta a diferentes suelos y clima, pero con una fibra de mayor digestibilidad
- Sanidad de hoja superior y uniformidad de la planta.
- Ideal para suelos pobres, pedregosos y secos, con bajo porcentaje de materia orgánica
- Tolerante a la salinidad (nivel medio) durante todo el ciclo del cultivo.
- Planta frondosa con hojas color verde oscuro, muy llamativas.
- También destaca por su rusticidad

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Recomendaciones:

- Se recomienda para zonas de costa y sierra media, para ganaderos que buscan incrementar su producción forrajera.
- No tolera heladas.
- Dosis de siembra, de 25 a 30 kg por ha.
- En suelos de textura arcillosa se sugiere una profundidad de siembra de 0.6 a 1.3 cm.
- Es importante mantener la humedad constante durante los 10 días posteriores a la siembra, para que las semillas puedan germinar correctamente.

Ficha técnica de alfalfa Hortus 901

ADAPTACIÓN	DENSIDAD DE SIEMBRA	DURACIÓN DE LA PRADERA	CAPACIDAD DE CARGA	PRODUCCIÓN	INTERVALO DE CORTE	USO
Costa y Sierra Media	25 a 30 kg/ha	4 a 6 años	3 a 4 animales/ha	> a 20 t/FV/ha/corte	35 a 40 días	Corte o pastoreo

Fuente: Hortus

2.5. Requerimientos edafoclimáticos

a. Tipo de suelos

Cornacchione (2010), indica que la alfalfa se adapta a diferentes condiciones de suelo, siendo los más aptos los de textura franca. Una condición importante es que tengan buen drenaje y suficientemente profundos que permitan un buen desarrollo radicular. La especie no prospera bien cuando existe algún impedimento en el perfil que restringe su desarrollo. Los impedimentos pueden ser de tipo: mecánico (horizontes densos), físico (falta de aireación, exceso de humedad), o químico (acidez, alcalinidad elevada). Estos factores no sólo disminuyen la producción sino también la persistencia, ya que las plantas están imposibilitadas de acumular reservas para un aprovechamiento intensivo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

b. Radiación solar

La radiación solar es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. La radiación solar favorece la técnica del presecado en campo en las regiones más cercanas al ecuador, y dificulta el secado en las regiones más hacia el norte (CEDEP, 2012).

c. Temperatura

La semilla germina a temperaturas de 2 a 3° C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28 a 30 °C. Temperaturas superiores a 38° C resultan letales para las plántulas. Existen variedades de alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10° C). La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15° C. Siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades de 18 a 28° C (CEDEP, 2012).

d. pH

CEDEP (2012), manifiesta que el pH óptimo del cultivo es de 7.2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6.8, además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y manganeso que son tóxicos para la alfalfa. Existe una relación directa entre la formación de nódulos y el efecto del pH sobre la alfalfa. La bacteria nodulante de la alfalfa es *Rhizobium meliloti*, esta especie es neutrófila y deja de reproducirse por debajo de pH 5. Por tanto, si falla la asimilación de nitrógeno la alfalfa lo acusa.

Duarte (2007), indica que el pH del suelo condiciona el rendimiento y la salud de la alfalfa, debido a su impacto en la dinámica de los nutrientes (en el calcioy el fósforo) y al determinar la viabilidad de la nodulación. Las bacterias no pueden sobrevivir a bajos niveles de pH. En esas condiciones no hay fijación de nitrógeno y

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

la planta lo tiene que extraer del suelo para poder formar sus proteínas.

e. Salinidad

La alfalfa es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea (Tenorio, 2007).

f. Necesidades de agua

Cornacchione (2010), indica que la alfalfa tiene un alto coeficiente de transpiración, es decir presenta una baja eficiencia de conversión de agua en materia seca. Requiere alrededor de 850 lt de agua por kg de materia seca (MS), formada, lo que supone una demanda de 0.085 mm/kg de MS, pudiendo variar según las estaciones del año de acuerdo a la demanda evaporativa.

Según Duarte (2007), la alfalfa es una especie de gran plasticidad, que puede prosperar desde las regiones semiáridas hasta las húmedas (es decir, en un rango óptimo de entre 500 y 1000 milímetros por año) y requiere suelos bien aireados. Esta leguminosa no desarrolla bien en suelos de textura fina. La alfalfa está adaptada morfológica y fisiológicamente para resistir prolongados déficits hídricos, como consecuencia de que sus raíces pueden penetrar profundamente en el perfil del suelo y están en condiciones de extraer agua desde más de dos y cuatro metros, a partir del segundo y del tercer año, respectivamente.

g. Requerimientos nutricionales y fertilización de la alfalfa

CEDEP (2012), indica que los requerimientos nutricionales varían según el nivel de producción y el manejo a que es sometido el cultivo. Bajo cualquier sistema de aprovechamiento hay una demanda continua de nutrientes durante todo el ciclo de producción, pero la intensidad de esa demanda cambia en función de las condiciones ambientales y el estado de desarrollo de la planta. La necesidad

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

también varía con las épocas del año.

Las necesidades son máximas cuando la alfalfa se usa exclusivamente para corte, porque no existe un reciclado de nitrógeno a través de la orina o del potasio y del fósforo mediante la bosta. Estos últimos se pueden reciclar en un 70 u 80 por ciento (Duarte, 2007).

Moreno y Talbot (2010), reporta que los requerimientos de macro y micronutrientes en función de la producción de Alfalfa, son los que se observa en la Tabla 1.

Tabla 1.- *Requerimientos de macro y micronutrientes en función de la producción de alfalfa.*

Producción de forraje, t/ha	Requerimiento de nutrientes, Kg/ha.							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu
Hasta 9	227	25	205	99	17	18	0.22	0.06
9 a 11.2	253	32	270	121	21	22	0.28	0.07
11.2 a 13.4	351	38	315	148	27	28	0.34	0.08
13.4 a 15.7	418	45	379	162	29	32	0.37	0.09
15.7 a 17.9	480	53	451	187	34	38	0.41	0.10
+ de 17.9	559	61	524	226	39	47	0.48	0.12

Fuente: Moreno & Talbot (2010).

- Nitrógeno

CEDEP (2012), señala que el nitrógeno es el elemento químico más importante ya que está relacionado con una gran cantidad de funciones básicas. Entre las más importantes están el crecimiento de la planta, la formación de la clorofila y la actividad fotosintética. La alfalfa, como todas las leguminosas, obtiene el nitrógeno mediante relación simbiótica con una bacteria del género Rizobium, que no sobrevive a bajos niveles de pH. Gracias a esta simbiosis, la fertilización con nitrógeno no es primordial, pero es preciso verificar que la nodulación sea suficiente para que la alfalfa obtenga la cantidad necesaria de este nutriente.

Duarte (2007), reporta que la alfalfa obtiene el nitrógeno mediante su

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

relación simbiótica con el Rizobium. Los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada depende del número de plantas que tiene la pastura.

- Fósforo

El elemento más importante para el cultivo es el Fósforo, determinante para un establecimiento exitoso y buen desarrollo radicular. Además, en condiciones adversas (suelos fríos o sequías que reducen la absorción de los nutrientes) ayuda a que continúe el desarrollo radicular y asegure la supervivencia de la planta (CEDEP, 2012).

- Potasio

Tenorio (2007), indican que el potasio es el nutriente requerido en mayores cantidades para lograr una alta producción. El potasio está presente en la planta en una concentración mayor a la de cualquier otro elemento mineral, con la posible excepción del Nitrógeno. Por lo que, con frecuencia el Potasio es el elemento mineral clave para la obtención de máximos rindes y calidad en alfalfa. Con cortes frecuentes en un estadio juvenil del alfalfar la concentración de Potasio en la planta ha resultado ser alta, aumentando la importancia de la fertilización potásica. Si el potasio no se encuentra presente en cantidades adecuadas, el alfalfar rápidamente se degrada y es reemplazado por malezas. Este fenómeno es más marcado en pasturas mixtas, en donde las gramíneas son capaces de eliminar competitivamente a la alfalfa en la absorción de potasio.

Las funciones del potasio en la planta son:

- Síntesis y degradación de carbohidratos y traslocación de almidón resultando en mayor área foliar y en un retraso en la senescencia de la hoja.
- Metabolismo del Nitrógeno y síntesis de proteínas reduciendo los niveles de nitrógeno no proteico.
- Estimula la fijación de Nitrógeno.
- Control y regulación de la actividad de numerosos nutrientes minerales esenciales.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Esencial para muchos sistemas enzimáticos.
- Promoción del crecimiento de meristemas jóvenes.
- Mejora la resistencia a enfermedades e insectos.

- Calcio

Tenorio (2007), indica que el calcio es fundamental para la iniciación del nódulo más que para su desarrollo. Beneficia la fijación de nitrógeno y está muy ligado al pH del suelo, regulando la disponibilidad de otros elementos.

De igual manera Duarte (2010), señala que el calcio es vital para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular.

- Zinc

Tenorio (2007), reportan que el zinc juega un importante rol en varios sistemas enzimáticos de la planta. Crecimiento reducido y variación en la concentración de Auxinas están asociados a deficiencia de zinc. Así mismo plantas con deficiente aprovisionamiento de zinc presentan disminución en la absorción de agua. La mayoría de los suelos tienen niveles adecuados de zinc, pero suelos muy meteorizados y de textura gruesa que han sido cultivados intensamente, usualmente bajo riego, son actualmente bajos en zinc. La disponibilidad de zinc puede ser un problema en suelos calcáreos y altos niveles de fósforo pueden inducir deficiencias en zinc.

- Azufre

CEDEP (2012), manifiesta que el azufre interviene en la síntesis de las proteínas y es deficitario en los suelos arenosos. Los problemas por deficiencia se acentúan a partir del segundo año de cultivo. Sus síntomas de carencia suelen coincidir con los de nitrógeno. Si se añade sulfato amónico, el suelo se enriquece lo suficiente para cubrir las necesidades de la planta.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tenorio (2007), sostienen que otras funciones del azufre son:

- Mejorar la eficiencia de uso del P.
- Mejorar la calidad del forraje como el aumento de peso de los animales.
- Es esencial para una adecuada fijación del N. Tiene una vital importancia en la nodulación, aumentando el número y peso de los mismos.

- Boro

La alfalfa es el cultivo extensivo de mayor exigencia de Boro (B). La extracción de B del suelo, es 10 veces mayor en alfalfa en el primer año de cultivo, que con girasol. El Boro es esencial en la actividad meristemática y división celular, de ahí que una falta de este elemento produzca daños en los meristemas apicales y muerte de los ápices y brotes laterales. Esta función en la división celular explica la irregularidad en la expansión de los entrenudos y en una pobre expansión radicular. Es también determinante para el desarrollo de semillas y frutos. La deficiencia de Boro reduce la calidad del forraje al atrasar la madurez y aumentar la perdida de hojas. Tiene un importante efecto sobre la fijación biológica. Nódulos deficientes en Boro, desarrollan estructuras infectivas anormales, con pérdida de bacterioides dentro de las células. El nivel de nitrogenasa disminuye y, por consiguiente, la cantidad de N2 fijado. El Boro tiene, además, un efecto beneficioso indirecto al favorecer la proliferación de micorrizas, aumentando la absorción de minerales de baja movilidad como P, Zn y Cu. La deficiencia en B disminuye la absorción de fósforo (Tenorio, 2007).

- Molibdeno

Los suelos ácidos pueden presentar carencia de molibdeno, que afecta al funcionamiento de las bacterias fijadoras de nitrógeno. El fósforo y la cal favorecen la absorción y disponibilidad del molibdeno en el suelo. Los síntomas de carencia coinciden con los del nitrógeno y se suelen dar en terrenos arenosos y muy ácidos. Cuando es preciso añadirlo al terreno, suele hacerse en forma de molibdato sódico o amónico (Tenorio, 2007).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Cobalto

Tenorio (2007), reportan que el cobalto fundamentalmente participa en la síntesis de Leghemoglobina. Para que la bacteria en el nódulo trabaje, debe haber una concentración de oxígeno permanente y estable. Esta concentración de oxígeno está regulada por la Leghemoglobina, pigmento rojo que le da color característico al nódulo activo. Además, el cobalto es un cofactor de dicha enzima, sin la presencia del mismo no se forma Leghemoglobina. La deficiencia de Cobalto causa muerte de los nódulos por intoxicación de las bacterias con oxígeno.

- Manganeso y hierro

Tenorio (2007), indican que entre estos dos elementos asisten en la síntesis de clorofila. Están involucrados en varios sistemas oxido-reducción. El hierro interviene en la respiración como constituyente de pigmentos. Los problemas de deficiencia de Mn y Fe son raros en alfalfa. Sin embargo, la deficiencia puede ser producida por un pH neutro o alcalino, pobre drenaje o por factores biológicos. En suelos fuertemente ácidos el Mn es reducido de su forma insoluble oxidada (Manganeso mangánico), a una forma intercambiable y soluble (Manganeso manganoso). El encalado del suelo puede producir deficiencia en Mn y Fe. Si se sabe que un suelo es pobre en Mn, solo niveles moderados de cal deben ser usados. Sin embargo, en muchos suelos alcalinos el Fe puede ser absorbido en cantidades suficientes.

- Magnesio

Según Tenorio (2007), el magnesio está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos. El magnesio es muy importante en la nutrición vegetal ya que es esencial para la fotosíntesis (forma parte de la molécula de clorofila) y activa muchos sistemas enzimáticos que regulan el metabolismo de hidratos de carbono y aceites, así como el metabolismo del Nitrógeno. Al igual que el Calcio, están muy asociados al pH de suelo y al encalado. El continuo encalado puede producir deficiencia de Mg, al igual que altos niveles de fertilización con K. La alfalfa es

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

considerada una fuente superior de Ca y Mg en raciones animales con forrajes de gramíneas o silos de maíz. Aunque el contenido de estos nutrientes en la planta puede ser variable debido sobre todo a la disponibilidad de dichos nutrientes.

- Cobre

Su rol en las plantas es complejo. Es un activador enzimático o parte de moléculas de enzimas. El cobre del suelo esta menos disponible a pH 7 a 8 que a menores valores. Las deficiencias de Cu están por lo general asociadas a suelos arenosos y muy lavados (Tenorio, 2007).

h. Riego

CEDEP (2012), indica que la cantidad de agua aplicada depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. En áreas húmedas el riego retiene la producción durante los periodos secos cuando la lluvia no proporciona la humedad suficiente para una elevada producción. En áreas con estaciones húmedas y secas definidas el riego proporciona seguridad en caso de sequía durante la estación húmeda y para una producción de heno o pasto durante la estación seca. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000 m^3/ha. En riego por aspersión será de 880 m^3/ha. Además, señala que la alfalfa requiere la administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. Si el aporte de agua está por encima de las necesidades de la alfalfa disminuye la eficiencia de la utilización del agua disponible.

i. Control de malas hierbas

El control de las malas hierbas durante la nascencia del cultivo se realiza aplicando las técnicas culturales adecuadas. En los cultivos establecidos, la invasión de las malas hierbas en el alfalfar se produce antes del rebrote, debilitando a la alfalfa y retrasando su crecimiento. Las malas hierbas perjudican a los alfalfares de riego, siendo las más perjudiciales las gramíneas perennes tipo gramas. Si el cultivo de

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

destina a la producción de heno o a la deshidratación, el tratamiento herbicida se recomienda durante el segundo o tercer año (CEDEP, 2012).

j. Momento adecuado para el corte o pastoreo

Cornacchione (2010), reporta que es importante que la pastura de alfalfa se desarrolle hasta plena floración antes de la primera utilización, para favorecer el crecimiento y fortalecimiento del sistema radicular de las plantas que le permitan abastecer las necesidades del abundante crecimiento de follaje. El indicador del momento más adecuado de aprovechamiento es la aparición de los rebrotes de corona. Con fines prácticos, se recomienda cortar o pastorear cuando en el cultivo aparecen las primeras flores, que equipara al 10% de floración.

k. Frecuencia del corte

La frecuencia del corte varía según el manejo de la cosecha, siendo un criterio muy importante junto con la fecha del último corte para la determinación del rendimiento y de la persistencia del alfalfar. Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una reducción en su rendimiento y densidad. El rebrote depende del nivel de reservas reduciéndose éstas cuando los cortes son frecuentes (Tenorio, 2007).

l. Producción de forraje

Di Nucci y Valentinuz (2008), señalan que la acumulación de forraje es la respuesta del genotipo al medio ambiente. Mientras la radiación solar, a través de la fotosíntesis, es la fuerza primaria que determina el límite superior de la productividad potencial, la temperatura y las lluvias cumplen un rol modulador en la determinación del potencial productivo registrado en un sitio. La producción promedio anual de forraje de alfalfa (Medicago sativa L.), en suelos molisoles es de 10 Tn MS/ha, con máximos y mínimos de 18 y 6 Tn MS/ha.

García, Cangiano y Fernández (2005), dentro de los componentes del

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

rendimiento de la alfalfa en la etapa de prefloración registró, 28.3 tallos por planta, con una altura de 59.9 cm cada uno.

m. Valor nutritivo de la alfalfa

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas. Su valor energético es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Los elevados niveles de B-carotenos (precursores de la vitamina A), influyen en la reproducción de los bovinos (Tenorio, 2007).

n. Calidad de forraje

CEDEP (2012), indica que si se pretende acceder a mejor calidad forrajera los aprovechamientos se deben anticipar a la etapa de botón floral, con la precaución de respetar un descanso mínimo para no afectar la persistencia de la pastura de alfalfa, por cuanto su calidad nutritiva dependerá de la edad o estado fisiológico en el que se le corte.

o. Dormancia en semilla de alfalfa

La dormancia es un mecanismo de inhibición de la germinación que tienen las semillas de varias especies. Las semillas rompen naturalmente la dormancia cuando se dan en forma continua condiciones ambientales propicias para la germinación (CEDEP, 2012).

CEDEP (2012), manifiesta que los cultivares no dormantes (dormancia 9), poseen características muy significativas frente a las demás:

- Excelente producción todo el año.
- En épocas de mayo a agosto, tienen un alargamiento de corte de 10 a 15 días.
- Las producciones de materia verde y seca son altas en distintos tipos de suelo y épocas del año y, poseen altos niveles de proteína.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Se recomienda como destino el uso de heno y ensilaje.
- El pastoreo debe ser controlado, para no maltratar la corona.
- Con buen manejo debe obtenerse de 10 a 11 cortes/año.

2.6. Abonos orgánicos

Para que las plantas crezcan fuertes y sanas es necesario un suelo fértil que les brinde todos los nutrientes que necesitan. Entre las alternativas más recomendables en el manejo sostenible del recurso suelo, está la aplicación de abonos orgánicos con la finalidad de mejorar y recuperar la fertilidad natural de los suelos, utilizando materiales e insumos locales para disminuir progresivamente el uso de los fertilizantes químicos, causantes de la degradación de áreas cultivables y muy dañinos para el medio ambiente. Abono orgánico es todo aquel abono que resulta de la trasformación de residuos orgánicos de origen vegetal y animal, descompuestos por fermentación aeróbica y anaeróbica, cuyo producto final es natural. Dentro de los abonos orgánicos, destaca el biol, excelente abono orgánico foliar, utilizado especialmente para los cultivos de papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales (Álvarez, 2010).

Boza-Martínez (2010) nos hace conocer que la agricultura orgánica tiene dos enfoques: el primero motivado por un objetivo de mejora de salud y medio ambiente, donde este tipo de agricultura recibe la denominación de agricultura orgánica o biológica, y aquel que surge para atajar adicionalmente problemas socioeconómicos inherentes a las regiones rurales en desarrollo, el relativo a la agroecología. Dentro de la primera visión recoge la definición de Lampkin "La agricultura orgánica es un sistema que trata de evitar el uso directo o rutinario de los productos químicos muy solubles y todo tipo de biocidas, sean o no de origen natural o imitación de los naturales. En el caso de hacerse necesario el uso de dichos materiales o sustancias, se utilizan los que tengan un menor impacto ambiental a todos los niveles". La visión agroecológica considera importante que en el agroecosistema no sólo influyen relaciones de tipo biológico o ambiental sino también condicionantes sociales y económicas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Importancia de los abonos orgánicos.

Zulueta et al. (2010), manifiestan que la importancia de los abonos orgánicos surge de la imperiosa necesidad que se tiene de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que redunda en el aumento de su fertilidad, así como de reducir la aplicación de fertilizantes y plaguicidas sintetizados artificialmente, cuyo uso frecuente o excesivo ocasiona problemas graves de contaminación.

Cervantes (2009), indica que la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No se puede olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

- Propiedades de los abonos orgánicos.

Cervantes (2009), enuncia que los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
- Propiedades biológicas

- Propiedades físicas

Cervantes (2009), señala que el abono orgánico actúa en las propiedades físicas del suelo de la siguiente manera:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

Zulueta et al. (2010), en el mismo sentido señalan que:

- Su color oscuro retiene con mayor facilidad las radiaciones lumínicas, con lo que el suelo aumenta su temperatura y absorbe mejor los nutrimentos.
- Mejora la estructura y la textura del suelo, lo que significa que hace más ligeros los suelos arcillosos y más compactos los arenosos.
- Mantiene la permeabilidad de los suelos y, por lo tanto, favorece la infiltración de agua al drenaje y su aireación.
- Disminuye considerablemente la erosión de los suelos.

- Propiedades químicas

Sobre los cambios en las propiedades químicas del suelo, Cervantes (2009), indica que:

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.
- Influye en la disponibilidad de los nutrimentos y en la fertilidad de los suelos al reducir los niveles de acidez o alcalinidad (pH).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- En sus propiedades biológicas.

- Propiedades biológicas

Cervantes (2009), en cuanto a las características biológicas, señala las siguientes:

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, hay mayor actividad radicular y mayor actividad de microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

- Tipos de abonos orgánicos.

Cervantes (2009), indica que hay bastante variedad de fertilizantes orgánicos, algunos apropiados incluso para hidroponía. También de efecto lento (como el estiércol), o rápido (como la orina o las cenizas), o combinar los dos efectos, por lo que entre estos se mencionan los siguientes:

- Excrementos de animales.
- Guanos de aves y murciélagos: Palomina, murcielaguina, gallinaza.
- Purines y estiércoles.
- Orines. Son difíciles de separar en origen, pero sin embargo pueden ser utilizados directamente en campo sin más procesamiento y si no han sido contaminados posteriormente carecen de patógenos.
- Compost: De la descomposición de materia vegetal o basura orgánica.
- Humus de lombriz: Materia orgánica descompuesta por lombrices.
- Cenizas: Si proceden de madera, huesos de frutas u otro origen completamente orgánico, contienen mucho potasio y carecen de metales pesados y otros contaminantes. Sin embargo, tienen un pH muy alto y es mejor aplicarlos en pequeñas dosis o tratarlos previamente.
- Resaca: El sedimento de ríos. Sólo se puede usar si el río no está contaminado.
- Lodos de depuradora: muy ricos en materia orgánica, pero es difícil

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

controlar si contienen alguna sustancia perjudicial, como los metales pesados y en algunos sitios está prohibido usarlos para alimentos humanos. Se pueden usar en bosques.

- Abono verde: Cultivo vegetal, generalmente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo a fertilizar.

- Biol: Líquido resultante de la producción de biogás.

2.7. Abonos orgánicos líquidos

Los abonos orgánicos líquidos, son los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles (en biodigestores). Funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Se ha comprobado que aplicados foliarmente a los cultivos (alfalfa, papa, hortalizas), en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser aplicados al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular. Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (CEDEP, 2012).

2.8. Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos líquidos (Colque et al, 2005; Álvarez, 2010 y, CEDEP, 2012).

- Ventajas
  - Son los mejores para reponer la materia orgánica del suelo.
  - No degradan la vida del suelo ni acaban con los microorganismos de las plantas. Ayudan a la proliferación de la flora microbiana que reestructura el equilibrio del suelo.
  - Recuperan la materia orgánica del suelo.
  - Permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la capacidad de absorber agua.
  - Estimula el crecimiento de las plantas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Se obtienen cosechas más sanas y abundantes.
- Son fácilmente absorbidos por las raíces de las plantas.
- Ayudan a mejorar la absorción de los nutrientes de las plantas

- Desventajas
  - Nutrientes limitados.
  - Mano de obra intensiva.
  - Potencialmente fuente de patógenos si no están adecuadamente tratados.
  - Pueden ser más caros.

2.9. Importancia del abono orgánico líquido.

Cervantes (2010) señala que la importancia de los abonos orgánicos líquidos radica en la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, jugando un papel fundamental en el aumento de la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, así como el hecho de ser protectores de enfermedades y plagas, lo que hace que el desarrollo de las plantas sea mucho más rápido que se traduce en mayor producción. Asimismo, al desarrollar más las raíces, equilibra mejor la nutrición de las plantas, mejorando el comportamiento de éstas frente a condiciones salinas y ayuda a la eliminación de diversas toxicidades. También regula el balance hídrico del suelo y la aireación del mismo y, los niveles de pH. Todo esto con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo.

2.10. Biol.

El biol, es un abono líquido orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). La producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses. El biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga o limpieza del biodigestor donde se elabora el biol. La parte líquida es conocida como abono foliar. El resto sólido está constituido por materia orgánica no

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

degradada, excelente para la producción de cualquier cultivo. En la preparación del biol podemos usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera (vacunos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal de nuestra comunidad (Álvarez, 2010).

Colque et al (2005) mencionan que el biol es un abono líquido, fuente de fitorreguladores resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales, en ausencia de oxígeno (anaeróbica), en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. La producción de abono foliar (biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 a 4 meses). El biol es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescados entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico, además, en la producción de biol se puede añadir a la mezcla plantas repelentes, para combatir insectos en las plantas.

CEDEP (2012), indica que biol es un abono foliar natural o biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación de restos orgánicos de animales y vegetales que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. El biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica (sin la presencia de oxígeno), de estiércoles y los desechos orgánicos utilizando los biodigestores rústicos.

Colque et al. (2005), señalan que la producción de abono foliar (biol), es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses). Es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. El biol es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescado entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico. Además, en la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

producción de biol se puede añadir a la mezcla plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos y plagas.

2.11. El biol como proveedor de nutrientes

El biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. Al ser un preparado con guano de corral y con plantas picadas, contiene todos los nutrientes que las plantas necesitan, siendo altamente disponibles y asimilables para el adecuado desarrollo de cultivos y crecimiento de plantas (CEDEP, 2012).

El biol como abono foliar es el más utilizado por los agricultores, ya que nutre directamente a la planta vía hojas, contando con el mayor número de macro y micro-nutrientes que la planta requiere para poder producir, acelera el crecimiento de las plantas y mejora e incrementa los rendimientos; se prepara a base de: estiércol fresco de vacunos, estiércol de gallina, estiércol de cuy, alfalfa picada, ceniza, arcilla, roca fosfórica, azúcar, cáscara de huevo molida, sal de piedra molida, chicha o borra de chicha, suero de leche o leche y agua (Colque et al. 2005).

2.12. El biol como repelente de plagas y enfermedades

Es muy utilizado para el control de plagas y enfermedades, repeliendo a las plagas y nutriendo a la planta evitando de este modo las enfermedades. Las plagas y enfermedades causan pérdidas en los rendimientos y en la calidad de los productos, antes, durante y después de la cosecha; por lo que un oportuno manejo de las plagas y enfermedades, con biol, beneficiará a los agricultores con una producción más eficiente, a menor costo, más segura para su salud y la de sus familias y respetuosa con el ambiente (Colque et al. 2005).

2.13. Composición del biol.

Colque et al (2005), Álvarez (2010) y CEDEP (2012) manifiestan que el biol es rico en nitrógeno amoniacal, en hormonas o estimuladoras del crecimiento vegetal, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo de las plantas y además

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

pueden ser un buen complemento para la fertilización integral que se aplica al suelo para mantener o recuperar su fertilidad

- Nitrógeno amoniacal

  Para ser asimilado por la planta durante la fotosíntesis debe transformarse antes en nitrato, pero la planta puede absorberlo directamente por las raíces y realizar la transformación allí. En el suelo puede fijarse levemente durante un corto periodo de tiempo antes de que cambie de forma. El biol al ser rico en nitrógeno amoniacal, va a favorecer un óptimo equilibrio nutricional a los cultivos, suministrándole todo el nitrógeno que necesita sin descuidar ningún equilibrio desde la importante relación nitrógeno-potasio (N:K) hasta los microelementos o la materia orgánica.

- Hormona vegetal o fitohormona

  Es un compuesto producido internamente por una planta, que trabaja en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales. Se conocen cinco grupos de fitohormonas principales y, en general se las divide en estimuladoras e inhibidoras de crecimiento. Entre las primeras tenemos a las auxinas, giberelinas y citoquininas y, entre las segundas al etileno y al ácido ascórbico. Los productos de síntesis (entre ellos el biol) tienen en su composición "estimuladores o reguladores del crecimiento" que en general son más potentes que sus análogos naturales.

  - Auxinas: Sustancias estimulantes del crecimiento.
  - Giberelinas: Sustancias que interrumpen el periodo de latencia de las semillas, inducen la brotación de yemas y, promueven la floración y el desarrollo de los frutos.
  - Citoquininas: Sustancias que inducen la división celular, activan el crecimiento de yemas laterales, retardan la senescencia de las hojas, estimulan la movilización de nutrientes y la pérdida de agua por transpiración, estimulan el rompimiento de la dormancia.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Vitaminas

  Son sustancias que mejoran las funciones metabólicas de las plantas. Son producidos por hongos y bacterias que se encuentran en la rizosfera de las plantas y se pueden encontrar en los exudados de las raíces.

  - Vitamina C: Sustancias que protegen a las plantas contra el estrés hídrico, regula el crecimiento celular.
  - Vitamina B1: Antioxidante, protege a las plantas de estrés ambiental como la salinidad. Mejora la resistencia de las plantas contra infecciones bacteriales, virales y micóticas.
  - Vitamina B2: Protege a las plantas contra enfermedades.
  - Vitamina B6: Crea resistencia contra enfermedades.
  - Vitamina E: Ayuda en el transporte de agua y nutrientes.
  - Vitamina K: Antioxidante con función importante en la fotosíntesis.

- Aminoácidos

  Son compuestos orgánicos que contienen hidrógeno, carbono, oxígeno, nitrógeno y azufre. Cuando se combinan crean proteínas. En la rizosfera los microorganismos descomponen las proteínas en aminoácidos que las plantas pueden usar.

2.14. Proceso de producción del biol.

Álvarez (2010), indica que la producción del biol es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que sus insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de entre dos y tres meses. Siendo necesario la implementación de los biodigestores para la producción de abono líquido y sólido, este se puede realizar de diversas formas, pero garantizando las condiciones anaeróbicas.

La fermentación anaeróbica del biol varía según el lugar, según la temperatura del medio ambiente o presión atmosférica. La fermentación del biol se puede acelerar con la adición de chicha de jora de maíz (Cusco), o levadura, entre

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

otros (Puno, Abancay, Moquegua), así mismo se puede proporcionar temperatura adecuada sometiendo a carpas solares (Colque et al. 2005).

a. Insumos

Álvarez (2010), indica que en el biol se puede usar cualquier tipo de estiércol y de planta, dependiendo de la actividad ganadera (vacunos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal de nuestra comunidad, reporta como referencia los insumos que se pueden utilizar en la elaboración del biol, dependiendo de la cantidad a preparar, los mismos que se resumen en la Tabla 3.

Tabla 2.- *Cantidades de los ingredientes del biol abono foliar.*

	Volumen del envase (litros)						
Ingredientes	Medida	35	30	20	5	1	18
Estiércol fresco de vacunos	kg	3.5	3	2	0.5	0.1	1.8
Estiércol de gallina	kg	1.75	1.5	1	0.25	0.05	0.9
Estiércol de cuy	kg	1.75	1.5	1	0.25	0.05	0.9
Alfalfa picada	kg	880	750	500	125	25	500
Ceniza	kg	350	300	200	50	10	200
Arcilla	kg	350	300	200	50	10	200
Roca fosfórica	kg	350	300	200	50	10	200
Azúcar	kg	350	300	200	50	10	200
Cáscara de huevo molida	kg	35	30	20	5	1	18
Sal de piedra molida	kg	3.5	3	2	0.5	0.1	1.8
Chicha o borra de chicha	ml	350	300	200	50	10	200
Suero de leche o leche	ml	350	300	200	50	10	200

Álvarez (2010)

b. Elaboración artesanal de biol

Según Colque et al. (2005), la elaboración artesanal del biol, tiene el siguiente proceso:

- En un recipiente de lavador, tina o carretilla, echar el estiércol fresco, seco y agregar la roca fosfórica, ortiga, alfalfa picada, pescado trozado mezclando permanentemente con agua, agregar poco a poco secuencialmente la ceniza, la leche, orina de vaca y sal de cocina.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Al final de la preparación de los insumos completar con agua, en la relación de 3 de agua y 1 de estiércol.
- Una vez lleno el biodigestor amarrar con jebe el tubo y el descartable al extremo del biodigestor.
- En ambos extremos colocar una estaca y asegurarlas amarrando con tiras de jebe.
- Conectar la manguera al biodigestor, para que se libere el gas durante la fermentación anaeróbica del biol.
- Cuando el biodigestor comienza a fermentar, empieza a liberar gas por la manguera, se recomienda poner una sombra o tinglado sobre el biodigestor y cuidar de que la manga de plástico no se haga huecos, de tal manera que puede servir para las siguientes preparaciones de biol.

c. Cosecha del biol

Álvarez (2010), sostiene que la condición adecuada para la cosecha del biol es cuando el color del agua de la botella descartable donde está colocada la manguera es verduzco. Esta coloración se debe a que el líquido del biodigestor ya terminó de emitir los gases resultantes de la degradación del biol. Para la cosecha se necesita de: una malla para tamizar, baldes para depositar el biol, botellas descartables para guardar el biol, guantes de jebe y mascarillas.

- Abrir la tapa del biodigestor y con un depósito (balde pequeño), extraer el líquido (biol), que está en la parte superior del bidón.
- Cernir el biol en la malla antes de almacenarlo en los depósitos definitivos (botellas descartables).
- Extraer la parte sólida (pastosa), restante en el bidón, que podrá ser usada como abono orgánico. Opcionalmente, podemos invertir el procedimiento de extracción, primero retirar los residuos sólidos y luego el biol líquido.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

d. Almacenamiento del biol

El biol cosechado se debe almacenar en envases de plástico herméticamente cerrados, en un lugar bajo sombra, no colocar en lugares soleados, porque corre el riesgo que los envases se revienten. De igual manera indica que es necesario conservar el biol enriquecido protegiéndole del sol y sellado herméticamente. Antes de usarlo, se debe agitarlo para homogeneizarlo. (Álvarez, 2010).

2.15. Ventajas y desventajas del uso de biol en la agricultura

a. Ventajas

Colque et al. (2005), señala que el biol presenta las siguientes ventajas:

- Acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas. Mejora la producción y productividad de las cosechas.
- Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.
- Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros)
- Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo.
- Es económico. Acelera la floración
- En trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.
- Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

b. Desventajas

Álvarez (2010), indica que entre las desventajas del uso del biol se tienen:

- Tiene un largo tiempo de preparación. Esto hace necesario planificar su producción anticipadamente, dependiendo de las necesidades de abono
- Cuando no se protege de la radiación solar las mangas (biodiogestores rústicos), tienden a malograrse disminuyendo su periodo de utilidad.

2.16. Dosificación de biol

a. Uso directo al suelo

Se recomienda aplicaciones al suelo para obtener resultados más duraderos, buscando estimular la recuperación de la fertilidad de los suelos. Las aplicaciones al suelo pueden realizarse en el agua de irrigación, aplicando alrededor del tallo de las plantas, en una dilución de 10 al 30%. No deberán excederse a concentraciones mayores de 50 % (Álvarez, 2010).

b. Uso foliar

En el caso del uso foliar, Álvarez (2010), señala lo siguiente:

- La aplicación foliar busca un resultado más inmediato y por ello es aplicado a las hojas del cultivo. Se debe diluir el biofertilizante con agua en proporción de 1 al 10%. No deberán excederse concentraciones mayores al 30%.
- Se recomienda un litro de biol puro, diluido en 14 litros de agua para cargar una mochila de 15 litros, y hasta un máximo de 2 litros por mochila de 15 litros.
-La aplicación vía foliar puede repetirse varias veces (3 ó 4), durante el desarrollo vegetativo del cultivo, la primera aplicación cuando la plantita

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

tiene entre 10 a 15 cm de altura, las aplicaciones siguientes cada10 a 15 días después, dependiendo del cultivo.

- En biohuertos la aplicación es más frecuente que en frutales y, en pastos se aplica siempre después de la cosecha o el corte.

c. Uso en la semilla

De igual manera, Álvarez (2010), para el uso en la semilla, reporta que:

- El biol biocida se puede utilizar para desinfectar (enfermedades) y desinfestar (plagas), las semillas, y como biofertilizante a la vez.
- Las semillas se dejan en remojo antes de la siembra, el tiempo del remojo y la concentración del biofertilizante es muy importante: por ejemplo, en anís, alfalfa y otras leguminosas, se usan 4 litros de biol puro en 12 litros de agua, para 40 kilos de semilla por 12 horas.
- En el caso de querer realizar la propagación vegetativa de los árboles frutales y/o flores por estacas estas se sumergen por espacio de 30 minutos en biol a una concentración de 5% (0.5 litros de biol por cada 9.5 litros de agua), acelerando el enraizamiento.

2.17. Proceso de absorción de nutrientes a través de las hojas

La absorción de nutrientes vía foliar ocurre como resultado de una gradiente que se establece entre la concentración de la disolución aplicada sobre la superficie de la hoja y la correspondiente en el interior de las células de la epidermis (Álvarez, 2010).

La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en las plantas en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Esta absorción en la hoja se desarrolla mayormente a través de la epidermis, por difusión, debido al gradiente de concentración del nutriente que se establece entre la superficie de la hoja y en el interior de la epidermis (Colque et al, 2005).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.18. Resultados de Investigaciones al hacer uso del biol

Guanopatín (2012) en su investigación "Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa" *(Medicago sativa* L.*)* en Ecuador, determinando dosis de bioles de bovino y gallinaza; D1=5cc, D2=10cc y época de aplicación E1=10 días E2= 15 días y, su efecto en el rendimiento de alfalfa *(Medicago sativa* L.*)*, contando con un testigo que le permitió confrontar con los tratamientos. Los análisis estadísticos registraron como el mejor tratamiento a la interacción P1D1E2 (biol de bovino – 5cc/l – 15 días después del corte), reportó excelentes resultados, ya que se obtuvo una gran altura de planta de 96,32cm, en todas las parcelas que se aplicó este tratamiento y, un incremento en el rendimiento (mayor rendimiento se detectó en el tratamiento P1D1E2, biol de bovino – 5cc/l - 15 días después del corte, con un promedio de 14,833 kg/ha), y lo más importante para el agricultor es que es de fácil preparación y permite aprovechar el estiércol de los animales ya que los bioles son una alternativa de fertilización foliar.

La Torre-Zamora (2019) manifiesta que en su trabajo de investigación titulado "Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de *Cavia porcellus* en el rendimiento de alfalfa" (realizado en Chiclayo), tuvo por objetivo determinar la dosis óptima que incremente el rendimiento de alfalfa; para ello se elaboró el biol a base de excretas de cuy, agua y bazofia de vaca, pasado los 70 días de fermentación se procedió al colado del biol y se tomó una muestra que fue enviada al laboratorio del INIA y conocer el porcentaje de sus macronutrientes, luego se dosificó a diferentes concentraciones del 25, 50 y 75%, estas tres dosis fueron: Dosis A =5cc, Dosis B= 10cc y Dosis C=15cc cada una diluidas en 0.2 L de agua; los tratamientos de estudio fueron ubicados en 10 jardineras cada una con un área de 0.8658 $m2$, las dosis de biol de cuy se aplicaron tres veces a lo largo del periodo vegetativo de la alfalfa, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, se cosechó a los 65 días; Se utilizó un diseño BCR los resultados se evaluaron mediante ANAVA, se realizó una prueba de significación de Tukey al 95% de confianza, obteniendo como resultado que la Dosis C presentó mejores resultados que la Dosis A y la Dosis B, produjo un rendimiento promedio de 0.462 kg/0.8658m^2 equivalente a 5.33 t/ha, una altura promedio por planta de 44.67 cm; concluyendo que la aplicación de biol como estimulante foliar para plantas permite la optimización de alfalfa, mitiga el impacto ambiental producido por el estiércol, disminuye la contaminación del suelo debido a la descomposición de materia

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

orgánica y el uso de fertilizante químicos, promoviendo la agricultura orgánica.

Gil-Ramírez (2015) evaluando la influencia de las diferentes concentraciones del "biol" en el crecimiento y desarrollo de *Medicago sativa* "alfalfa" (en Trujillo) para lo cual se utilizaron cinco tratamientos regados cada cuatro días con "biol" al 100%; 50,0%; 25,0%; 12,5% y con agua potable respectivamente durante un periodo de cuatro meses. Los resultados encontrados en el análisis químico del "biol" muestran la presencia de N, P y K a las concentraciones de 290,0 mg/L; 17,78 mg/L; 111,7 mg/L respectivamente. Se observó que la longitud del tallo de las plantas de *Medicago sativa* "alfalfa" tratadas con "biol" al 50,0% con respecto a los otros tratamientos experimentales, presentó una diferencia significativa a un $P < 0,05$ (56 cm). Por tanto, se concluyó que el "biol" si favoreció el crecimiento y desarrollo de los cultivos de *Medicago sativa* "alfalfa". El rendimiento en forraje fresco fue de 21,620 kg/ha/corte y, en peso seco de 10,030 kg/ha/corte.

Martel-Acosta (2018) con el objetivo de evaluar el efecto de los niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad del cultivo de alfalfa, realizó un trabajo de investigación en la localidad de Yacupunta, localizado en el distrito y región Huánuco. Los niveles de los abonos foliares en estudio fueron: 1.0, 1.5 y 2.0 l de biol y EM /20 l de agua. En el trabajo, se fertilizó con compost en cada corte a razón de 4 t/ha; el biol fue elaborado por espacio de un mes con diferentes insumos; el EM fue activado utilizando 1 L de EM-1 y 1 kg de melaza en 18 L de agua tibia, luego fue almacenado por cinco días. Las aplicaciones de los abonos foliares fue cada 14 días de dos aplicaciones por cada corte. Según los resultados, en la altura de plantas los niveles de biol y EM muestran un efecto similar; en el peso de forraje verde, el nivel 2.0 L produjo en el 1er (2.15 kg/m^2) y 2do (1.95 kg/m^2) corte; en el porcentaje de materia seca, el nivel de biol 1.5 L obtuvo el mayor porcentaje con 29.0 %.

Díaz-Plasencia (2017) indica en el trabajo de investigación realizado en Cajamarca, con el objetivo de proponer la elaboración de biol como una alternativa ecológica en la producción de alfalfa. Los materiales utilizados para la obtención del biol fueron: estiércol de vacuno, suero de leche, agua, chancaca, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, clorato de calcio, bórax y como elementos complementarios: sangre de vacuno, harina de huesos, vísceras de pollo y de pescado. A los 45 días de su elaboración, se cosechó el Biol. Los tratamientos en estudio fueron ubicados en tres parcelas de alfalfa cuya extensión

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

en cada una fue de 2 x 4 m; el T0 fue el tratamiento testigo sin aplicación de biol, el T1 fue el tratamiento al que se le aplicó 5 cc de biol diluido en 5 litros de agua y el T2 fue el tratamiento al que se le aplico 7.5 cc de biol diluido en 5 litros de agua. La evaluación de los tratamientos se inició a los 10 días después del corte, en este mismo periodo se inició la aplicación del biol tanto del T1 como del T2 utilizando una bomba de mochila, luego a intervalos de 20, 30, 40 y 55 días. Al finalizar el último periodo de aplicación del biol, se procedió a medir la altura de la alfalfa de los tres tratamientos en estudio, cuyo resultado fue de 62, 72 y 90 cm para cada tratamiento, respectivamente. También se procedió a medir la producción de alfalfa en Base Fresca (kg/m^2) y en Materia Seca (%), obteniéndose para T0, T1 y T2: 14,500; 19,800; 26,300 kg/ha/corte; en base fresca, respectivamente; y 20.35, 21.04, 23.00 % en Materia Seca, respectivamente. Se concluyó entonces que la aplicación de biol orgánico permite la optimización del recurso forrajero (alfalfa) y al mismo tiempo sealza como una alternativa para mitigar el impacto ambiental causado por la ganadería.

Durand-Villegas (2018) en su trabajo de evaluación de cuan eficiente resultan ser los bioles a partir de 3 diferentes proporciones de mezcla de heces vacunos y cuyes para la mejora de producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en el distrito de Pariacoto, con la producción del biol anaeróbico con un periodo promedio de 2 meses. Los bioles se aplicaron a los 7, 14 y 21 días de la siembra, donde finalmente se identificó que el biol 1 (50 % de estiércol de vacuno y 50 % de estiércol de cuy, levadura, agua, melaza, suero y leche) con el tiempo de aplicación de 7 días es la mejor alternativa para la mejora de la alfalfa.

Chacón (2011) en la Estación Experimental Tunshi, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, evaluó en dos cortes consecutivos el efecto de tres niveles de abono foliar biol (200, 400 y 600 lt/ha), en el comportamiento productivo del pasto *Medicago sativa* (alfalfa), en prefloración, en comparación con un tratamiento control (sin aplicación de biol), en un diseño DBCA. Los resultados experimentales determinaron que las plantas fertilizadas con biol, presentaron diferencias altamente significativas con las respuestas de las plantas del grupo control; por cuanto con la utilización de 200 lt/ha de biol, la alfalfa registró mejores respuestas en altura de planta (79.63 cm) y producción de forraje verde (8.42 tn/ha/corte y 73.96 tn/ha/año); producción de forraje en materia seca (19.53 tn/ha/año).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Azaña Vásquez (2019) en su evaluación de tres tipos de abono foliar biol en cultivo de alfalfa, en Tingüa, encontró que los bioles preparados con estiércol de vacuno y de ovino fueron superados por el biol preparado con estiércol de cuy. Aplicando el biol 25.11 L/ha (en tres aplicaciones cada una de 8.37 L/ha), obteniendo un rendimiento en peso fresco de 43.3 t/ha y, 20.47 % de materia seca. También informa que obtuvo 48 cm de altura de planta en el testigo y 78 cm con biol de cuy.

2.19. Microorganismos Eficientes – EM

Las producciones agrícolas limpias constituyen una prioridad en los programas de desarrollo de varios países. Los microorganismos eficientes (ME) desde la década de los 80 gracias a las investigaciones del científico Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón han demostrado ser una alternativa reciente y sostenible en la producción de alimentos. Los ME agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Desde el punto de vista agrícola los ME promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalmente se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos. Desde el punto de vista fisiológico se hadeterminado que los ME incrementan la capacidad fotosintética de los cultivos, así como sucapacidad para absorber agua y nutrientes. Además, mejoran la calidad y reducen los tiemposde maduración de abonos orgánicos, en particular, el composteo. Todos estos aspectos explican el incremento del rendimiento agrícola y el amplio uso de los ME, así como productos derivados de estos como los bioles (Morocho y Leiva-Mora, 2019).

Higa (1993, p 15) manifiesta que el uso de EM ha probado que es posible aumentar la producción hasta triplicar los rendimientos actuales de los cultivos.

Talaat (2019) manifiesta que los microorganismos efectivos (EM) es un inoculante microbiano que contiene muchas especies de microorganismos, como bacterias

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

fotosintéticas, bacterias de ácido láctico, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores que pueden estimular el crecimiento de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo.

Kodipili y Nimalan (2018) señalan que uso de microorganismos efectivos (EM) es un enfoque ecológico para reducir la aplicación de fertilizantes sintéticos en la agricultura. Concluyendo que el crecimiento y el rendimiento de los cultivos aumentan con la aplicación de EM.

Tommonaro et al. (2021) Indica que el uso de estrategias ecológicas, como el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos se ha vuelto necesario para satisfacer la creciente demanda de alimentos y evitar el uso de fertilizantes químicos y pesticidas. Concluyendo que los microorganismos efectivos (EM) en comparación con los enfoques tradicionales podría representar una estrategia muy prometedora en la sostenibilidad agrícola.

Rojas (2014) señala que la aplicación de Microorganismos Efectivos en un biodigestor mejora la calidad del biol resultante, así como su poder fertilizante. Por lo tanto, tiene grandes potencialidades para ser utilizado con grandes beneficios en la agricultura, dadas las bondades del EM tanto sobre el biol, como sobre los cultivos.

Saleh Ismail (2013) realizo un experimento de campo para estudiar el efecto de mircroorganismos efectivos (EM-1) y uso del Mulch en el rendimiento de *Medicago sativa* L. en Arabia Saudita, encontrando los mejores rendimientos con el tratamiento de una mezcla de EM-1 y Mulch de plantas picadas. Los resultados sugirieron que le uso de Mulch de plantas picadas solo o mezclado con EM-1 es un método práctico para mejorar las propiedades del suelo y la productividad de la Alfalfa.

Khalaki et al (2021) En un experimento realizado en Irán encontró que con el uso de EM-1, la Biomasa total de Alfalfa cosechada fue de 3745 kg/ Ha. Concluyendo que el uso de EM-1 mejora considerablemente el rendimiento de forraje.

Medina, Quipuzco y Juscamaita (2015) evaluaron la calidad de dos abonos orgánicos líquidos producidos a partir de estiércol de ovino, mediante dos procesos consecutivos – la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

digestión anaerobia (120 días) en biodigestores (Biol I-G) y la fermentación homoláctica (30 días) sobre el biol obtenido (Biol II-G) – simples y poco costosos, con el fin de identificar alternativas ante el indiscriminado uso de fertilizantes químicos en la agricultura. Por ello, los bioles fueron sometidos a un análisis de parámetros físico-químicos como pH, conductividad eléctrica, concentración de materia orgánica, C, N, P, K, Ca, Mg, Na. Los resultados de laboratorio evidenciaron que el Biol II-G alcanzó valores de pH alrededor de 3.5, un nivel mucho más ácido con respecto al que presentó el Biol I-G (entre 6.8 a 7.8). Las concentraciones de nutrientes se incrementaron considerablemente al finalizar el proceso de producción del Biol II-G, muchos de los elementos hasta quintuplicaron sus valores.

Por comunicación personal el Ing. Edwin Callo (2020) elabora el biol ECO BIOAGRO en base a estiércol de cuy, plantas picadas, EM-1, EM-fitoprotectante, EM-soil y melaza, en 40 días, con un costo de producción de S/. 2.90.

En la agricultura convencional los altos precios de los insumos agrícolas (fertilizantes y pesticidas) hacen que no sean asequibles por los pequeños agricultores y, que la agricultura orgánica debe ser del más bajo costo posible, por lo que se propone el uso de abono foliar biol ECO BIOAGRO, estableciéndose como una alternativa para mejorar la productividad del cultivo de alfalfa y mitigar la pobreza en el campo y la degradación de suelos para el logro de un desarrollo integral sostenible.

2.20. Definición de Términos Básicos

Alfalfa: Es una planta herbácea, de la familia de las leguminosas, forrajera perenne de gran valor nutritivo para el ganado (Dammer, 2004).

Abono orgánico: Abono orgánico es todo aquel abono que resulta de la trasformación de residuos orgánicos de origen vegetal y animal, descompuestos por fermentación aeróbica y anaeróbica, cuyo producto final es natural (Álvarez, 2010).

Biol: El biol es un abono foliar natural o biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación de restos orgánicos de animales y vegetales que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (CEDEP, 2012).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Microorganismos Eficientes –EM-: Los microorganismos eficientes o EM (del inglés Efficient Microorganism) consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden complementarse. Los EM se componen de cinco grupos microbianos generales: a-) bacterias ácido lácticas, b-) bacterias fotosintéticas, c-) levaduras, d-) actinomicetes, e-) hongos filamentosos con capacidad fermentativa (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

2.21. Hipótesis

- H_o: No hay diferencia entre los tratamientos.
- H_a: Si hay diferencia entre los tratamientos.

Identificación de variables

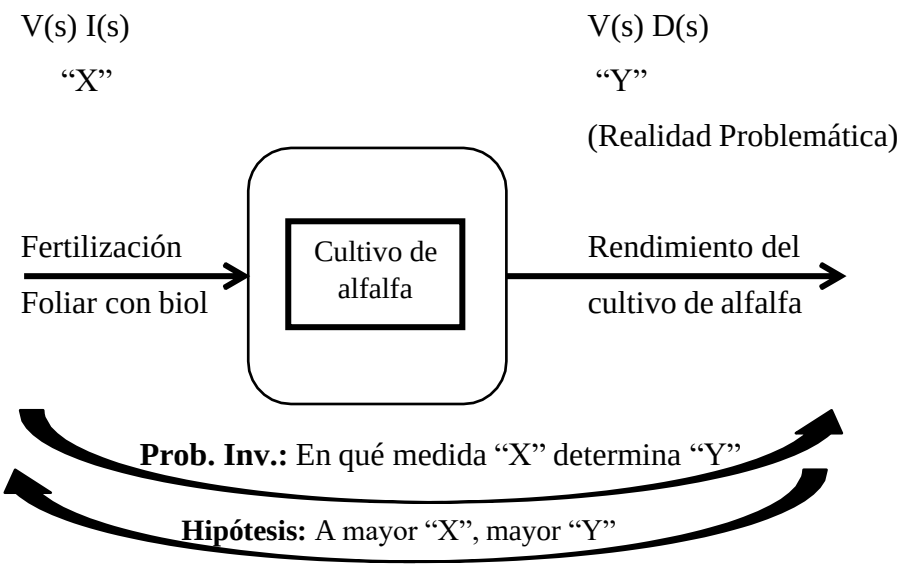
- **Variable independiente**

  Uso de fertilizante orgánico biol.

- **Variable dependiente**

  Rendimiento del cultivo de alfalfa.

❖ **Objetivación de Variables**



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

❖ Operacionalización de variables

Tabla 3.- *Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente - Uso de biol	El biol es un abono foliar, resultado de un proceso de fermentación de restos orgánicos de animales y vegetales que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (CEDEP, 2012). La alfalfa es una planta herbácea, de la familia de las leguminosas, forrajera perenne de gran valor nutritivo para el ganado (Dammer, 2004).	Determinación de la dosis óptima de biol	Aprovechamiento de las dosis de biol: - T1 Testigo - T2 100 L/ha - T3 200 L/ha - T4 300 L/ha	Producción de alfalfa en condiciones agroclimáticas de Huaraz	Medir el rendimiento de acuerdo a la dosis de biol, en kg/ha
Variable Dependiente - Producción de alfalfa		Mayor o menor producción de la alfalfa	- H_0 No hay diferencia entre los tratamientos - H_a Si hay diferencia entre los tratamientos	- Altura de planta - Rendimiento en forraje verde (FV) - Rendimiento en materia seca (MS) - Análisis económico	- En cm - En kg/ha - En kg/ha - V/C

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

Departamento	: Ancash		
Provincia	: Huaraz		
Distrito	: Huaraz		
Localidad	: Bellavista	Latitud Sur:	9º 32´ 38"
		Longitud Oeste:	77º 31´ 11"

Área cultivada de alfalfa	555 m^2
Área neta del experimento	144 m^2
Área de la unidad experimental (parcela)	9m^2

3.2. Descripción del Suelo del Experimento

El Estudio de Suelos del Callejón de Huaylas (ONERN, 1973), señala que el suelo del lugar donde se ha realizado el trabajo de campo de la presente tesis, pertenece a la Serie Huanchac, cuyas características principales son:

a. Características Físico-Morfológicas

Los suelos de la serie Huanchac están localizados entre los 2,900 y los 3,300 msnm, abarcando una extensión aproximada de 4,272 Ha, Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales fluvio glaciales relativamente antiguos constituidos por fragmentos subangulosos de naturaleza cuarcitica. Fisiográfícamente, se extienden sobre el flanco occidental de la Cordillera Blanca, ocupando terrazas altas y fuertemente disectadas, bajo un relieve topográfico muy accidentado Los declives varían entre 15 % y más de 50 *%t* siendo estas últimas las predominantes. El drenaje natural es algo excesivo en base a sus características topográficas y a su naturaleza textural predominante. La erosión hídrica es muy severa a consecuencia directa del uso intenso indiscriminado aunado a las características topográficas desfavorables que presentan los miembros de la serie Huanchac.

Morfológicamente, son suelos superficiales con un horizonte Ap pardo a pardo oscuro, franco areno gravoso, seguido de un horizonte cámbíco o transicional de matiz

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

pardo rojizo, franco arcillo arenoso, gravoso y sin mayor estructuración, fríable y fuertemente ácido. Por debajo de este horizonte transicional, aparecen las capas parentales dentro de una morfología estratificada de matices rojo a rojo oscuros, franco arcillo gravoso en una proporción mayor a 50 %. El contenido de elemento grueso aumenta con la profundidad, presentando una morfología netamente esquelética.

Químicamente, estos suelos son de naturaleza fuertemente ácida a medianamente acida (pH 5.1 – 6.5). El contenido de materia orgánica se encuentra en concentraciones medías. Dentro de los macro elementos, el fósforo se encuentra pobremente expresado; en cambio, el potasio existe en proporciones altas.

Los miembros típicos de la serie Huanchac pueden ser clasificados según el Sistema de la 7ª. Aproximación, dentro del Orden INCEPTISOL, Suborden OCREPT y Gran Grupo DISTROCREPT. De acuerdo al Sistema FAO, se integran a los CAMBISOLES DISTRICOS.

Un perfil representativo de la serie Huanchac es el siguiente:

Horizonte	Prof, /cm.	Descripción
Ap	0-20	Pardo a pardo oscuro (7.5 Y 4/4) en húmedo, franco areno gravoso, sin estructura evidente, friable, reacción ligeramente acida (pH 6.0), rafees finas escasas y contenido medio de materia orgánica (2.83 %). Grava subangular de 1 a 3 cm. de diámetro; contenido promedio 30 %. Límite de horizonte claro.
(B)	20 - 45	Pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo, franco arcillo areno gravoso, sin estructura, friable, reacción fuertemente acida (pH 5.3), raíces finas muy escasas y bajo contenido de materia orgánica (0.83 %). Grava subangular del a 6 cm. de diámetro, contenido promedio 40 %. Límite de horizonte claro.
Ci	45 - 90	Rojo oscuro (2.5 YR 3/6) en húmedo, franco arcillo gravoso, sin estructura, firme, reacción muy fuertemente acida (pH 5.0) y bajo contenido de materia orgánica (0.62 %). Grava

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

		subangular de 1 a 10 cm. de diámetro; contenido promedio 50 %. Límite de horizonte difuso.
C2	90 - 120	Rojo (2.5 YR 4/6) en húmedo, franco arcillo areno gravoso, más de 70 % de gravas a más y piedras de formas subangulares, reacción fuertemente acida (pH 5.0) y bajo contenido de materia orgánica (0.34 %).

Fuente: ONERN (1973)

Se ha establecido tres fases de pendiente dentro de la serie Huanchac: moderadamente empinada (15 - 25 %), empinada (25 - 5 0 %) y muy empinada (+ 50 %), correspondiendo al suelo donde se ha realizado el experimento, a la fase moderadamente empinada, con aproximadamente 15 % de pendiente.

b. Aptitud Agronómica

Debido a sus características físicas deficientes (abundancia de elemento grueso dentro del perfil y topografía desfavorable), estos suelos no presentan mayor interés para un uso agrícola intensivo y económicos. Sin embargo, dada la escasez de tierras agrícolas disponibles dentro del Callejón de Huaylas, todos estos suelos están sometidos a una explotación agrícola intensa y típicamente de subsistencia, a excepción de ciertas áreas, como cima de colinas, con gran predominancia de grava superficial. El paisaje de estos suelos está, en gran parte fuertemente disectado en zanjas o cárcavas profundas debido a la erosión pluvial acelerada que viene sufriendo. En este sentido, la agricultura establecida debe ser desplazada y sustituida por una cubierta vegetal permanente, de preferencia con especies forestales para protección y explotación. En aquellas superficies que acusan pendientes menos pronunciadas, bajo microclimas abrigados, puede fijarse una actividad netamente frutícola o de pastos permanentes.

3.3. Climatología del Lugar del Experimento

El cuadro climático del lugar de estudio, presenta las siguientes características:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

La precipitación pluvial media anual registrada en Huaraz es de 773 mm. Las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo. Propiciando un período húmedo en verano y otro seco en el invierno.

La temperatura media anual es de 12 ºC.

El lugar donde se ha realizado el experimento, presenta una formación ecológica de Bosque Seco Montano Bajo Tropical (bsMBT).

Datos Meteorológicos de la Zona de Estudio

	Uni	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom Anual	Total
PMax		21.4	20.5	21.2	21.8	22.9	23.0	23.3	24.4	24.5	23.7	23.2	22.7		
PMed	mm	12.2	11.8	12.1	12.4	11.9	11.2	10.8	11.7	12.6	12.9	11.9	12.4	12.0	
PMin		6.8	7.6	6.9	6.3	4.0	2.4	1.9	2.4	4.5	4.8	5.9	4.8		
TMax		181.8	145.1	194.7	133.0	46.5	8.1	0.2	10.1	67.5	85.9	144.6	139.8		
TMed	ºC	137.1	113.9	151.9	88.7	24.2	2.9	0.0	3.1	25.1	57.2	88.2	81.4		773.7
Tmin		62.5	66.6	114.6	53.4	5.7	0.0	0.0	0.0	0.3	10.7	55.4	2.6		

Fuente: ONERN

3.4. Materiales y Equipos

3.4.1. Materiales

a) Rótulos de identificación
b) Wincha
c) Libreta de apuntes
d) Herramientas manuales (rastrillo, hoz, azadones)
e) Estacas
f) Rafia
g) Abono orgánico biol
h) Cultivo establecido de alfalfa
i) Cuadrante de fierro de 1 m^2

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

j) Análisis de laboratorio sobre la composición del biol usada en la tesis

Tabla 4.- Contenido nutricional del Biol

N° Lab	Claves	pH	C.E. dS/m	Solidos totales g/L	M.O. en solución	N total mg/L	P total mg/L	K total mg/L	Ca total mg/L	Mg total mg/L	Na total mg/L
429	Muestra Biol Nutricional	3.30	12.80	61.51	47.94	2079.00	1737.02	3100.00	630.00	617.50	167.50

Fuente: Cayo (2019)

k) Insumos utilizados por la empresa "ECO BIOAGRO" en la preparación del biol:

BIOL NUTRICIONAL ECO BIOAGRO

Para un barril de 230 litros

1. EM 1	5 L
2. Cerámica Fitoprotectante	3 kg
3. Cerámica Soil	2 kg
4. Melaza de caña de azúcar	20 kg
5. Estiércol de cuy	3 kg
6. Compost	5 kg
7. Plantas picadas	5 kg
8. Ceniza cernida	3 kg
9. Roca fosfórica molida	3 kg
10. Completar con agua hasta	220 L

3.4.2. Equipos

- Equipo de computación
- Cámara fotográfica
- Balanza
- Estufa

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.5. Métodos

3.5.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada porque permite hacer el uso de distintas dosis en el ámbito real para lograr un objetivo concreto. Es explicativa porque va a determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Es cuantitativa porque usa procedimientos basados en la medición estadística y es generalizable.

3.5.2. Diseño de Investigación

El presente trabajo de investigación es experimental con un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones; con la finalidad de determinar la dosis de fertilización foliar con biol más precisas que nos permitan realizar recomendaciones para el uso del agricultor. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad.

- Tratamientos:
  - Características del campo experimental

Parcela	Bloque
Ancho = 3 m	Ancho = 3 m
Largo = 3 m	Largo = 12 m (4 parcelas por bloque)
Área = 9m^2	Área = 36m^2

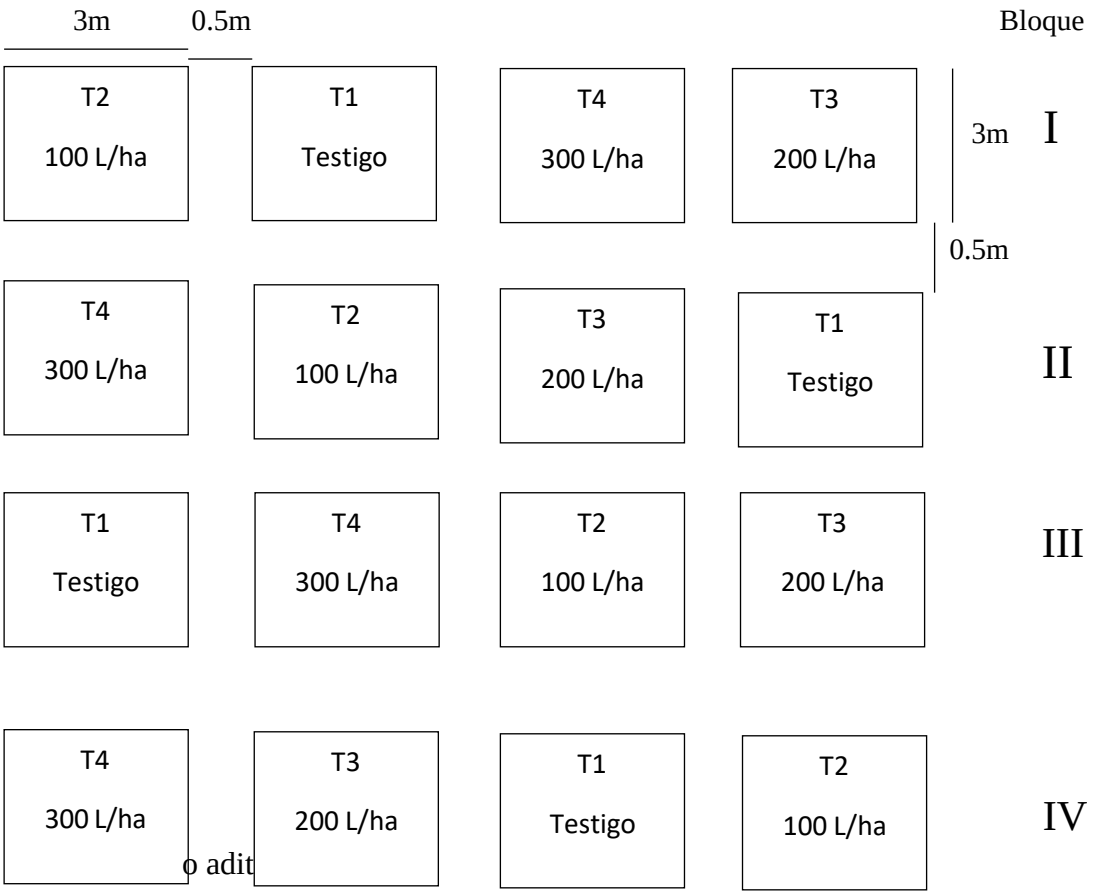
Área neta del experimento = 144 m^2 (4 repeticiones)

  - Tratamientos

Código	Niveles de biol
T1	Testigo (sin biol)
T2	100 L/ha
T3	200 L/ha
T4	300 L/ha

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Esquema del campo experimental



o adit

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \qquad i = 1\ldots, t \; j = 1\ldots, b$$

Donde:

Y_{ij} = es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque.

μ = es el efecto de la media general.

τ_i= es el efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque.

3.5.3. Población o Universo

La población o universo objetivo donde son válidos los resultados corresponde al

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

cultivo de alfalfa que se siembra en la Zona de Vida Bosque Seco Montano Tropical (bs-MBT) de la Región Ancash.

La población o universo muestral corresponde al cultivo de alfalfa variedad Hortus – 901 que se siembra en la Zona de Vida Bosque Seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

3.5.4. Unidad de Análisis y Muestra

Las unidades de análisis experimentales están constituidas por cuatro parcelas (tratamientos) de cultivo de alfalfa *(Medicago sativa* L.*)*, cada una con un área de 9 m^2 (3X3 m), con cuatro repeticiones cada uno, distribuidos bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). La muestra representativa de análisis corresponde a las plantas que quedaron en el cuadrante de fierro de 1m^2 en las que se realizó las evaluaciones correspondientes.

3.5.5. Técnicas (procedimientos) e Instrumentos de Recolección de Datos

El procedimiento para la recolección de datos se realizó directamente en campo, a

los 42 días del corte de igualación, en cada una de las parcelas experimentales, donde se procedió a soltar al azar el cuadrante de 1m^2 dentro de cada parcela y en la cual se hizo las siguientes evaluaciones:

- Medición de altura de planta, en centímetros, se tomaron 10 plantas al azar y se midió desde el suelo hasta la hoja más alta.
- Peso forraje verde, se cortó a 5 cm del suelo todos los tallos que quedaron dentro del cuadrante y, se pesaron en una balanza de precisión y este peso se extrapoló a rendimiento por hectárea.
- Peso de 100 gramos de forraje verde que fue llevado a secar en estufa a 65 ºC por 48 horas y luego se pesó el forraje en seco determinando su porcentaje con respecto a forraje verde y, extrapolado a rendimiento por hectárea.
- Se realizó el análisis económico de los tratamientos, estableciendo la utilidad sobre el tratamiento testigo y su relación valor costo –V/C-.

3.5.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Una vez tomado los datos en el campo de los diferentes tratamientos de la parcela experimental, se realizó el análisis estadístico, utilizando el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Análisis Estadístico, según Calzada-Benza (1970) y, Steel y Torrie (1997):

- La base de las comprobaciones estadísticas de resultados experimentales es desde luego el análisis de varianza. Las relaciones de varianza muestran al experimentador los resultados en que puede confiar y aquellos que habrá que comprobar.
- Con los datos mostrados en las diferentes parcelas, se realizará el análisis estadístico, con las siguientes pruebas:
- Análisis de varianza ANVA.
- Prueba de comparación múltiple Duncan

Tabla 5.- Esquema General del Análisis de varianza ANVA

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal $_{(0.05)}$
Tratamientos	t – 1	SC(Trat)	SC(Trat)/GL(Trat)	CM(Trat)/CM(Error)
Bloques	b – 1	SC(Bloques)	SC(Bloques)/GL(Bloques)	
Error Experimental	(t – 1) (b – 1)	SC(Error)	SC(Error)/GL/Error	
Total	tb – 1	SC(Total)		

Fuente: Calzada-Benza (1970 y Steel y Torrie (1997)

3.5.7. Parámetros Evaluados

- Altura de plantas en cm,
- Peso del forraje verde de alfalfa en kg/ha/corte,
- Peso de materia seca de alfalfa en kg/ha/corte y,

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Análisis económico determinando la relación valor costo V/C.

3.6. Procedimiento de la Investigación

3.6.1. Labores pre culturales

a. Preparación de la parcela

En el cultivo establecido de alfalfa, cuya siembra se realizó el 14 de noviembre del 2020, se procedió a delimitar las parcelas con estacas de eucalipto, cada una de 3m por 3m y 50 cm entre calles, luego se distribuyó los tratamientos de acuerdo al esquema del campo experimental (Figura A1).

3.6.2. Labores culturales

a. Riego

Se realizó riego por aspersión cuando las lluvias escasearon.

b. La aplicación de biofertilizante foliar biol

La prueba en blanco realizada fue una aplicación de 400 litros de caldo (biol con agua) y, para cada parcela de 9 m^2 corresponde 360 cc de caldo (120 cc por aplicación en 3 aplicaciones).

Cada dosis de biol se aplicó en tres partes:

Para el T2 100 L/ha

- A los 7 días después del corte (30 cc de biol con 90 cc de agua).
- A los 14 días después del corte (30 cc de biol con 90 cc de agua).
- A los 21 días después del corte (30 cc de biol con 90 cc de agua).

Para el T3 200 L/ha

- A los 7 días después del corte (60 cc de biol con 60 cc de agua).
- A los 14 días después del corte (60 cc de biol con 60 cc de agua).
- A los 21 días después del corte (60 cc de biol con 60 cc de agua).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Para el T4 300 L/ha

- A los 7 días después del corte (90 cc de biol con 30 cc de agua).
- A los 14 días después del corte (90 cc de biol con 30 cc de agua).
- A los 21 días después del corte (90 cc de biol con 30 cc de agua).

e. Control de malezas

Se empleó el control manual a los 21 días después del corte de igualación, igual a los 21 días después del primer corte.

f. Controles fitosanitarios

No se realizó ningún control fitosanitario, ya que gracias al uso de biol no se presentó incidencia de plagas ni de enfermedades.

g. Cosecha

El primer corte de evaluación del experimento se realizó a los 45 días después del corte de igualación y, el segundo corte de evaluación se hizo a los 45 días del primer corte.

Esta labor se ejecutó en forma manual, con hoz, luego de lanzar el cuadrante de fierro de un metro cuadrado.

- Se pesó las muestras inmediatamente una vez cosechada.
- Se tomó una muestra de 100 gramos para llevarla a la estufa y determinar su peso en seco.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

El corte de igualación se realizó a los 110 días después de la siembra cuando el cultivo estuvo en plena floración, considerando esta fecha como el inicio del experimento a partir del cual se contaron los días para la realización de la aplicación de biol de acuerdo a cada uno de los tratamientos.

El primer corte de evaluación se realizó a los 45 días del corte de igualación, en el momento en que el cultivo tenía un 10 % de floración y, de igual forma se realizó el segundo corte de evaluación a los 45 días del primer corte de evaluación, obteniéndose los siguientes resultados.

4.1.1. Primer Corte

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.1.1.1. Altura de Planta

La altura de planta o tamaño se presenta en la Tabla 7 (ANVA), Tabla 8 (Duncan – altura de planta), Figura 1 (Altura de Planta en la Primera cosecha), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), señalan que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una altura de planta de 70.75 cm; con el T-3 (200 L/ha de biol) 68.13 cm; con el T-2 (100 L/ha de biol) 65.13 cm y, con el T-1 (testigo) 58.75 cm, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 6.- *Análisis de Varianza de la altura de planta en el primer corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	320.063	106.69	8.26	**
Bloques	3	24.688	8.23	0.64	NS
Error Experi	9	116.19	12.91		
Total	15	460.938			

CV = 5.47

Tabla 7.- *Comparación múltiple de Duncan de la altura de planta en el primer corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	70.75	**a**
T3	200 L/ha	68.13	**b**
T2	100 L/ha	65.13	**c**
T1	Testigo	58.75	**d**

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

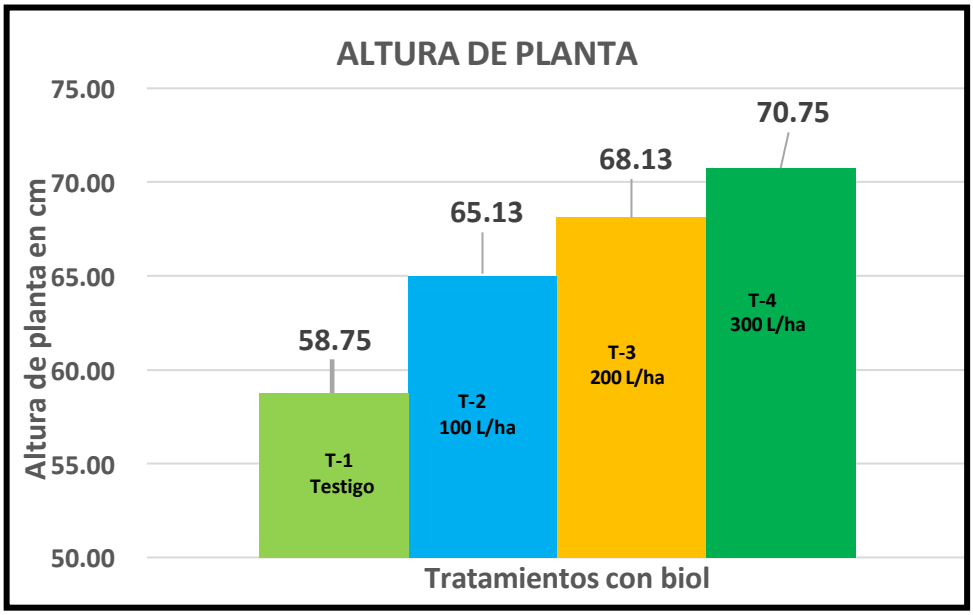


Figura 1.- Altura de Planta en el Primer Corte

4.1.1.2. Producción de Forraje Verde

La producción de forraje verde en el primer corte, se presenta en la Tabla 9 (ANVA), Tabla 10 (Duncan – producción de forraje verde), Figura 2 (producción de forraje verde en el primer corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), indican que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción de 19,125 kg/FV/ha; con el T-3 (200 L/ha de biol) 18,238 kg/FV/ha; con el T-2 (100 L/ha de biol) 16,763 kg/FV/ha y, con el T-1 (testigo) 9,533 kg/FV/ha, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 8.- *Análisis de Varianza de la producción de forraje verde en el primer corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	28.611	76.20	57.46	**
Bloques	3	12.183	4.06	3.06	NS
Error Experi	9	11.940	1.33		
Total	15	252.730			

CV = 7.24

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla 9.- *Comparación múltiple de Duncan de producción de forraje verde en el primer corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	19,125	**a**
T3	200 L/ha	18,238	**b**
T2	100 L/ha	16,763	**c**
T1	Testigo	9,533	**d**

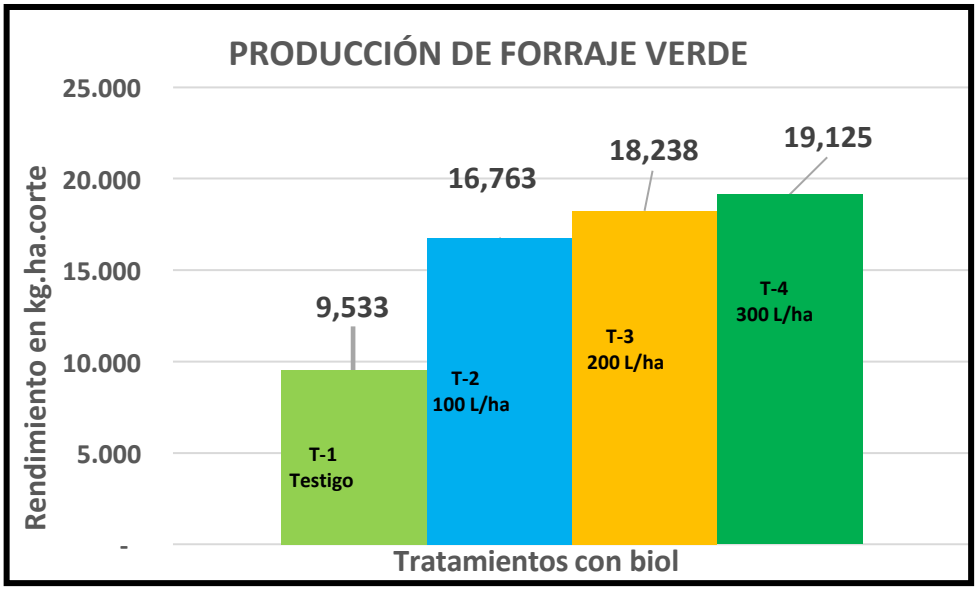


Figura 2.- Producción de Forraje Verde en el Primer Corte

4.1.1.3. Producción de Materia Seca

La producción de materia seca en el primer corte, se presenta en la Tabla 11 (ANVA), Tabla 12 (Duncan – producción de materia seca), Figura 2 (producción de materia seca en el primer corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), denotan que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción de 5,259 kg/MS/ha; con el T-3 (200 L/ha de biol) 4,559 kg/MS/ha; con el T-2 (100

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

L/ha de biol) 3,855 kg/MS/ha y, con el T-1 (testigo) 1,907 kg/MS/ha, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 10.- *Análisis de Varianza de la producción de materia seca en el primer corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	25.034	8.34	122.55	**
Bloques	3	0.642	0.21	3.14	NS
Error Experi	9	0.61	0.07		
Total	15	26.289			

CV = 6.70

Tabla 11.- *Comparación múltiple de Duncan de producción de materia seca en el primer corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	5,259	**a**
T3	200 L/ha	4,559	**b**
T2	100 L/ha	3,855	**c**
T1	Testigo	1,907	**d**

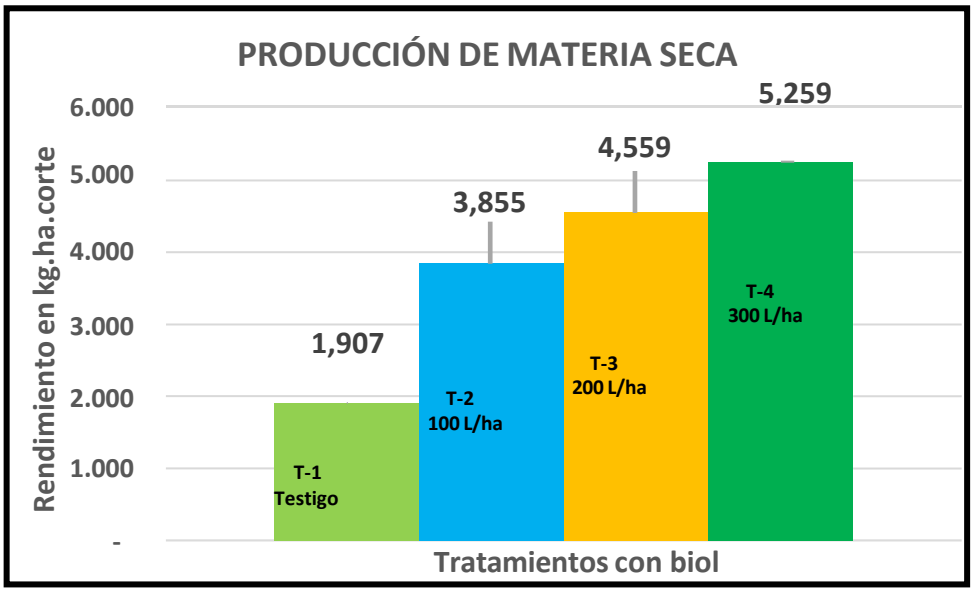


Figura 3.- Producción de Materia Seca en el Primer Corte

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.1.2. Segundo Corte

4.1.2.1. Altura de Planta

La altura de planta o tamaño se presenta en la Tabla 13 (ANVA), Tabla 14 (Duncan – altura de planta), Figura 3 (Altura de Planta en la segunda cosecha), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), señalan que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una altura de planta de 70.75 cm; con el T-3 (200 L/ha de biol) 68.13 cm; con el T-2 (100 L/ha de biol) 65.13 cm y, con el T-1 (testigo) 58.75 cm, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 12.- *Análisis de Varianza de la altura de planta en el segundo corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	171.688	57.23	7.30	**
Bloques	3	17.688	5.90	0.75	NS
Error Experi	9	70.56	7.84		
Total	15	259.938			

CV=4.14

Tabla 13.- *Comparación múltiple de Duncan de la altura de planta en el segundo corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	71.750	**a**
T3	200 L/ha	69.250	**b**
T2	100 L/ha	66.250	**c**
T1	Testigo	63.000	**d**

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

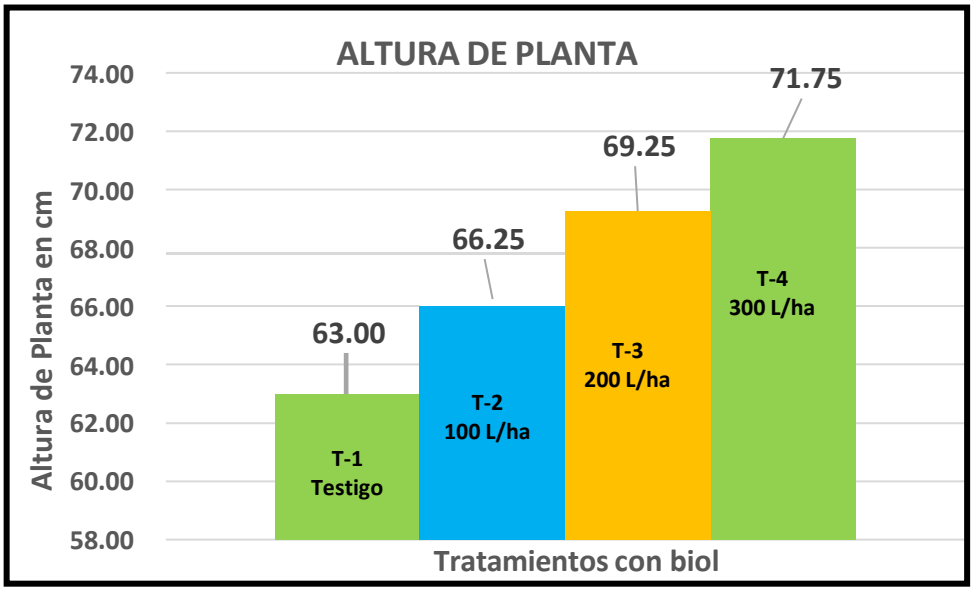


Figura 4.- Altura de Planta en el Segundo Corte

4.1.2.2. Producción de Forraje Verde

La producción de forraje verde en el segundo corte, se presenta en la Tabla 15 (ANVA), Tabla 16 (Duncan – producción de forraje verde), Figura 5 (producción de forraje verde en el segundo corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), indican que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción de 19,200 kg/FV/ha; con el T-3 (200 L/ha de biol) 18,325 kg/FV/ha; con el T-2 (100 L/ha de biol) 17,575 kg/FV/ha y, con el T-1 (testigo) 10,225 kg/FV/ha, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 14.- *Análisis de Varianza de la producción de forraje verde en el segundo corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	204.152	68.05	13.01	**
Bloques	3	13.383	4.46	0.85	NS
Error Experi	9	47.07	5.23		
Total	15	264.609			

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CV=14.00

Tabla 15.- *Comparación múltiple de Duncan de producción de forraje verde en el segundo corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	19,200	**a**
T3	200 L/ha	18,325	**b**
T2	100 L/ha	17,575	**c**
T1	Testigo	10,225	**d**

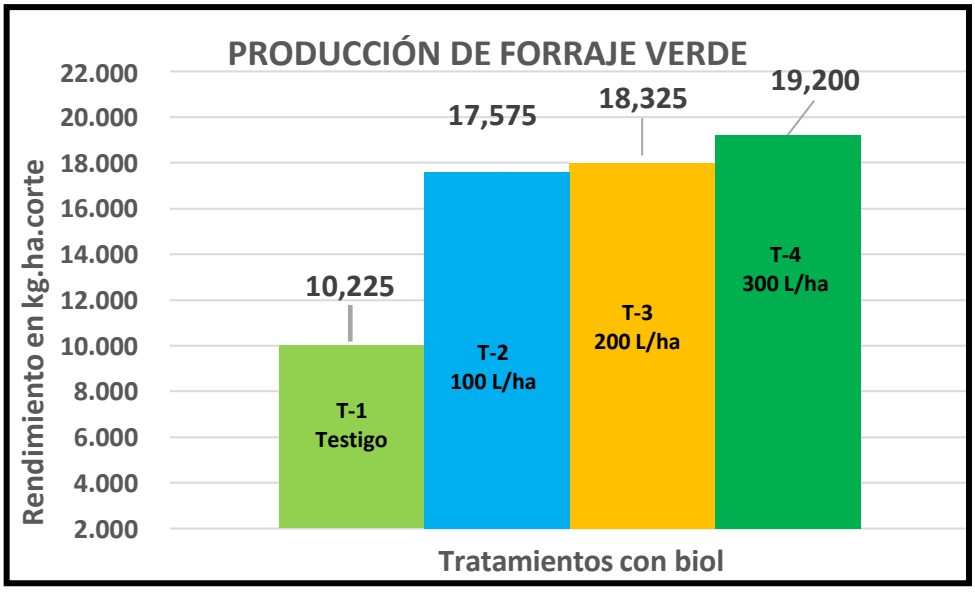


Figura 5.- Producción de Forraje Verde en el Segundo Corte

4.1.2.3. Producción de Materia Seca

La producción de materia seca en el segundo corte, se presenta en la Tabla 17 (ANVA), Tabla 18 (Duncan – producción de materia seca), Figura 6 (producción de materia seca en el segundo corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), denotan que con el T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción de 5,220 kg/MS/ha; con el T-3 (200 L/ha de biol) 4,571 kg/MS/ha; con el T-2 (100

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

L/ha de biol) 3,959 kg/MS/ha y, con el T-1 (testigo) 2,011 kg/MS/ha, habiendo diferencia altamente significativa entre todos los Tratamientos.

Tabla 16.- *Análisis de Varianza de la producción de materia seca en el segundo corte*

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significación
Tratamientos	3	23.029	7.68	20.33	**
Bloques	3	0.330	0.11	0.29	NS
Error Experi	9	3.40	0.38		
Total	15	26.758			

CV=15.60

Tabla 17.- *Comparación múltiple de Duncan de producción de materia seca en el segundo corte*

Tratamiento	Código	Promedio	Significación
T4	300 L/ha	5,220	**a**
T3	200 L/ha	4,571	**b**
T2	100 L/ha	3,959	**c**
T1	Testigo	2,011	**d**

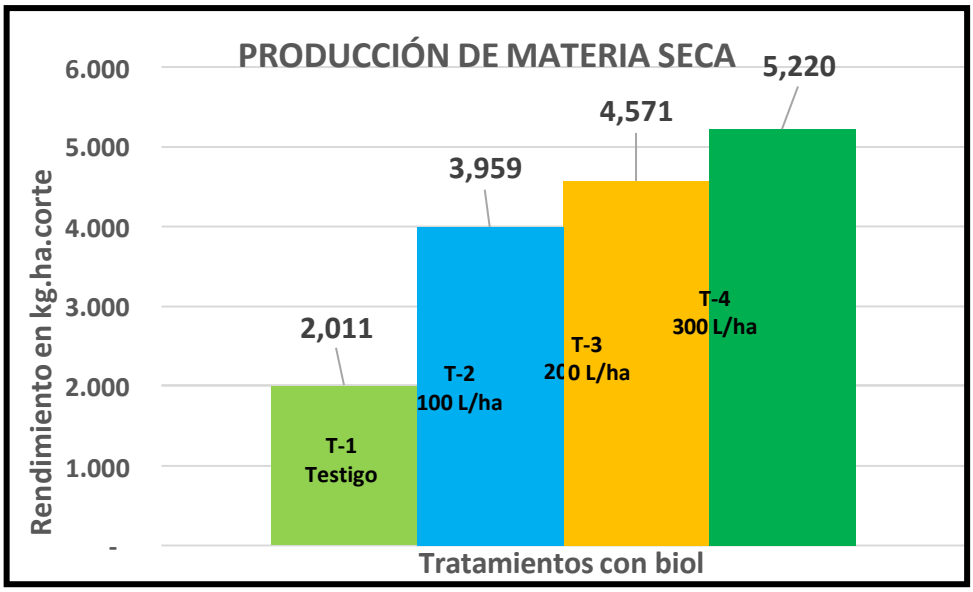


Figura 6.- Producción de Forraje en Materia Seca en el Segundo Corte

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.1.2.4. Análisis Económico

Tabla 18.- Resultados de campo de cultivo de alfalfa (promedio de dos cortes)

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Rendimiento promedio Kg/ha
T1=Testigo	10,825	9,250	7,765	11,675	9,879
T2=100 L/ha	17,750	18,175	14,125	18,625	17,169
T3=200 L/ha	18,750	17,650	17,100	19,625	18,282
T4=300 L/ha	18,400	17,550	21,125	19,575	19,163

Tabla 19.- Recomendación y uso de biol (L/ha)

Tratamiento	Uso de biol (L/ha)	Costo Trat. Soles/ha
T1=Testigo	0	-
T2=100 L/ha	100	400.00
T3=200 L/ha	200	800.00
T4=300 L/ha	300	1,200.00
Precio S/.	4.00	

Tabla 20.- Análisis Económico

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Aumento del Rdto. Sobre T1 (Kg/ha)	Valor del aumento Soles/ha	Costo por tratamiento	Utilidad sobre el T1 Soles/ha	Relación V/C
T1=Testigo	9,879					
T2=100 L/ha	17,169	7,290	6,561.00	400.00	6,161.00	15.40
T3=200 L/ha	18,282	8,403	7,562.25	800.00	6,762.25	8.45
T4=300 L/ha	19,163	9,284	8,355.15	1,200.00	7,155.15	5.96
Precio del producto en chacra: S/. por Kg = 0.90						

El análisis económico se muestra en la Tabla 20, donde la mejor relación Valor Costo se da con el Tratamiento 2 (100 L/ha de biol) V/C = 15.40.

4.2. Discusión

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2.1. Altura de Planta

Evaluando el Análisis de Varianza de la Altura de Planta del primer y segundo corte, presentados en las Tablas 7 y 13, encontramos que en la tabla de valores de F se comprueba que el valor de F para 3 grados de libertad del numerador y 9 del denominador, que corresponde a los tratamientos, es de 3,86 para P=0,05 y de 6,99 para P=0,01, estos dos valores son inferiores al valor calculado -8,26 para el primer corte y, 7.30 para el segundo corte-, luego se rechaza la hipótesis nula de que no había diferencia entre tratamientos (dosis de biol) y se asume que las alturas de plantade éstas representan medias poblacionales diferentes a un nivel de probabilidad de P≤0,01, lo que se representa por dos asteriscos. En el caso de los bloques, se comprueba que no existen diferencias significativas entre ellos, al menos a un nivel de P≤0,05. Esto indica que la diferencia que existe entre los tratamientos ha sido extraída del error, disminuyendo CME y, en consecuencia, aumentando la precisióndel experimento.

La altura de planta o tamaño presentados en las Tablas 8 y 14 (Duncan – altura de planta) y en las Figuras 1 y 4 (Altura de Planta en el primer y segundo corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), señalan que con el mejor tratamiento T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una altura de planta promedio de 71.25 cm (70.75 cm y 71.75 cm, en el primer y segundo corte, respectivamente), lo cual está por encima de lo obtenido por Gil-Ramírez (2015), con 56 cm, similar a lo encontrado por Durand-Villegas (2018), con 69 cm y, por debajo de lo obtenido por Chacón (2011) con 79.63, Guanopatín (2012) con 96.32 cm, Díaz-Plasencia (2017) con 90 cm y, Azaña-Vásquez (2019) con 77.93 cm. Con el tratamiento más bajo T-1 (testigo) se obtiene una altura de planta promedio de 60.86 cm (58.75 cm y 63.00 cm, en el primer y segundo corte, respectivamente), que es superior a lo reportado por Gil-Ramírez (2015) con 30 cm, de La Torre-Zamora (2019) con 44.67 cm y, de Azaña-Vásquez (2019) con 48.18; similar a lo encontrado por Diaz Plasencia (2017) con 62 cm y Durand-Villegas (2018) con 61 cm. Estas diferencias en la altura de planta, probablemente se deba a que los autores citados trabajaron con otras variedades (las cuales no reportan).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2.2. Producción de Forraje Verde

Las Tablas 9 y 15 (ANVA de Producción de Forraje Verde en el primer y segundo corte), encontramos que en la tabla de valores de F se comprueba que el valor de F para 3 grados de libertad del numerador y 9 del denominador, que corresponde a los tratamientos, es de 3,86 para P=0,05 y de 6,99 para P=0,01, estos dos valores son inferiores al valor calculado -57,46 para el primer corte y, 13.01 para el segundo corte-, luego se rechaza la hipótesis nula de que no había diferencia entre tratamientos (dosis de biol) y se asume que los rendimientos de éstas representan medias poblacionales diferentes a un nivel de probabilidad de P≤0,01, lo que se representa por dos asteriscos. En el caso de los bloques, se comprueba que no existen diferencias significativas entre ellos, al menos a un nivel de P≤0,05. Esto indica que la diferencia que existe entre los tratamientos ha sido extraída del error, disminuyendo CME y, en consecuencia, aumentando la precisión del experimento.

La producción de forraje verde presentados en las Tablas 10 y 16 (Duncan – producción de forraje verde) y en las Figuras 2 y 5 (producción de forraje verde en el primer y segundo corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), señalan que con el mejor tratamiento T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción promedio de 19,162.50 kg/FV/ha (19,125 kg/FV/ha y 19,200 kg/FV/ha, en el primer y segundo corte, respectivamente), lo cual está por encima de lo obtenido por Chacón (2011) con 8,420 kg/FV/ha, Guanopatín (2012) con 14,830 kg/FV/ha, La Torre-Zamora (2019) con 5,330 y, Azaña-Vásquez (2019) con 4,330; similar a lo encontrado por Martel-Acosta (2018) con 20,500 kg/FV/ha; por debajo de lo obtenido por Gil-Ramírez (2015) con 21,620 kg/FV/ha y, Díaz-Plasencia (2017) con 26,300 kg/FV/ha. Con el tratamiento más bajo T-1 (testigo) se obtiene una producción promedio de 9,879 kg/FV/ha (9,533 kg/FV/ha y 10,225 kg/FV/ha, en el primer y segundo corte, respectivamente), que es superior a lo reportado por Azaña-Vásquez (2019) con 1,810 kg/FV/ha; por debajo a lo encontrado por Gil-Ramírez (2015) con 12,500 kg/FV/ha y, Diaz-Plasencia (2017) con 14,500 kg/FV/ha. Estas diferencias, probablemente se deba a que los autores citados trabajaron con otras variedades (las cuales no reportan).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Así mismo, los resultados obtenidos están por encima de lo que manifiestan Román (2012) que los rendimientos de alfalfa están entre 6 a 8 t/FV/ha/corte y, MINAGRI (2017) que el rendimiento promedio nacional es de 6.1 t/FV/ha/corte.

También Higa (1993) señala que el uso de EM ha probado que es posible aumentar la producción hasta triplicar los rendimientos actuales de los cultivos.

4.2.3. Producción de Materia Seca

Las Tablas 11 y 17 (ANVA de Producción de Forraje en materia seca en el primer y segundo corte), encontramos que en la tabla de valores de F se comprueba que el valor de F para 3 grados de libertad del numerador y 9 del denominador, que corresponde a los tratamientos, es de 3,86 para P=0,05 y de 6,99 para P=0,01, estos dos valores son inferiores al valor calculado -122.55 para el primer corte y, 20.33 para el segundo corte-, luego se rechaza la hipótesis nula de que no había diferencia entre tratamientos (dosis de biol) y se asume que los rendimientos de éstas representan medias poblacionales diferentes a un nivel de probabilidad de P≤0,01, lo que se representa por dos asteriscos. En el caso de los bloques, se comprueba que no existen diferencias significativas entre ellos, al menos a un nivel de P≤0,05. Esto indica que la diferencia que existe entre los tratamientos ha sido extraída del error, disminuyendo CME y, en consecuencia, aumentando la precisión del experimento.

La producción de materia seca presentados en las Tablas 12 y 18 (Duncan – producción de forraje seco) y en las Figuras 3 y 6 (producción de forraje seco en el primer y segundo corte), donde los resultados (promedio de cuatro repeticiones), señalan que con el mejor tratamiento T-4 (300 L/ha de biol) se obtiene una producción promedio de 5,240 kg/FS/ha (5,259 kg/FS/ha y 5,220 kg/FS/ha, en el primer y segundo corte, respectivamente), lo cual está por encima de lo obtenido por Azaña-Vásquez (2019) con 886 kg/FS/ha, Chacón (2011) con 2,170 kg/FS/ha; por debajo de lo obtenido por Díaz-Plasencia (2017) con 6,049 kg/FS/ha, Gil-Ramírez (2015) con 6,702 kg/FS/ha y, Martel-Acosta (2018) con 5,945 kg/FS/ha. Con el tratamiento más bajo T-1 (testigo) se obtiene una producción promedio de 1,956

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

kg/FS/ha (1,907 kg/FS/ha y 2,011 kg/FS/ha, en el primer y segundo corte, respectivamente), que es superior a lo reportado por Azaña-Vásquez (2019) con 313 kg/FS/ha; por debajo a lo encontrado por Gil-Ramírez (2015) con 3,880 kg/FS/ha y, Diaz-Plasencia (2017) con 2,951 kg/FS/ha. Estas diferencias, probablemente se deba a que los autores citados trabajaron con otras variedades (las cuales no reportan).

4.2.4. Análisis Económico

El análisis económico es presentado en la Tabla 20, nos indica que los tres tratamientos con biol resultan rentables, destacando el T-2 (100 L/ha de biol), con una inversión de S/. 400.00, una utilidad de S/. 6,161.00 y, da la mejor relación V/C = 15.40 lo cual significa que por cada sol invertido en biol se obtiene una ganancia de 15.40 soles, que a su vez muestra un mayor retorno por cada sol que en el caso de los otros tratamientos.

Para la aplicación adicional de biol T3 (200 L/ha de biol) la inversión representa S/. 800.00 con una utilidad de S/. 6,762.75 y una relación VC = 8.45 y, con el T4 (300 L/ha de biol) la inversión es de S/. 1,200.00 con una utilidad de 7,155.15 y una relación V/C = 5.96, que todavía son muy aceptables para los productores de alfalfa, aunque el retorno por sol invertido es menor que con el T-2 (100 L/ha de biol).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

5. CONCLUSIONES

1. El cultivo de alfalfa (*Medicago sativum* L.) variedad Hortus 901, responde muy bien a la aplicación de los tratamientos con biol, por lo cual su cultivo tiene un gran potencial en la sierra de Ancash y principalmente en el valle del Callejón de Huaylas.

2. La altura de planta da una respuesta altamente significativa en los diferentes tratamientos y en promedio 71.25 cm con el mejor tratamiento T-4 (300 L/ha de biol) y, 60.86 cm en tratamiento testigo (T-1 sin biol), concuerda con lo encontrado en otros estudios, esto significa que al comparar los resultados de los cuatro tratamientos con biol, todavía es posible aumentar los rendimientos en altura de plantas con dosis mayores a las probadas.

3. Analizando el rendimiento en forraje verde, la dosis que mejor se comporta es la del tratamiento T-4 (300 L/ha de biol), para el cultivo de alfalfa variedad Hortus 901, con un rendimiento promedio por corte en forraje verde de 19,163 kg/FV/ha, que

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

fácilmente duplica al rendimiento del testigo T-1 (sin biol) que rinde 9,879 kg/FV/.ha y, más que triplica en rendimiento promedio de alfalfa que reporta el Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2017). Esta dosis también tiene diferencias estadísticas altamente significativas con los tratamientos T-2 (100 L/ha de biol) y T-3 (200 L/ha de biol) con rendimientos de 17,169 kg/FV/ha y 18,282 kg/FV/ha.

4. En cuanto al rendimiento en materia seca, se identifica que las diferentes dosis de biol siguen los mismos comportamientos del rendimiento de forraje verde, donde el mejor tratamiento es el T-4 (300 L/ha de biol) con 5,240 kg/MS/ha y con el T-1 (testigo) con 1,956 kg/MS/ha.
5. Al realizar el análisis económico, se concluye que para los pequeños productores de alfalfa resulta más rentable el T-2 (100 L/ha de biol), ya que con él se obtiene mayor retorno por cada sol invertido. Los medianos y grandes productores deberían usar el T-4 ya que con él obtienen una máxima utilidad por hectárea.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos mayores dosis de biol para determinar hasta que punto se podría utilizar el biol.

- Recomendar a los pequeños productores el uso de biol a la dosis de 100 L/ha.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRONOTICIAS (2016). Cultivo de la alfalfa. *Agronoticias Revista para el Desarrollo*. 424 (6), 50-51.

Álvarez. F. (2010). *Manual: Preparación y uso de biol*. Soluciones Prácticas. Recuperado de: http://www.funsepa.net>soluciones>pubs>Njc0.

Azaña-Vásquez, Yobana (2019). *Efecto de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento de cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en Tingüa, distrito de Mancos, Yungay – Ancash 2019* (Tesis de Titulación). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

Boza-Martínez, Sofía (2010). Desafío del desarrollo: la agricultura orgánica como parte de una estrategia de mitigación de la pobreza rural en México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 19*(37), 92-111. ISSN: 0188-9834. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=859/85919842004.

Buelvas, M. (2009). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) cosechado a cuatro*

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

estadios de crecimiento diferentes. Recuperado de: http://ciencia.lasalle.edu.co>zootecnia>71.

Calzada-Benza, José. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima - Perú: Editorial Jurídica.

Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación - CEDEP (2012). *Manual del cultivo de alfalfa.* Arequipa, Perú, CEDEP.

Cervantes, M. (2009). *Abonos orgánicos*. Recuperado de: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_orgánicos.htm.

Chacón, D. (2011). *Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje del Medicago sativa en la Estación Experimentl Tunshi*. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1029.

Colque, T. et al (2005). *Producción de biol, abono líquido natural y ecológico. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria*. Puno, Perú. Recuperado de: http://www.academia.edu>PRODUCCIÓN_DE_BIOL.

Cornacchione, M. (2010). *Alfalfa, crecimiento y manejo para un uso eficiente como integrante de la cadena forrajera de los sistemas ganaderos locales*. INTA. Argentina Recuperado de: http://anterior.inta.gov.ar./santiago/info/documentos/forraje/007art_alfacrec.htm.

Dammer, M. (2004). *Adaptación de cuatro variedades de alfalfa Medicago sativa en la zona de Cananvalle – Tabacundo, Cayanbe - Ecuador*. La Granja, Revista de Ciencias de la Vida 5(1): 11. Disponible en: DOI: 10.17163/lgr.n5.2006.02.

Di Nucci, E. y Valentinuz, O. (2008). *Producción de forraje de alfalfa de diferente grado de reposo con riego suplementario*. Recuperado de: https://inta.gob.ar>sites>default>files>script-tmp-in.

Díaz-Plasencia, Sandy (2017). *Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago sativa v. vicus) en Cajamarca*. Recuperado de: http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/215.

Duarte, G. (2007). *Fertilización de alfalfa*. Recuperado de: http://www.producción-animal.com.ar>53-fertilización.

Durand-Villegas, Paul Jean Pierre (2018). *Producción de biol utilizando mezcla de heces vacunos y cuy, para mejorar la producción de alfalfa (Medicago sativa) Pariacoto,*

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2018. (Tesis inédita de titulación). Lima, Perú, Universidad César Vallejo. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12692/28019.

Flores-Martínez, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes alto andinos*. Lima: ITDG AL, Oikos.

García-Nero, F., Cangiano, C. & Fernández, H. (2005). *Estabilidad del rendimiento de forraje y de la persistencia de alfalfa con distinto reposo invernal en argentina*. Recuperado de: http://www.producción-animal.com.ar>40-fertilización.

Gil-Ramírez, Luis (2015). *Influencia de las concentraciones del "biol" en el crecimiento y desarrollo de Medicago sativa "alfalfa".* (Tesis de titulación). Trujillo, Perú, Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: URI: http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4548.

Guanopatín, M. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa* (*Medicago sativa*). (Tesis inédita para obtención de título). Cevallos, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: http://www.pellegrinioscarv.com.ardocumentacionEnsayo%20Alfalfa%204%20%20Fertilización%C3%B3n%20Foliar.pdf.Infoagro.2002.

Higa, T. (1993). *Una revolución para salvar la tierra. Una forma de resolver los problemas de nuestro mundo a través de los Microorganismos Efectivos (EM)*. Ed. Teruo Higa, Okinawa, Japón.

Khalaki, M. , A. Ghorbani, A. Esmali Ouri, A.Shokuhian y A. Ashraf Jafari (2021). Some facilitator Effects on Alfalfa and Sainfoin Growth in Restoration of Dry Farming Lands (Study Area: Balekhlichay Watershed, Ardabil, Irán) ECOPERSIA 2021, 9(1): 43-51. http://ecopersia.modares.ac.ir/article-24-40901-en.html.

Kodipili K.P.A.N. and Nimalan J. (2018) Effect og Homemade Effective Microorganisms on the Growth and Yield of Chilli (Capsicum annuum) MI-2 AGRIEAST 2018 Vol12(2): 27-34 http://doi.org/10.4038/agrieast.vl2i2.57.

La Torre-Zamora, L. (2019). *Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de Cavia porcellus en el rendimiento de alfalfa*. (Tesis de pregrado).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12692/35226.

Martel-Acosta, L. A. (2018). *Efecto de los niveles de abonos foliares en el rendimiento y calidad de cultivo de Alfalfa establecida (Medicago sativa L.), en condiciones edafoclimáticas de Yacupunta - Huánuco, 2017*. Recuperado de: http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/3304.

Medina, A., Quipuzco, L. y Juscamaita, J. (2015). *Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores*. Anales Científicos, 76(1): 116-124. doi: http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.772.

MINAGRI -Ministerio de Agricultura y Riego- (2017). Plan nacional de desarrollo ganadero 2017-2027. Lima, Perú, MINAGRI. Recuperado de: http://www.minagri.gob.pe>portal>pdf>dg-ganadería.

MINAM –Ministerio del Ambiente- (2019). *Línea de base de la alfalfa con fines de bioseguridad en el Perú*. Lima, Perú, MINAM, Dirección General de Diversidad Biológica.

Moreno, G. y Talbot, M. (2010). *Fertilización equilibrada de la alfalfa*. Recuperado de http://www.elsitioagrícola.com.

Morocho, M. y Leiva-Mora, M. (2019). *Efficient microorganisms functional properties and agricultural applications*. Centro Agrícola, 46(2): 93-103. http://cagricola.uclv.edu.cu.

PROINPA (2014). *El biol*. Cochabamba, Bolivia, Promoción e Investigación de Productos Andinos –PROINPA. Recuperado de: https://www.proinpa.org.>Bioinsumos>biol>pdf59.

Restrepo, José; Gómez, Jairo y; Escobar, Roosevelt. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura.* Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Fundación para la Investigación y Desarrollo Agricola (FIDAR). http://ciat-library.ciat.org/Articulos_CIAT/Residuos_Organicos_Agricultura_FIDAR.pdf.

Rojas, H. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica*. (Tesis inédita para obtención de título). La Molina, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1878.

Román, G. (2012). *Siembra de alfalfa para producción y venta de forraje fresco en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Saleh, M. (2013) Influence of effective microorganisms and green manure on soil properties and productivity of pearl millet and alfalfa grown on sandy loam in Saudi Arabia, African Journal of Microbiology Research Vol 7(5), pp 375-382

http://doi.org/10.5897/AJMR12.1693.

Steel, R., y Torrie, J. (1996). *Bioestadística: principio y procedimientos*. New York, McGraw-Hill.

Talaat N. (2019) Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (Phaseolus vulgaris L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production Scientia Horticulturae Volume 250, 10 de mayo 2019, pages 254-265.
https://doi.org/10.1016/j.scientia.2019.02.05.

Tenorio, J. (2007) *Guía técnica de la alfalfa*. Recuperado de http://es.scribd.com>document>Guía-Técnica-de-la-alfalfa.

Tommonaro, G. , Abbamondi, B. Nicolaus, A. Poli,C. C. D´Angelo, C. Iodice y R. Deprisco (2021) Productivity and Nutritional Trait Improvements of Different Tomatoes Cultivated with Effective Microorganisms Technology Agriculture 2021, 11 , 112. http://doi.org/10.3390/agriculture11020112.

Zulueta, R., Trejo, D., Lara, L., López, H. y Moreira, C. (2010). *Los abonos naturales.* Recuperado de: http://www.uv.mx.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

APÉNDICE

Tabla A1.- *Altura de planta en el primer corte, en cm. Datos de campo.*

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	57.50	61.00	72.00	65.00	255.50
II	56.00	69.50	69.50	74.50	269.50
III	60.00	64.00	67.00	71.50	262.50
IV	61.50	66.00	64.00	72.00	263.50
Total	235.00	260.50	272.50	283.00	1,051.00
n	4.00	4.00	4.00	4.00	
Promedio	58.75	65.13	68.13	70.75	65.69

Fuente: Ramos (2021).

Tabla A2.- *Producción de forraje verde en el primer corte, en kg/m^2. Datos de campo.*

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	1.035	1.755	1.855	1.955	6.600
II	0.800	1.800	1.740	1.830	6.170
III	0.888	1.340	1.760	1.915	5.903
IV	1.090	1.810	1.940	1.950	6.790
Total	3.813	6.705	7.295	7.650	25.463
n	4	4	4	4	
Promedio	0.953	1.676	1.824	1.913	

Fuente: Ramos (2021).

Tabla A3.- Producción de materia seca en el primer corte, en kg/m^2. Datos de campo.

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	0.207	0.404	0.464	0.538	1.612
II	0.160	0.414	0.435	0.503	1.512
III	0.178	0.308	0.440	0.527	1.452
IV	0.218	0.416	0.485	0.536	1.656
Total	0.763	1.542	1.824	2.104	6.232
n	4	4	4	4	
Promedio	0.191	0.386	0.456	0.526	

Fuente: Ramos (2021).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla A4.- *Altura de planta en el segundo corte, en cm. Datos de campo.*

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	58.000	67.000	68.000	71.000	264.000
II	62.000	69.000	69.000	73.000	273.000
III	67.000	65.000	73.000	70.000	275.000
IV	65.000	64.000	67.000	73.000	269.000
Total	252.000	265.000	277.000	287.000	1,081.000
n	4	4	4	4	
Promedio	63.000	66.250	69.250	71.750	67.56

Fuente: Ramos (2021).

Tabla A5.- *Producción de forraje verde en el segundo corte, en kg/m^2. Datos de campo.*

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	1.130	1.795	1.895	1.725	6.545
II	1.050	1.835	1.790	1.680	6.355
III	0.665	1.485	1.660	2.310	6.120
IV	1.245	1.915	1.985	1.965	7.110
Total	4.090	7.030	7.330	7.680	26.130
n	4	4	4	4	
Promedio	1.023	1.758	1.833	1.920	

Fuente: Ramos (2021).

Tabla A6.- Producción de materia seca en el segundo corte, en kg/m^2. Datos de campo.

Tratamientos	T1 Testigo	T2 100 L/ha	T3 200 L/ha	T4 300 L/ha	Total
Bloques					
I	0.226	0.413	0.493	0.466	1.597
II	0.221	0.404	0.448	0.437	1.509
III	0.146	0.327	0.432	0.635	1.540
IV	0.212	0.440	0.457	0.550	1.659
Total	0.804	1.584	1.828	2.088	6.305
n	4	4	4	4	
Promedio	0.201	0.396	0.457	0.522	

Fuente: Ramos (2021).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

GALERÍA DE FOTOS

Foto N° 1: Realización del corte de igualación

Foto N° 2: Aplicación de Biol

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Foto N° 3 : Corte por m2

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Foto N° 4: Peso de la alfalfa (en verde) :

Foto N° 5: Peso de la alfalfa (en seco) :

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Foto N° 6: Determinación de altura de la Alfalfa

Foto N° 7 : Sistema de riego: “Aspersión”

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Foto N°8: Vista general de la parcela experimental

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú