

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS INOCULADOS CON EM EN EL
RENDIMIENTO DEL FORRAJE DEL CULTIVO DE ALFALFA
(*Medicago sativa* L.) VARIEDAD “ALTA SIERRA” EN CONDICIONES
EDAFOCLIMATICAS DE MARÍAS DOS DE MAYO, HUÁNUCO - 2020**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TESISTA:

Bach. ADRIAN NOLASCO, Wilder

Bach. MATTO BERNARDO, Nayra Patricia

ASESOR:

M. Sc. IGNACIO CARDENAS, Severo

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a **Dios**, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseado.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo, consejos, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos, ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas(os), son los mejores padres.

A nuestros hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañarnos y por el apoyo moral, que nos brindaros a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Wilder y Nayra.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestras existencias, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Rubén y Hilda; Teodoro y Sixta, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" de Huánuco sección Chavinillo por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, y a los agricultores de la localidad de Marías por apoyarnos en las labores culturales durante la conducción de nuestra investigación.

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Marías, provincia de Dos de Mayo, región Huánuco con el propósito de conocer los efectos de los estiércoles de animales (cuy, gallina y ovino) enriquecidos con microorganismos eficientes y el biol elaborado con fuentes orgánicas en las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento de forraje fresco y seco de la alfalfa variedad Alta Sierra. Los estiércoles fueron utilizados a una dosis por hectárea de 4 167 kg más 5 L de EM/200 L de agua, el biol se utilizó a una proporción de 10 L/200 L de agua, además de un tratamiento control para el contraste de los resultados obtenidos con los ensayos. Los datos fueron organizados en una base y luego fueron analizados mediante técnicas de estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, coeficiente de determinación), estadística inferencial (análisis de varianza y prueba de comparación de promedios de Duncan) y análisis de correlación (estadístico de Pearson). No se encontró diferencia estadística significativa para los tratamientos ensayados, incluido el control, para los promedios de los valores observados de las variables, excepto para número de tallos por planta (53 tallos por planta), que según la prueba de Duncan resultó estadísticamente superior al 0.05 de significancia con el tratamiento estiércol de gallina + EM, con respecto a los promedios obtenidos con los otros tratamientos. No obstante, quedó comprobado que los estiércoles de los animales permiten mejorar los rendimientos de forraje verde y seco del cultivo estudiado, que debe ser replicado en otros lugares de producción del cultivo y evaluar la producción de cinco o más cortes.

Palabras clave: biol, estiércol, forraje, microorganismos eficaces.

SUMMARY

The study was developed in the district of Marias, Dos de Mayo province, Huánuco region. The purpose was to know the effects of animal manures (guinea pig, chicken and sheep) enriched with efficient microorganisms and the biol prepared with organic sources. The evaluated variables were growing and development of alfalfa crop, Alta Sierra variety, and yield of fresh and dry of forage. The manures were used at a dose per hectare of 4167 kg and plus 5 L of EM / 200 L of water in each case, the biol was used a proportion of 10 L / 200 L of water, in addition was used a control treatment to contrast the results obtained with rehearsals. The data were organized in a base and then were analyzed using descriptive statistics techniques (mean, standard deviation, coefficient of variation, coefficient of determination), inferential statistics (analysis of variance and Duncan's mean comparison test) and correlation analysis (Pearson statistic). No statistically significant difference was found for the tested treatments, including the control, for the averages of the observed values of the variables, except for the number of stems per plant (53 stems per plant), which according to Duncan's test was statistically superior at 0.05 of significance with the chicken manure + EM treatment, with respect to the averages obtained with the other treatments. However, it was verified that the animal manures allow to improve the yields of fresh and dry forage of the studied crop, which must be replicated in other places of production of the crop and evaluate the production of five or more cuts.

Key words: biol, efficient microorganisms, forage, manure.

INDICE

PORTADA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	09
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Fundamentación teórica	12
2.1.1. Cultivo de alfalfa	12
2.1.2. Origen y distribución	12
2.1.3. Clasificación taxonómica	13
2.1.4. Aspectos botánicos y estadios de madurez	13
2.1.5. Importancia forrajera	17
2.1.6. Alfalfa variedad Alta Sierra	18
2.1.7. Requerimientos climáticos y edáficos	19
2.1.8. Manejo de alfalfa	20
2.1.9. Abonamiento	24
2.1.9.1. Abono orgánico sólido	24
2.1.9.2. Abono orgánico líquido	27
2.1.10. Requerimientos nutricionales	29
2.1.11. Microorganismos eficaces	32
2.1.11.1. Inoculación de microorganismos en el suelo y planta	33
2.2. Antecedentes	34
2.3. Hipótesis	37
2.4. Variables	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1. Tipo y nivel de investigación	39
3.1.1. Tipo de investigación	39

3.1.2. Nivel de investigación	39
3.2. Lugar de ejecución	39
3.2.1. Condiciones agroecológicas	40
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	40
3.3.1. Población	40
3.3.2. Muestra	40
3.3.3. Tipos de muestreo	41
3.3.4. Unidad de análisis	41
3.4. Tratamientos en estudio	41
3.5. Prueba de hipótesis	42
3.5.1. Diseño de la investigación	42
3.5.2. Datos registrados	45
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	46
3.5.3.1. Técnicas de recolección de información	46
3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información	47
3.6. Materiales y equipos	48
3.7. Conducción de la investigación	49
3.7.1. Selección del cultivo	49
3.7.2. Corte del alfalfar	49
3.7.3. Abonamiento	49
3.7.4. Deshierbo	50
3.7.5. Riegos	50
3.7.6. Cosecha del forraje	50
IV. RESULTADOS	51
4.1. Crecimiento y desarrollo de la planta de alfalfa var. Alta Sierra	51
4.1.1. Altura de planta	51
4.1.2. Número de tallos por planta	54

4.2. Rendimiento de forraje de alfalfa var. Alta Sierra	56
V. DISCUSIÓN	61
5.1 Crecimiento y desarrollo de la planta de alfalfa var. Alta Sierra	61
5.2 Rendimiento de forraje de alfalfa var. Alta Sierra	62
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RECOMENDACIONES	65
VIII. LITERATURA CITADA	66
ANEXOS	70

I. INTRODUCCIÓN

La principal fuente alimenticia para los herbívoros es el pasto natural los cuales en su gran mayoría presentan una baja producción y de mala calidad debido a factores adversos del medio ambiente, para suplir estas dificultades en las regiones andinas de nuestro país se instalan pastos cultivados para proveerlo a los animales, los productores que se dedican a la producción de alfalfa son pocos, en su mayoría vienen instalando pastos anuales como la avena, por ser un pasto anual solo permite su uso una vez por año, siendo un constante gasto para su instalación y cosecha.

Las características climatológicas, topográficas y ambientales de la región Huánuco, la hacen excelencia apropiada para desarrollar la actividad agrícola-ganadera. Desde mucho tiempo, la provincia de Dos de Mayo ha sido considerada como una de las condiciones favorables para la explotación de animales mayores y menores para la subsistencia de muchas familias rurales.

La alfalfa (*Medicago sativa*), es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las leguminosas, siendo actualmente el cultivo forrajero más importante como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna (Flores 2015). Es por ello, la alfalfa es un pasto permanente y que produce constante forraje verde tanto para la venta o para la actividad ganadera esta puede ser usado para corte o para pastoreo (Andia y Argote 2006).

Una buena variedad de alfalfa es la que muestra excelentes características en cuanto a su relación hoja-tallo, buena recuperación post

corte o post pastoreo, facilidad de propagación, buen poder competitivo con maleza y plagas, alta capacidad nutritiva, gustosidad, buena palatabilidad y finalmente buena persistencia (Reynoso 2016)

Los suelos con deficiente fertilidad y niveles bajos de materia orgánica, implica la necesidad de incorporar abonos orgánicos, en donde las plantas puedan absorber las fuentes de nutrientes, lo que influye al desarrollo fisiológico con mayor rendimiento y calidad productiva (MINAGRI y AGRORURAL 2012).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación contribuye encontrar factores óptimos para mejorar los rendimientos, aplicando diferentes tipos de abonos orgánicos al cultivo de alfalfa, mediante el cual se busca alternativas que contribuyan con resolver el problema de la baja fertilidad de los suelos del distrito de Marías y así generar respuestas favorables para garantizar la disponibilidad de forraje para los animales. La investigación se realizó en una parcela instalada de alfalfa en el distrito mencionado cuyos objetivos fueron:

Objetivo general

Evaluar el efecto de los abonos orgánicos inoculados con EM en el rendimiento de forraje del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Alta Sierra en condiciones edafoclimáticas de Marías, Dos de Mayo, Huánuco.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de los estiércoles de cuy, ovino, gallinaza y biol en altura de planta y número de tallos por planta en el cultivo de alfalfa.
2. Estimar el efecto de los estiércoles de cuy, ovino, gallinaza y biol en el peso de forraje verde y seco en el cultivo de alfalfa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Cultivo de alfalfa

Reynoso (2016) menciona que la alfalfa (*Medicago sativa*) es una leguminosa originaria de Persia. Desde hace cientos de años, la alfalfa ha sido utilizada para alimentar a los animales. Actualmente también se utiliza como cultivo de cobertura y para consumo humano en forma de jugos, agua o germinados. La alfalfa cuenta con diversas vitaminas y minerales, incluyendo vitamina A, B, C, E y K y minerales como calcio, potasio, fósforo, zinc y hierro.

Por la diversidad y calidad de sus nutrientes, la alfalfa se ha convertido en un complemento ideal en la dieta de pacientes con debilidad, astenia, malnutrición, anemias y otros padecimientos. Es un producto destinado a la alimentación tanto de los animales como del hombre, quien puede consumir sus retoños en ensaladas o emparedados. Se cree que es de las primeras hierbas plantadas por el hombre.

2.1.2. Origen y distribución

EcuRed (2020) reporta que el cultivo de alfalfa es originario de la región oriental del Mediterráneo. Es una planta que tiene su origen en las tierras de África del Norte y de Asia, en donde la utilizaban sabiamente para fortalecer el cabello. No en vano, los árabes ya la bautizaron hace muchos siglos con el nombre clásico de “al-fac-facah”, lo que significaría “la madre de todos los alimentos”. Conocida también por “Lucerne”.

Álvarez (2013) señala que la alfalfa llega en el siglo XVI a América del Sur, proveniente de Irán y Asia Menor. Bouton (2011) afirma que en ese siglo se instalaron 32 millones de hectáreas, por ser una leguminosa más empleada como forraje en el mundo.

2.1.3. Clasificación taxonómica

Según Flores (2015) la clasificación taxonómica de la alfalfa es de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal
División	:	Magnoliophita
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	Leguminosae
Subfamilia	:	Papilionoideae
Tribu	:	Trifolieae
Género	:	<i>Medicago</i>
Especie	:	<i>Sativa</i>

Nombre científico: *Medicago sativa* L.

Nombre común: Alfalfa, mielga, alfaz, mielcas, alfalce, alfal.

2.1.4. Aspectos botánicos y estadios de madurez

Según Maddaloni y Ferrari (2005) las características morfológicas del cultivo de alfalfa se describen a continuación:

Características morfológicas:

Son plantas herbáceas de porte erecto y semierecto, ramificadas, pudiendo alcanzar hasta 1 metro de altura. Su sistema radicular está integrado por una raíz pivotante de varios metros de profundidad, con distintos grados de ramificación. Los tallos son erguidos, ascendentes y herbáceos. En la base de los mismos se diferencia una corona compuesta por la base perenne y subleñosa de los tallos, la cual se ubica a nivel o ligeramente por debajo de la superficie del suelo. La corona posee numerosas yemas de renuevo midiendo hasta más de 20 centímetros de diámetro.

Las hojas son pinnado trifoliadas, alternas, y pecioladas. Los folíolos son de color verde con el tercio superior de borde finamente dentado; el peciolo es acanalado. La forma de los folíolos puede ser variable: obovales u orbiculares, oblanceolados hasta oblongos. Poseen estípulas triangulares, subuladas, y dentadas soldadas en la base del peciolo.

Las inflorescencias son en racimos axilares simples y pedunculados. Las flores son pequeñas, cortamente pediceladas, con cáliz campanulado formado por 5 piezas casi iguales. La corola corresponde a una flor típica de la subfamilia papilonoidea, de color azul violácea, excepcionalmente blanca de aproximadamente 1 centímetro. El androceo es diadelfo y el estigma es glabro y capitado. El fruto es una vaina inerme, plegada sobre sí misma en espiral apretada, de una a cuatro vueltas, de color castaña o negruzca a la madurez, tardíamente dehiscente sin elasticidad y con varias semillas, las cuales son pequeñas, de forma arriñonada y tegumento amarillo castaño.

Estadios de madurez:

Basigalup (2007) menciona que existe una gran cantidad de clasificaciones para describir la fenología y la evolución del desarrollo morfológico de las plantas de alfalfa. La utilidad de definir estos estadios de madurez reside en la definición de prácticas de manejo apropiadas para el cultivo. En ese contexto, y utilizando principalmente la altura del canopeo y la sucesión de estadios vegetativos y reproductivos, se han establecido cuatro categorías básicas: estado vegetativo, botón floral, floración y fructificación.

A. Estado vegetativo: comprende las fases tempranas de desarrollo, en las cuales no se encuentran todavía estructuras reproductivas.

- Estadio 0 (vegetativo temprano): la altura de los tallos es menor a 15 cm y las yemas axilares no son visibles debido a su escaso desarrollo.

- Estadio 1 (vegetativo medio): la longitud de los tallos es de 16 a 30 cm y, como consecuencia del desarrollo de las yemas axilares, se observan una a dos hojas nuevas desplegadas en las axilas de las hojas viejas. Esta característica es más visible en la porción media de los tallos.

- Estadio 2 (vegetativo tardío): la longitud de tallos es mayor a 30 cm y se observan ramificaciones de las yemas axilares. Estas ramificaciones se presentan por lo menos en dos nudos y constan de tres o más hojas.

B. Estado de botón floral: a partir de aquí comienza la diferenciación de los meristemas reproductivos y se visualizan los botones florales. Las yemas reproductivas aparecen próximas a los ápices de crecimiento del tallo principal o sus ramificaciones. La proximidad de los primordios florales forma una estructura globosa o globular, fácilmente reconocible al tacto o a la vista. Mientras que los ápices foliares presentan un aspecto plano, el de los reproductivos es redondeado.

- Estadio 3 (botón floral temprano): las yemas de los botones florales se visualizan sólo en uno o dos nudos. Los botones florales, en cada racimo se pueden palpar dado que se encuentran muy próximos entre sí.

- Estadio 4 (botón floral): tres o más nudos presentan inflorescencias visibles, y se aprecia una clara separación de los botones florales en el racimo.

C. Estado de floración: cuando las condiciones ambientales (fundamentalmente foto y termoperíodo) lo permiten, las flores se abren y se hacen visibles. La floración es la expresión del estado reproductivo de la planta.

- Estadio 5 (floración temprana): se observan una o más flores abiertas en el racimo floral de un nudo del tallo. Se considera una flor abierta cuando el estandarte de la flor está desplegado.

- Estadio 6 (floración tardía): en un tallo se presentan al menos dos nudos con flores abiertas. Además, a diferencia del anterior, se observa una mayor cantidad de inflorescencias en el tallo.

D. Estado de producción de semillas: obviamente, supone el desarrollo de frutos (vainas) y semillas, que comienza después de la polinización de las flores. Comprende tres estadios de fructificación, que, si bien son de interés para determinar el momento de cosecha de semilla, normalmente no se observan cuando la alfalfa es utilizada para la alimentación del ganado.

- Estadio 7 (fructificación temprano): uno a tres nudos contiene una vaina de reciente formación y de color verde. Como en el caso de los estadios florales, se pueden contar una o más vainas en cada racimo. Mientras las fructificaciones se encuentran principalmente en la porción media del tallo, en las partes apicales aún se observan flores.

- Estadio 8 (fructificación tardía): cuatro o más nudos presentan vainas todavía verdes, pero bien formadas y espiraladas. Los tallos más viejos se encuentran muy ramificados y con una baja proporción de hojas.

- Estadio 9 (vainas maduras): la mayoría de las vainas, ya maduras, viran al color marrón y se secan. La proporción de hojas es muy baja y los tallos son muy fibrosos. Éste es el momento apropiado para la cosecha de semillas.

2.1.5. Importancia forrajera

Andia y Argote (2006) mencionan que la importancia del cultivo de la alfalfa es la siguiente:

- a) La alfalfa es una planta forrajera con alto contenido proteico, carbohidratos, minerales y vitaminas, muy apetecida por el ganado no es tóxica, de alto rendimiento y larga vida (10 años). Es una planta

conocida como la reina de las forrajeras, sin embargo, requiere especial cuidado en el manejo.

- b) Su importancia radica en que la alfalfa es una leguminosa que proporciona nitrógeno a las gramíneas asociadas (dactilys, festuca, etc.), por tanto, incrementa el rendimiento por hectárea y la calidad de la hierba.
- c) Tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico por medio de sus nódulos radiculares y posteriormente lo incorpora al suelo como abono.
- d) La alfalfa contribuye como cultivo de cobertura y perenne reduciendo los problemas de erosión del suelo.

2.1.6. Alfalfa variedad Alta Sierra

Sulca (2015) menciona que la alfalfa variedad Alta Sierra, es una variedad antigua que está siendo desplazado por las últimas variedades, de procedencia peruana, con dormancia 7, se adapta de 1,000 msnm hasta los 3 800 msnm, su uso puede ser al corte, pastoreo y ensilaje, su duración en la pradera es de 10 a 15 años, según el manejo y fertilización. La producción de forraje es de 8 a 10 cortes/año, es una variedad de crecimiento erecto, de rápida recuperación y muy resistente a pulgones.

2.1.7. Requerimientos climáticos y edáficos

La temperatura ambiental es un factor de suma importancia para su adecuado desarrollo. La semilla puede germinar desde una temperatura de 2 o 3 °C, pero cuando es mayor, la germinación es más rápida. La óptima va de 28 a 30 °C. Por otro lado, si la temperatura es excesivamente cálida, superior a los 38°C, las plantas mueren. Cuando empieza el invierno la alfalfa detiene su crecimiento, hasta que llega la primavera, cuando brota de nuevo. Existen variedades que toleran temperaturas muy bajas, incluso 10 °C bajo cero. La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15 °C (Martínez, 2012).

León (2003) informa que la humedad para el cultivo de alfalfa es suficiente de 600 a 700 mm anuales de lluvias bien repartidas, 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. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1 000 m³/ha. En riego por aspersión será de 880 m³/ha. INFOAGRO (2002) afirma que la alfalfa requiere administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. Los cultivos establecidos, como norma general, deben recibir de 1 100 a 1 200 mm/ha/año, ya sea en forma de riego o de lluvias.

Vidal (2015) indica que la planta de alfalfa adquiere resistencia al frío en la medida en que se le permita acumular reservas de hidratos de carbono (fuente de energía que utilizan las plantas para su crecimiento) en sus raíces

y corona. Estas reservas permitirán a las plantas superar el invierno e iniciar un vigoroso rebrote en la primavera siguiente. Por esta razón, es importante que la alfalfa tenga suficiente tiempo para el crecimiento antes de la llegada de las heladas.

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.

INFOAGRO (2002) reporta que la alfalfa crece satisfactoriamente en una amplia gama de tipos de suelo, perfectamente los livianos arenosos, franco limoso El óptimo de pH sería 7,5 para este cultivo. Cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo. Las plantas cultivadas en diferentes suelos tienen un diferente balance de elementos minerales, lo que influencia en su crecimiento y composición. Los suelos viejos (con mucho uso) agotan los elementos solubles y se tornan ácidos y ricos en óxido de hierro y aluminio que pueden ser tóxicos para la planta. Este proceso se acelera en regiones húmedas y calientes.

2.1.8. Manejo de alfalfa

Baldrich (2015) señala los cortes nuevos y en campos establecidos de la siguiente manera:

Primer corte en alfalfas nuevas

- Diferentes experiencias han demostrado que el primer corte de limpieza que se daba a los alfalfares antes de la floración para eliminar malezas es muy perjudicial (aun cuando exista mucho rábano o yuyo).
- Es muy importante, para lograr una pradera de alta densidad y de larga vida, realizar el primer corte cuando todas las plantas alcanzan un 30-50 % de flor (observe la floración del fondo del potrero, la cabecera florece antes). De esta manera se desarrolla la raíz de la alfalfa y se favorece el nacimiento de un mayor número de yemas en la corona que se convertirán, en la mayor producción del próximo corte.
- Si usted corta anticipándose a la floración agotará las reservas de las plantas, su rendimiento bajará y en muchos casos las plantas nuevas morirán. La siembra hecha en líneas compite muy bien con el yuyo, rábano y otras malezas de hoja ancha.

Corte en alfalfas establecidas

- Respete el ciclo natural de crecimiento de la alfalfa. Corte cuando la alfalfa tenga como mínimo un 10% de flor, en ese estado la planta habrá acumulado reservas suficientes en la corona para emitir un nuevo y vigoroso rebrote. Con este sistema el rendimiento no declina en los próximos cortes.
- En febrero y marzo es conveniente dejar florecer la alfalfa hasta un 40% antes de cortar, así se acumularán reservas para los cortes de invierno o según la variedad para la próxima temporada.

Pantaleón (2016) menciona que la alfalfa es un forraje que puede ser utilizada tanto al corte como al pastoreo. El corte consiste en cosechar la alfalfa y proporcionárselo al ganado listo para su consumo, esta forma es recomendable para optimizar su aprovechamiento ya que se evita las pérdidas por pisoteo y se asegura una mayor duración del forraje en el tiempo.

En resumen, el corte presenta las siguientes ventajas:

- Los alfalfares sometidos a corte permanecen en el terreno un 30% más de tiempo, respecto a los alfalfares que se pastorean.
- Los alfalfares cortados a mano rinden más por cada corte que los pastoreados debido a que se respetan los rebrotes de la corona.
- Las coronas no sufren “quemaduras” a causa del amoniaco proveniente de las deposiciones y orina dejada por el ganado, lo que genera un “raleo” del alfalfar.
- De forma similar, las coronas no sufren daños producto del pastoreo de animales pesados como los vacunos, equinos, etc. y animales menores como el caprino, ovinos, etc.

El pastoreo es una alternativa en zonas con dificultades de mecanización y/o escasez de mano de obra. Además, es un sistema económico de aprovechamiento, en el que se reducen los costos de explotación.

Vidal (2015) señala como regla general que la alfalfa debe ser cortada cuando tiene entre un 25 y un 50 por ciento de floración. Para permitir el paso de la maquinaria hay que dejar de regar unos días antes (según tipo de tierras)

de 4 a 7 días. El momento óptimo del corte en cantidad y calidad coincide en el inicio de la floración (10 % de flores abiertas), aunque es frecuente hacer cortes con más floración (40 %) buscando más kg por hectárea a costa de perder algo de calidad. El momento de corte se decide entre el estado de botón floral y 10 % de floración.

Las investigaciones indican que, en estos estados de crecimiento, se da la relación óptima entre el desarrollo de la alfalfa y la obtención del óptimo rendimiento de calidad. Además, se logra la persistencia de las plantas a través de adecuados niveles de reservas en la raíz. El primer corte debe darse cuando aparezcan las primeras flores. Si el cultivo se asfixia por malezas habrá que adelantar el corte y si la invasión es muy fuerte, usar herbicidas a base de la materia activa "Bentazona" (3-4 L/ha). En la etapa de producción, es conveniente fertilizar cada seis meses con 90 kilogramos de fósforo por hectárea. Para un correcto cuidado del cultivo, un óptimo aprovechamiento de la materia seca y un rápido y eficiente secado, el pasto debe ser cortado a una altura que oscile entre los 5 y 10 cm.

Como regla práctica para el trabajo a campo se puede tomar la altura del puño. La práctica del corte debe iniciarse siempre durante la mañana, y en épocas de rocío después que este se halla levantado, asegurando así una disminución rápida del porcentaje de humedad del forraje durante el transcurso del primer día y una reducción de las pérdidas por respiración ya que, una vez cortada la planta, continúa respirando hasta alcanzar porcentajes de humedad cercanos al 50%, momento en que la respiración se reduce.

2.1.9. Abonamiento

Boletinagrario (2018) informa que el abonamiento es "suplir nutrientes a la planta para cumplir su ciclo de vida", es decir, abastecer y suministrar los elementos inorgánicos u orgánicos al suelo para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de un aporte artificial de nutrientes.

2.1.9.1. Abono orgánico sólido

INFOAGRO (2020) señala que los abonos orgánicos es un tipo de fertilizante que se produce a partir de plantas, animales u hongos. El uso de abonos orgánicos resulta más amistoso con el medio ambiente en comparación con el resto de los abonos. Permiten, por ejemplo, reutilizar los desechos orgánicos, contribuyen a fijar el carbono al terreno, requieren de una menor cantidad de energía para su producción y ayudan a incrementar la capacidad del suelo para la absorción de agua.

El abono orgánico es una herramienta imprescindible para poder aportar nutrientes a la tierra para que ésta sea lo suficientemente fértil, y aumentar la actividad de los microorganismos del suelo para que las plantas crezcan y se desarrollen correctamente (Huerto 2014).

Tipos de abonos orgánicos

Entre los tipos de abonos orgánicos para la práctica de la agricultura ecológica podemos encontrar abonos de liberación lenta, los cuales van a ir aportando a los cultivos materia orgánica de forma paulatina durante un periodo largo de tiempo. Este tipo de abonos aportan todo tipo de sustancias que necesitan las plantas para que no hay problemas por carencias de nutrientes. Se mezclan con la tierra y favorecen (especialmente en suelos

arenosos) la retención de nutrientes y de agua, mientras que, por otro lado, airean y desapelmaza los suelos que tienden a ser más arcillosos (Huerto 2014).

Según Isan (2014) el uso de uno u otro tipo de abono dependerá de muchos factores, como un acceso más fácil o difícil. Entre los abonos más habituales encontramos los siguientes cinco tipos de abono:

- **Compostaje:** El compost es el abono vegetal obtenido a través de la descomposición de restos orgánicos. Cuando el compost se hace aprovechando el proceso digestivo de las lombrices se le conoce con el nombre de humus de lombriz. Ambos tipos de compost podemos hacerlos en casa a distintas escalas, bien con un compostador o con un vermicompostador.

- **Turba:** Las turberas son lugares donde se acumulan y fosilizan residuos vegetales. De ellas se extrae la turba, que sufre un proceso de formación que dura siglos. Su composición dependerá de las características de cada turbera. Existen distintos tipos de turba (rubia, parda y negra) y su nivel de carbono depende del color, yendo en aumento cuanto más oscura es la tonalidad. Su composición es una mezcla de agua, materia orgánica y ceniza.

- **Cultivos de cobertura:** También se le conoce como “abono verde” y consiste en enterrar plantas cultivadas para este fin, con el objetivo de enriquecer la tierra de un modo fácil y muy efectivo, sobre todo para recuperar la calidad de las tierras que han sufrido erosión o han sido sometidas a los agresivos tratamientos de la agricultura convencional.

- **Guano:** El guano procede de las deyecciones de las aves marinas, murciélagos y focas y se utiliza mucho para estimular el crecimiento y la floración. En el mercado encontraremos distintas variedades, por ejemplo, como ingrediente de fertilizantes líquidos, en forma de varitas o granulado. Su gran poder fertilizante obedece a su alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio. Por su origen natural y su efectividad se utiliza mucho en la agricultura ecológica, aunque también tuvo un papel clave en los comienzos de la agricultura intensiva. Actualmente, podemos encontrar también guano artificial y, entre los naturales, tiene una gran demanda el guano peruano.

- **Estiércol:** Son excrementos fermentados de animales, ricos en nitrógeno, a diferencia de las cenizas aplicadas directamente, que carecen de él por completo. Si optamos por este tipo de abono, el comercializado está controlado, es inodoro y está controlado a nivel sanitario, sin perder propiedades.

Según Suquilanda (2012) la composición del abono como el estiércol es muy variable, según la calidad del lecho y el tipo de alimentación de los animales para poder ser empleado, tiene que experimentar un proceso de fermentación, durante el cual las sustancias complejas se degradan y se convierten en sustancias simples el estiércol estará listo para ser utilizado, cuando la estructura de los materiales originarios todavía es reconocible, aunque sea mínimamente. El estiércol se considera un abono predominantemente nitrogenado y está particularmente indicado para las hortalizas de hoja y para todos los cultivos durante el punto álgido de la actividad vegetativa.

Cuadro 01. Composición química de los estiércoles (%).

Estiércoles	Nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vaca	1,67	1,08	0,56
Caballo	1,50	1,15	1,30
Gallinaza	2 – 4	3	3,20
Oveja	1,60	2,50	1,80
Cerdo	1,81	1,10	1,25
Guano de islas	13	12	2,5

Fuente: MINAGRI y AGRO RURAL (2012).

2.1.9.2. Abono orgánico líquido

Biol

ANDINA (2019) señala que el Biol es un abono foliar que incrementa y estimula el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos como la papa, maíz, trigo, habas, hortalizas, frutales, entre otros. Es el resultado del proceso de descomposición de desechos orgánicos que se encuentran en el campo, tales como guano de ganado, pasto, leche o suero, hojas verdes, agua, azúcar, etc. En el caso de los envases de 80 litros, se puede usar de 20 a 30 kilos de estiércol en promedio, lo demás se integra en cantidades pequeñas. Luego de un proceso de fermentación, este líquido es rociado en hojas y tallos a través de las mochilas fumigadoras, durante 3 o 4 veces en el proceso de desarrollo vegetativo.

El efecto del Biol logra la misma o mayor productividad del cultivo que empleando fertilizantes químicos, generando también un ahorro al agricultor quien gracias al accionar de manera preventiva por parte del sector Agricultura, no realizan gasto económico alguno por esta preparación. Este

abono orgánico es un complemento nutricional que incrementa la fertilidad natural del suelo sin contaminar el agua, aire ni los productos obtenidos. Además, mejora la calidad de los productos dándoles una buena presentación en el mercado y otorgando un valor agregado a la cosecha del beneficiario.

Cuadro. 02. Dosis de aplicación del biol.

Cultivos	Etapas de desarrollo	Dosis de aplicación
Papa, oca, mashua y maíz	Plantas jóvenes	Medio litro de biol diluido en 20 litros de agua
	Plantas en proceso de maduración	1 litro de biol diluido en 20 litros de Agua
	Plantas maduras	2 litros de biol diluido en 20 litros de Agua
Alfalfa	Inicio de floración	2 litros de biol diluido en 13 litros de agua y extracto de una cabeza de ajo como repelente contra la polilla de la papa (<i>Synmestrischema spp.</i> , <i>Pthorymaea spp.</i>) y otros insectos

Fuente: Álvarez (2010).

Cuadro. 03. Composición química del biol.

Componentes	Cantidad
pH	5,6
Nitrógeno	0.092 (%)
Fósforo	112,80 ppm
Potasio	860,40 ppm
Calcio	112,10 ppm
Magnesio	54,77 ppm
Cobre	0,036 ppm
Manganeso	0,075 ppm
Hierro	0,820 ppm
Cobalto	0,024 ppm
Boro	0,440 ppm
Selenio	0,019 ppm

Fuente: Álvarez (2010).

2.1.10. Requerimientos nutricionales

Duarte (2016) menciona que los requerimientos nutricionales varían según el nivel de producción y el manejo al que está sometido el cultivo. Por ejemplo, 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. El fósforo es necesario para lograr un establecimiento exitoso y un buen desarrollo de las raíces. Además, en condiciones adversas -como suelos fríos o sequías, que reducen la absorción de los nutrientes- ayuda a que continúe el desarrollo radicular y se asegure la supervivencia de la planta.

La alfalfa obtiene el nitrógeno mediante su relación simbiótica con el *Rizobium*. Los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada depende del número de plantas que tiene la pastura. El potasio es demandado en altas cantidades y es esencial para aumentar la tolerancia al frío y para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades.

El calcio es vital para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular. Por su parte, el magnesio está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos. Las deficiencias se presentan cuando el umbral en el suelo desciende por debajo de 0,6 meq/100 g, o cuando existen antagonismos con el potasio, que muestra exceso para muchos suelos de la región pampeana.

El azufre interviene en la síntesis de las proteínas. Es deficitario en los suelos arenosos y esa situación se acentúa a partir del segundo año de

cultivo. El boro actúa sobre el movimiento del calcio en la planta y es fundamental en la velocidad de crecimiento radicular, en las nuevas hojas y en el desarrollo de yemas. El umbral crítico está en alrededor de 1 ppm en el suelo o en 30 ppm en las plantas. Por otra parte, el pH del suelo condiciona el rendimiento y la salud de la alfalfa, debido a su impacto en la dinámica de los nutrientes (fundamentalmente, en el calcio y el fósforo) y al determinar la viabilidad de la nodulación (Duarte 2016).

Las bacterias no pueden sobrevivir a bajos niveles de pH. En esas condiciones no hay fijación de nitrógeno y la planta lo tiene que extraer del suelo para poder formar sus proteínas. Sin embargo, la alfalfa es una especie nesciente en la absorción de este elemento, sobre todo si está en mezcla con gramíneas. El estado nutricional no siempre es correctamente relevado por los análisis del suelo. Por eso, la posibilidad de complementarlo con las determinaciones foliares ayuda a detectar los niveles críticos de algunos nutrientes, como el azufre o los microelementos (Duarte 2016).

Cuadro 04. Nutrientes absorbidos en la parte aérea de alfalfa para diferentes rendimientos de materia seca.

Rendimiento t/ha	Kilogramos por hectárea										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe
< 9	227	25	205	99	17	18	0,22	0,06	0,18	0,40	1,09
9 – 11,2	253	32	270	121	21	22	0,28	0,07	0,24	0,53	1,16
11,2 – 13,4	351	38	317	148	27	28	0,34	0,08	0,29	0,57	1,58
13,4 – 15,7	418	45	379	162	29	32	0,37	0,09	0,31	0,74	1,76
15,7 – 17,9	480	53	451	187	34	38	0,41	0,10	0,34	0,80	1,80
> 17,9	559	61	524	226	39	47	0,48	0,12	0,40	0,87	2,15

Fuente: Lanyon & Griffith (1988), citado por Morón (s. f.).

Según Vidal (2015) si los resultados de los análisis químicos demuestran que el terreno está en niveles aceptables de fósforo y potasio (12-20 ppm de P_2O_5 asimilable y 90-160 ppm de K_2O asimilable), para mantener los mismos será necesario aportar 150 kg/ha de P_2O_5 y 200kg/ha. de K_2O . Estos abonos se incorporan al suelo mediante alguna de las labores preparatorias y siempre posteriores a los encalados.

El Nitrógeno

En condiciones óptimas de cultivo, cuando el pH no es muy ácido y no existe déficit de ningún elemento esencial, la alfalfa obtiene el nitrógeno por las bacterias de sus nódulos. Pero durante el estado vegetativo de las plántulas, éstas requieren nitrógeno del suelo, hasta que se formen los nódulos y comience la fijación. Por lo tanto, se sugiere abonar 20 kg/ha de nitrógeno, pues cantidades mayores producirán un efecto negativo al inhibirla formación de nódulos (Lara 2008).

El Fósforo

La fertilización fosfórica es muy importante en el año de establecimiento del cultivo, pues asegura el desarrollo radicular. Como el fósforo se desplaza muy lentamente en el suelo se recomienda aplicarlo en profundidad incluso en el momento de la siembra con la semilla. En alfalfares de regadío con suelos arcillosos y profundos la dosis de P_2O_5 de fondo para todo el ciclo de cultivo es de 150-200 kg/ha. (Lara 2008)

El potasio

Es demandado en altas cantidades y es esencial para aumentar la tolerancia al frío y para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades.

La alfalfa requiere grandes cantidades de este elemento, pues de él depende la resistencia al frío, sequía y almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar abonado potásico de fondo antes de la siembra junto con el fósforo. El abonado potásico de mantenimiento se realizará anualmente a la salida del invierno. En suelos pobres se recomienda un abonado potásico de fondo de 200-300 kg/ha y restituciones anuales de 100-200 kg/ha. (Lara 2008).

El Calcio

Es vital para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular (Duarte 2016).

El Magnesio

Está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos. Las deficiencias se presentan cuando el umbral en el suelo desciende por debajo de 0,6 meq/100 g. (Duarte 2016).

2.1.11 Microorganismos eficaces

EMPROTEC (2019) reporta que el EM significa microorganismos eficaces. Su concepto y tecnología fue desarrollado por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y el estudio se completó en 1982. El principio fundamental de esta tecnología fue la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir putrefacción (incluyendo enfermedades) microbios y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas.

EEAITAJ (2013) hace referencia que el EM™ es antioxidante y probiótico con un amplio abanico de usos gracias a los microorganismos que lo componen, que actuando de manera sinérgica generan sustancias benéficas como antioxidantes, aminoácidos, vitaminas, enzimas y ácidos orgánicos. El

EM es una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias del ácido láctico), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (bacterias fotosintéticas o foto tróficas).

2.1.11.1 Inoculación de EM en suelos y plantas

EEAITAJ (2013) señala que las investigaciones muestran que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/planta mejora la calidad y salud del suelo, y el crecimiento, producción, calidad de los productos. También en el uso en animales ha demostrado beneficios similares. El EM puede aumentar significativamente los efectos benéficos en suelos buenos y prácticas agrícolas como rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza conservacionista, reciclado de residuos de cultivos y biocontrol de pestes.

El EM ayuda al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación produce ácidos orgánicos que normalmente no está disponible como: ácidos lácticos, ácidos acéticos, aminoácidos y ácidos málicos, sustancias bioactivas y vitaminas. Un ingrediente primordial en este proceso es la materia orgánica que es suministrada por el reciclado de residuos de los cultivos, materia verde y desechos animales. Asimismo, este proceso lleva a un incremento de humus en el suelo: Las bacterias ácido lácticas, que es un importante microorganismo en el EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetes.

También se conoce que el efecto antioxidante del EM mejora el sistema inmunológico de plantas y animales.

2.2 Antecedentes

En un ensayo, Lemache (2015) utilizó diferentes té de estiércol: té de estiércol de bovino (T1), té de estiércol de ovino (T2), té de estiércol de gallinaza (T3) y el testigo (T0), aplicados a los 15 días post corte en un cultivo de alfalfa pre establecido, siendo de 184 días la duración del ensayo, el área de la parcela experimental fue de 400 m², donde cada unidad experimental fue de 4 x 5 metros, con 5 repeticiones por tratamiento. La distribución de los tratamientos se realizó mediante un experimento anidado de Diseño de Bloques Completamente al Azar. Luego del ensayo concluye, que los mejores rendimientos fueron determinados con la aplicación de té de estiércol de gallinaza, para producción promedio de tres cortes de forraje verde (12,05 t/ha/corte), materia seca (2,17 t/ha/corte), altura de la planta (79,91 cm), tallos/planta (53,04 tallos/planta), hojas/tallo (41,40 hojas/tallo), cobertura aérea (94,26 %), cobertura basal (61,74 %); y 141 % de rentabilidad. Por lo que se recomienda utilizar té de estiércol de gallinaza a los 15 días post corte, ya que se reportaron los mejores índices de producción.

Chugñay (2014) en la Provincia de Chimborazo Cantón Chambo comunidad de Llucud, estudió la evaluación productiva de una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa) y *Lolium perenne* (ray-grass) con diferentes abonos orgánicos (humus, compost, vermicompost y té de estiércol) donde empleó cinco tratamientos (T0 = testigo, T1 = 3 t/ha de humus, T2 = 3 t/ha de compost, T3 = 3 t/ha de vermicompost y T4 = 1 666 L/ha de té de estiércol) cada uno con cuatro repeticiones distribuidas bajo un Diseño de Bloque Completos al Azar, para evaluar diferentes variables productivas

durante 120 días de investigación. Mostró mayor producción de forraje verde (17,89 t/ha/corte), en el primer corte, el tratamiento con té de estiércol, pero en materia seca (4,13 t/ha/corte) resultó mejor el compost. Es decir, con dichos tratamientos logró incrementos de 5,44 toneladas de forraje verde/ha/corte y 1,19 toneladas de forraje en materia seca/ha/corte con respecto a las parcelas del grupo control (sin abono orgánico). Mientras en el segundo corte, el humus presentó mejores resultados que los otros abonos orgánicos en cuanto a forraje verde (19,38 t. forraje verde/ha/corte), materia seca (5,92 t. forraje en materia seca/ha/corte), altura de planta (62,75 cm), número de hojas/tallo (72,00) para la alfalfa y 76,00 cm de altura promedio y 3,75 hojas/tallo para el ray grass.

Noli *et al.* (1999) realizaron una investigación en la Estación Experimental Agraria Santa Ana, del INIA, ubicada a 3 220 msnm en el distrito El Tambo, Huancayo, Junín, para probar el efecto de diversas dosis de estiércol (0, 4 y 8 t/ha) de diferentes clases de animales (cuy, ovino y alpaca) en el rendimiento de forraje verde en alfalfa moapa (*Medicago sativa*). La siembra fue realizada al voleo en melgas (parcelas) de 2 m de ancho por 5 m de largo en el mes de diciembre, empleando 35 kg. de semilla/ha. El suelo en el que se establecieron el experimento fue bajo en materia orgánica (1,9%), bajo en fósforo (6,5 ppm), bajo en potasio (90 ppm) y pH de 6,0; por lo que utilizó la siguiente fórmula de fertilización de 0 – 100 – 60 de NPK para todos los tratamientos. Como resultados no encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las diferentes características estudiadas, no obstante, la mayor altura de planta fue de 49,67 cm y la menor altura 39,67 cm. En cuanto a macollamiento, el promedio fue de 8 tallos por planta, obteniéndose un rendimiento promedio de 5,06 t/ha de forraje verde.

Noli *et al.* (1999) en una Investigación realizada en el Valle del Mantaro, distrito de Ahuac, Chupaca, Junín a 3360 msnm. Ensayaron el efecto del estiércol de vacuno en el rendimiento de forraje verde en una parcela de cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Moapa de un año de establecimiento. La fertilización de mantenimiento fue 0 - 100 - 60 de NPK bajo riego. Las características del suelo fueron: pH = 7,82; MO = 1,53 %; P = 22,33 (ppm) K= 156,5 (ppm); CaCo₃ = 1,53; mientras que el estiércol tuvo las siguientes características: pH = 8,18; MO = 2,25 %; P = 128,54 (ppm); K = 305,35 (ppm); CaCo₃ = 3,89; N = 0,90%. La aplicación del estiércol fue dos semanas después del corte. Los tratamientos fueron: T1 = 0 (Testigo), T2 = 3 t/ha/año y T3 = 6 t/ha/año. Los resultados de seis evaluaciones (06 cortes/ha) en un año, con un intervalo promedio de 59 días, son: T3 = 14 391 kg de forraje verde, T2 = 14 095, y T1 = 12 972 kg de forraje verde en promedio por corte/ha respectivamente; para materia seca T3 = 3 616,47 kg por corte/ha. en promedio, T2 = 3 526,63 y T1 = 3 346,92 kg por corte/ha. Concluyeron que el uso de estiércol previamente seco y tamizado en el abonamiento de la alfalfa permitió obtener un mayor rendimiento de forraje verde que favorece a una mayor disponibilidad de alimento para la producción animal.

Villanueva (2015) realizó un estudio en el IIFO de la EAP. Agronomía, UNHEVAL utilizando abono foliar (0, 1 y 2 litros de EM/ha) y Compost (0, 2, 4 y 6 t/ha), haciendo un total de 12 tratamientos para evaluar el efecto de los bioabonos en el rendimiento y calidad de la asociación de pasturas. Entre sus resultados señala que encontró una altura promedio en la asociación de pastura de 0,92 m.; 2 479 kg de forraje verde/m² y 5 132 kilos de forraje seco/ha/corte utilizando 1 litro de EM y 4 t. de compost/ha; resultados que evidencian que es posible obtener mayores rendimientos de forraje utilizando

materia orgánica que aporta nitrógeno en condiciones hídricas óptimas.

2.3 Hipótesis

Hipótesis general

Si aplicamos abonos orgánicos inoculados con EM en el rendimiento de forraje del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Alta Sierra entonces se tiene efecto en el rendimiento en condiciones edafoclimáticas de Marías, Dos de Mayo, Huánuco.

Hipótesis específicas

1. Si aplicamos estiércoles de cuy, ovino, gallinaza y biol en el cultivo de alfalfa entonces se tiene efecto en altura de planta y número de tallos por planta.
2. Si incorporamos los estiércoles de cuy, ovino, gallinaza y biol en el cultivo de alfalfa entonces se tiene efecto en el peso de forraje verde y seco.

2.4 Variables

a) Independiente

Abonos orgánicos

- Estiércol de cuy
- Estiércol de ovino
- Estiércol de gallina
- Biol
- Microorganismos eficaces (EM)

b) Dependiente

Crecimiento, desarrollo y rendimiento de forraje de la alfalfa

- Altura de planta
- Número de tallos por planta

- Peso de forraje verde
- Peso de forraje seco

c) Interviniente

Condiciones edafoclimáticas

- Clima
- Suelo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, porque permitió emplear las teorías científicas existentes para generar conocimientos tecnológicos sobre el efecto de abonos de fuentes orgánicas inoculadas con EM en el rendimiento de forraje del cultivo de alfalfa var. Alta Sierra en condiciones edafoclimáticas de Marías, ubicado en la provincia de Dos de Mayo, región Huánuco.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue experimental, porque permitió manipular intencionalmente la variable independiente (diferentes tipos de abonos de fuentes orgánicas e incorporadas al suelo y vía foliar) y se evaluó el efecto sobre la variable dependiente (crecimiento y desarrollo de la planta de alfalfa y rendimiento de forraje fresco y seco) comparado con un testigo absoluto, unidades experimentales donde no fueron incorporados ningún tratamiento.

3.2. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en la parcela del señor Joel Lastra Celestino, ubicada al margen derecho de río Marañón, a 120 km de distancia de la ciudad de Huánuco, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

Ubicación política

Región : Huánuco

Provincia : Dos de Mayo

Distrito : Marías

Posición geográfica

Altitud : 3 400 msnm

Latitud Sur : 09° 36' 33"

Longitud Oeste : 76° 42' 32"

3.2.1. Condiciones agroecológicas del lugar de estudio

Las condiciones climáticas del distrito de Marías, se ubica dentro de un clima sub - Tropical (Templado frio), con una temperatura promedio anual de 12 a 14 °C, precipitación media anual de 600 a 800 mm y con una humedad relativa de 70 a 80 %. Según el Mapa Ecológico del Perú, la zona en estudio está ubicada en la formación vegetal bosque húmedo - Montano Tropical (bh - MT). La textura de los suelos que predomina es franco arenoso y la topografía es inclinada, los cultivos que predominan son los tubérculos andinos, leguminosas, cereales y los pastos cultivados, como la alfalfa.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por las plantas de alfalfa var. Alta Sierra de un año de establecido en la parcela donde se realizó el experimento.

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo representada por plantas de alfalfa tomadas de la unidad de muestreo de 1 m⁻² del área experimental (6 m⁻²).

3.3.3. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo utilizado fue probabilístico, en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cada planta de alfalfa tuvo la misma probabilidad de ser integrante de la muestra al momento de la observación de los valores para las variables estudiadas.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituida por la parcela experimental con plantas de alfalfa var. Alta Sierra.

3.4. Tratamientos en estudio

Los factores en estudio estuvieron conformados por tres tipos de estiércoles enriquecidos con cepas de microorganismos eficientes (ME) comerciales, un abono foliar de fuentes orgánicas y un tratamiento de control o testigo absoluto. Los volúmenes utilizados por parcela experimental y los volúmenes estimados por ha⁻¹. de las fuentes utilizadas en el estudio se presentan en la Tabla 05.

Cuadro 05. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Factores	Cantidad/parcela experimental (6 m ²)	Cantidad/ha ⁻¹
T1	Estiércol de cuy + EM	2,5 kg + 3 ml/120 ml de agua	4 166,67 kg + 5 L/200 L de agua
T2	Estiércol de ovino + EM	2,5 kg + 3 ml/120 ml de agua	4 166,67 kg + 5 L/200 L de agua
T3	Estiércol de gallina + EM	2,5 kg + 3 ml/120 ml de agua	4 166,67 kg + 5 L/200 L de agua
T4	Biol	6 ml/120 ml de agua	10 L/200 L de agua
T5	Control	Ninguna	Ninguna

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

Para la prueba de hipótesis se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones y cinco tratamientos haciendo un total de 15 unidades experimentales.

a) Modelo aditivo lineal

El análisis estadístico se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + ti + \beta j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = unidad experimental que recibe el tratamiento i en el bloque j

μ = media general o poblacional que se espera alcanzar en las observaciones

ti = efecto verdadero del i - ésimo tratamiento

βj = efecto verdadero del j - ésimo bloque

e_{ij} = error experimental

i = número de tratamientos (i - ésimo tratamiento)

j = número de bloques (j - ésimo bloque)

b) Técnica estadística

La técnica estadística utilizado fue el Análisis de Varianza (ANDEVA) o Prueba de F (Fisher) al 0,05 y 0,01 de nivel de significación para las fuentes de variación de los tratamientos, complementados con análisis de otros estadísticos descriptivos, como el coeficiente de variación (CV), desviación estándar ($S_{\bar{x}}$) y coeficientes de determinación (R^2) y coeficientes de determinación ajustados (R_{Aj}^2). Los ANDEVA fueron realizados previo la verificación del cumplimiento del supuesto de la distribución normal para los

datos observados para cada variable (Anexo 8).

Cuadro 06. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medios (CM)	Fc
Bloques	$b - 1$	SC. Bloque	SC. Bloque/GL. Bloque	CM.Bloque/CM. Error
Tratamientos	$t - 1$	SC. Trat.	SC. Trat./GL. Trat.	CM.Trat./CM. Error
Error Experimental	$(t-1)(r - 1)$	SC. Error	SC.Error/GL. Error	
Total	tr - 1	SC.Total		

c) Prueba de comparación de medias

Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 95 % y 99 % de niveles de confianza.

Característica del campo experimental

Campo experimental:

Largo	:	17,0 m
Ancho	:	10,0 m
Área total	:	170,0 m ²
Área de caminos	:	80,0 m ²

Bloques:

Numero de bloques	:	3,0
Largo de bloque	:	15,0 m
Ancho de bloque	:	2,0 m
Área total de bloque	:	90,0 m ²

Parcelas experimentales:

Largo de parcela	:	3,0 m
Ancho de parcela	:	2,0 m
Área de la parcela experimental	:	6,0 m ²
Área neta experimental por parcela	:	1,0 m ²

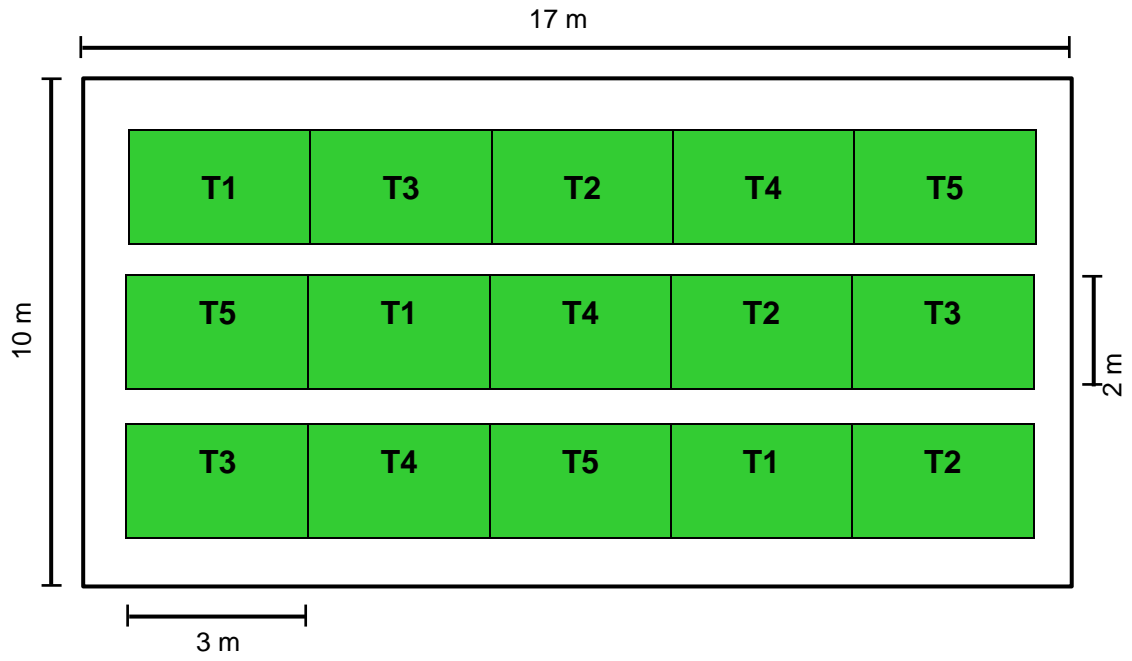


Figura 01. Croquis del campo experimental

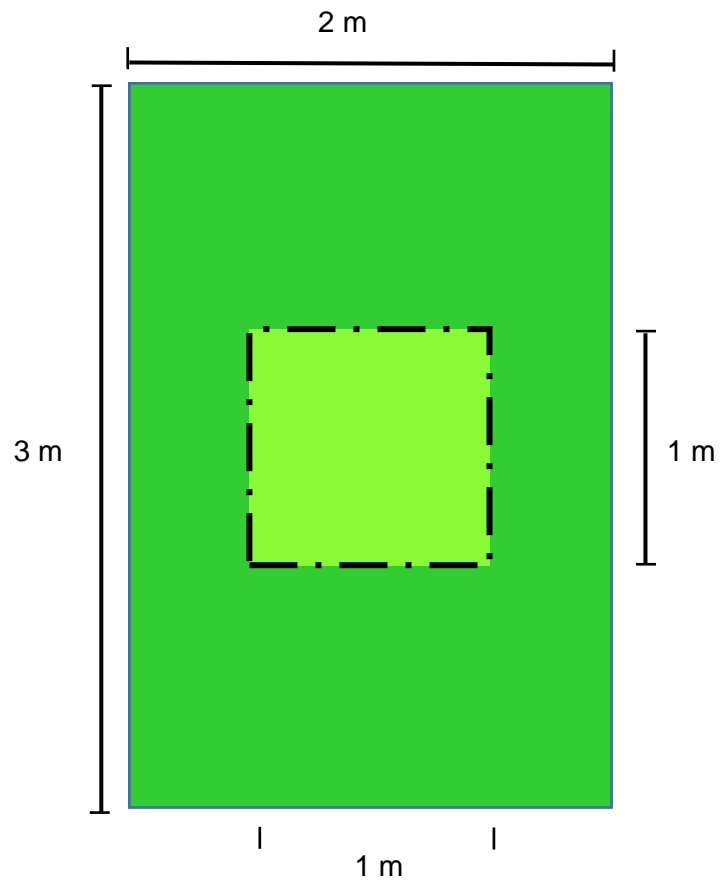


Figura 02. Detalle de la parcela experimental

3.5.2. Datos registrados de las variables estudiadas

a) Variables de crecimiento y desarrollo

Se midieron dos variables biométricas importantes del cultivo, tales como altura de planta y el número de tallos por planta.

Altura de planta

Se midieron la altura de las plantas en dos cortes: a los 50 días después corte de inicio y el segundo corte a los 50 días después del primer corte. Los valores (cm) fueron determinados con una cinta graduada, desde la base del tallo hasta el ápice, en una muestra de cinco plantas seleccionadas al azar para cada unidad experimental. Los promedios de los valores observados se presentan en los Anexos 01 y 02.

Número de tallos por planta

El número de tallos por planta se determinó paralelo al primer corte debido a la alta densidad de las plantas. Se determinó el número de tallos existentes en cada planta en una muestra de cinco plantas seleccionadas al azar para cada unidad experimental. Los promedios de los valores observados se presentan en el Anexo 03.

b) Rendimiento de forraje verde y materia seca

La determinación del rendimiento de forraje se realizó en el segundo corte. Se pesó con una balanza analítica el 10% de forraje cosechado de la unidad de muestreo (1 m²) (anexos 23 y 24), dejando para el rebrote a una altura de 5 cm. El peso obtenido se relacionó con el 100 % de la parcela experimental y posteriormente se estimó la producción de forraje fresco en t/ha/corte.

La determinación de producción de forraje seca también se realizó en misma muestra del 10% de cada parcela neta experimental. El secado de las muestras se realizó mediante el secado estufa a 80°C por 24 horas en el Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de la EP Ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL. El estado hídrico de las muestras se determinó mediante la siguiente relación (Sánchez-Díaz y Aguirreolea 2013)

$$CH = \frac{(P_f - P_s)}{P_s} 100$$

Donde:

CH = contenido hídrico de la muestra

Pf = peso fresco de la muestra

Ps = peso seco de la muestra

La materia seca (MS) se estimó con base al CH y el 100% del peso de la muestra fresca. Los promedios de los valores observados para peso de forraje fresco, seco, CH y MS se presentan en los anexos 04, 05, 06 y 07 respectivamente.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la Información

3.5.3.1. Técnicas de recolección de información

a). Técnicas de investigación documental o bibliográfica

Análisis documental

Consistió en la selección de fuentes documentales confiables de acuerdo con la pertinencia de su contenido con el tema de estudio.

Análisis de contenido

Permitió analizar e interpretar los contenidos de las fuentes de una manera objetiva y sistemática. Así mismo, se realizaron análisis cuantitativos de los datos observados para hacer inferencias válidas y confiables respecto a las hipótesis de investigación planteadas en el proyecto de tesis.

Fichaje

Se utilizó para registrar datos esenciales de las fuentes estudiadas, luego estos fueron organizados sistemáticamente.

b). Técnicas de campo

La técnica para la recolección de información se empleó la observación directa, porque permitió el contacto directo con las variables de estudio.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información

a) Instrumentos de investigación documental y bibliográfica

Fichas

Permitió registrar los datos a partir de las fuentes documentales consultadas.

- Fichas de investigación

Textuales

De comentario

Resumen

- Ficha de localización

Bibliográficas

Hemerográficas

b) Instrumentos de campo

Se utilizaron la libreta de campo y las fichas de registro de datos observados de las variables estudiadas en las unidades experimentales.

3.6. Materiales y equipos

Materiales

Materiales de oficina

Libreta de campo

Wincha

Letreros de identificación

Estacas

Manguera

Cordel

Baldes

Herramientas

Pico

Escarda

Hoz

Insumos

Estiércol de animales (cuy, ovino y gallina)

Biol

EM (microorganismos eficaces)

Yeso

Equipos

Computadora

Cámara fotográfica

Balanza analítica

Mochila fumigadora

3.7. Conducción de la investigación

3.7.1. Selección del cultivo

Se seleccionó el alfalfar de un año de establecido (periodo de vida después de la siembra) para renovar el ciclo productivo. Entre los criterios utilizados para la elección de la parcela de ensayo fue la topografía que permite fácil acceso, disponibilidad permanente de agua de riego, características fisicoquímicas relativamente homogéneas del suelo y que el lugar presente las condiciones agroecológicas para la producción del cultivo (Anexo 10). Previa al ensayo de los tratamientos se delimitaron la parcela del experimento y las unidades experimentales (Anexo 12).

3.7.2. Corte de inicio de las plantas de alfalfa

Para uniformizar el crecimiento se realizó el corte de inicio del experimento (6/10/19) a 5 cm. sobre el ras de la corona de la planta. Se realizó el mismo día y de manera estándar para todas las unidades experimentales (Anexo 11).

3.7.3. Abonamiento

Después de haber realizado el corte se procedió con la incorporación de los abonos al suelo, que fueron adquiridos en la zona y de un agente autorizado. El estiércol de cuy, el estiércol de ovino y el estiércol de gallina previamente fueron inoculados con EM (anexos 13 y 15) para facilitar la disponibilidad de los nutrientes que aportan los abonos para las plantas. El biol se utilizó vía aplicación foliar cada 15 días (Anexo 14). La cantidad incorporada de abono fue a razón de 2,5 kg/6 m² + 3 ml de EM/120 ml de agua y 6 ml/120 ml de agua de biol por cada unidad experimental, cantidades necesarias para una producción orgánica del cultivo de alfalfa.

3.7.4. Deshierbo

Durante el ensayo, las malezas fueron eliminadas en forma manual y oportunamente para evitar la competencia de estas con las plantas de alfalfa por nutrientes y espacio (Anexo 19).

3.7.5. Riegos

Los riegos fueron realizados por gravedad según el requerimiento de las plantas, con mayor frecuencia en periodo de formación de botones florales (Anexo 20).

3.7.6. Cosecha del forraje

Las cosechas se efectuaron manualmente, utilizando hoz, una herramienta de amplio uso en la zona de estudio, cuando las plantas hayan alcanzado el 10% de formación de botones florales, ocurrido a los 50 días desde el corte de inicio, siendo el primer corte (26/11/19) y segundo corte (17/01/20) (Anexo 23).

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados, utilizando Microsoft Office Word, Excel y IBM SPSS Statistics Editor de datos, de acuerdo con el diseño de investigación propuesto. Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros, interpretados estadísticamente utilizando la técnica estadística del Análisis de Varianza, a fin de establecer las diferencias significativas entre tratamientos y bloques, donde $F_c \leq F_t$ se denota con (ns), si resulta $F_c > F_t$ al 0.05 se expresa como (*) y al 0.01 mediante (**). Para la comparación de los promedios, se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan a los niveles de 0,05 y 0,01 de significación. A continuación, se presentan los resultados de los análisis e interpretaciones de las variables estudiadas de acuerdo con los objetivos del estudio.

4.1. Crecimiento y desarrollo de la planta de alfalfa var. Alta Sierra

El crecimiento y desarrollo de las plantas fueron estudiados mediante dos variables biométricas importantes de la especie, altura de planta y número de tallos por planta, cuyos resultados se presentan en los ítems 4.1.1 y 4.1.2.

4.1.1 Altura de planta

Los resultados de los valores medidos de la altura de las plantas a los 50 días después del corte de inicio del ensayo se presentan en los anexos 01 y 02. En el Cuadro 07 se presentan los resultados del análisis de varianza y en el Cuadro 08 la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 07. Análisis de varianza para altura de planta de alfalfa var. Alta Sierra a los 50 y 100 días después del corte de inicio

Altura de planta en el primer corte (50 días después del corte de inicio)							
F. V.	gl	S. C.	C. M.	Fc	Ft		
					0,05	0,01	
Bloques	2	0,00	0,00	0,00 ns	4,46	8,65	
Tratamientos	4	544,00	136,00	1,84 ns	3,84	7,01	
Error experimental	8	590,00	73,75				
Total	14	1134,00					
$S_{\bar{x}} = 9,00$		$R^2 = 0,48$	$R_{Aj}^2 = 0,09$	$CV = 12,16\%$			
Altura de planta en el segundo corte (50 días después del primer corte)							
F. V.	gl	S. C.	C. M.	Fc	Ft		
					0,05	0,01	
Bloques	2	44,933	22,467	0,90 ns	4,46	8,65	
Tratamientos	4	39,067	9,767	0,39 ns	3,84	7,01	
Error experimental	8	199,733	24,967				
Total	14	283,733					
$S_{\bar{x}} = 4,50$		$R^2 = 0,30$	$R_{Aj}^2 = 0,00$	$CV = 5,93\%$			

Según el análisis de varianza, no hay diferencia significativa estadística para los promedios de la altura de planta a los 50 ni a los 100 días después del corte de inicio a nivel de las fuentes de variación bloque y tratamiento. Es decir, la altura promedio de las plantas resultaron estadísticamente similares durante los 100 días de desarrollo en toda la parcela experimental, independientemente de los bloques y tratamientos. Los coeficientes de variación (12.16% y 5,93%) indican que los datos observados para la variable estudiada están concentrados alrededor del promedio y según las desviaciones estándares ($S_{\bar{x}} = 9,00$ y $S_{\bar{x}} = 4,50$) los valores más probables para la altura de las plantas se encuentran entre 65,00 cm y 83,00 cm a los 50 días después del corte de inicio y entre 71,37 cm y 80,37 cm a los 50 días después del primer corte. Los resultados de los coeficientes de determinación (R^2) y los coeficientes de determinación ajustados (R_{Aj}^2) corroboran que los tratamientos ensayados casi no tuvieron efecto sobre la altura de planta para ambos cortes.

Cuadro 08. Prueba de significación de Duncan para altura de planta de alfalfa var. Alta Sierra en el primero y segundo corte

OM	Trat.	Promedio (cm) en el primer corte	Trat.	Promedio (cm) en el segundo corte	Significancia	
					0,05	0,01
1	Estiércol de gallina + EM	81,67	Estiércol de ovino + EM	78,67	a	a
2	Estiércol de cuy + EM	79,67	Estiércol de gallina + EM	76,00	a	a
3	Estiércol de ovino + EM	72,00	Biol	75,67	a	a
4	Biol	71,67	Estiércol de cuy + EM	75,33	a	a
5	Control	65,00	Control	73,67	a	a

De acuerdo con los resultados de los ANDEVA, la prueba de Rangos Múltiples de Duncan se realizó para establecer básicamente el orden de mérito de los tratamientos de acuerdo con los promedios de los valores observados. Las plantas con mayor altura promedio hasta los 50 días del corte resultaron con el tratamiento estiércol de gallina + EM (T3) y con estiércol de ovino + EM (T2) en el segundo corte, mientras que las plantas con menor altura promedio fueron aquellas desarrolladas en las unidades experimentales control o testigo absoluto (T5) para ambos cortes. En la Figura 03 se presentan los promedios para las alturas de plantas para ambos cortes.

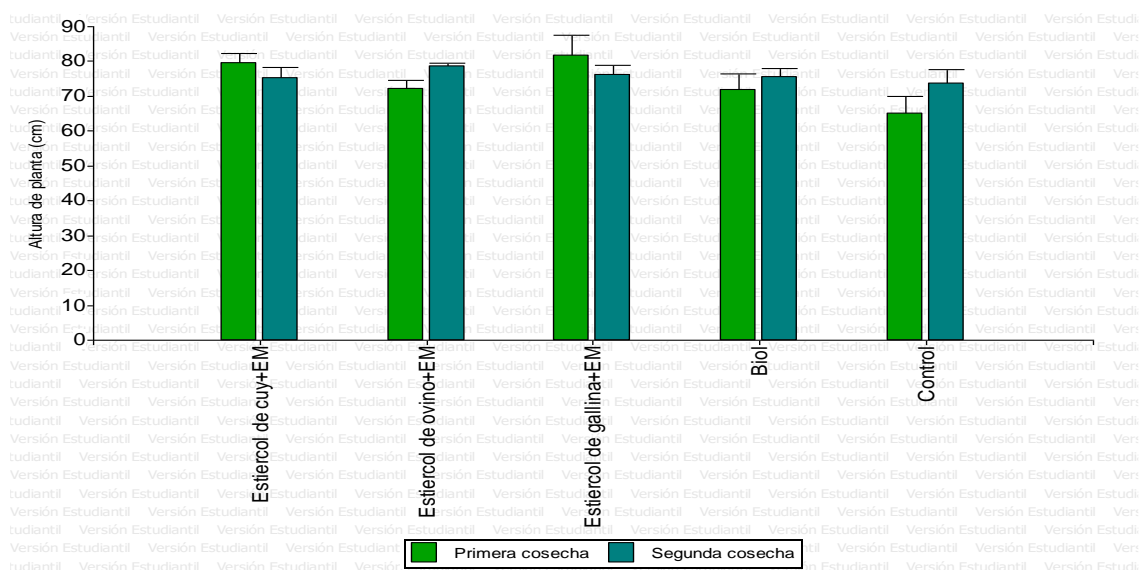


Figura 03. Promedios de la altura de planta según tratamientos en el primer corte (50 días después del corte de inicio) y segundo corte (50 días después del primer corte) en alfalfa var. Alta Sierra

4.1.2 Número de tallos por planta

Los resultados de los promedios del número de tallos por planta se presentan en el Anexo 03 y en los cuadros 09 y 10 se presentan los resultados de los análisis de varianza y la prueba de Duncan respectivamente.

Cuadro 09. Análisis de varianza del número de tallos por planta en alfalfa var. Alta Sierra

F. V.	gl	S. C.	C. M.	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	112,133	56,07	0,97 ns	3,74	6,51
Tratamientos	4	800,667	200,17	3,46 *	2,76	4,28
Error experimental	8	462,533	57,82			
Total	14	1375,333				
$S_{\bar{x}} = 9,91$		$R^2 = 0,66$	$R_{Aj}^2 = 0,41$	$CV = 23,98\%$		

De acuerdo con los resultados del ANDEVA no existe diferencia significativa para el número de tallos por planta a nivel de la fuente de variación de bloques, para tratamientos sólo existe diferencia significativa al 0.05 de significancia. Según el CV estimado los datos observados para esta variable se encuentran concentrados alrededor del promedio y según la desviación estándar estimada, los valores más probables de las variables se encuentran entre 31 y 51 tallos por planta. Finalmente, de acuerdo con el R_{Aj}^2 , el 41% de la variación observada para la variable está asociada con los efectos de los tratamientos ensayados.

Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan del número de tallos por planta en alfalfa var. Alta Sierra

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	Estiércol de gallina + EM	53	a	a
2	Estiércol de ovino + EM	44	ab	a
3	Estiércol de cuy + EM	42	ab	a
4	Control	35	b	a
5	Biol	32	b	a

La prueba de Duncan corrobora que hubo mayor número de tallos por planta en las unidades experimentales abonadas con estiércol de gallina + EM (T3) con una significancia del 0.05, mientras a nivel de 0.01 de significancia no se encontró diferencias estadísticas significativas para la variable.

4.2. Rendimiento de forraje de la alfalfa var. Alta Sierra

Se estudió el efecto de los tratamientos ensayados en la producción de biomasa fresca (g) y materia seca (g) para 1 m². Los resultados del promedio de los datos observados para cada variable se presentan en los anexos 04 y 05. Así mismo, se determinaron las diferencias entre peso fresco y peso seco para determinar el porcentaje de materia seca, cuyos promedios de los datos se presentan en los anexos 06 y 07. En el Cuadro 11 se presentan los resultados de los ANDEVA y en el Cuadro 12 los resultados de las pruebas de comparación de promedios de Duncan de los rendimientos de forraje verde y seco.

Cuadro 11. Análisis del rendimiento de biomasa de alfalfa var. Alta Sierra

Rendimiento de forraje verde (g)						
F. V.	gl	S. C.	C. M.	Fc	Ft	
					0,05	01
Bloques	2	1772,40	886,20	0,77ns	3,74	6,51
Tratamientos	4	2595,23	648,81	9,56ns	2,76	4,28
Error experimental	8	9231,27	1153,91			
Total	14	13598.90				
		$S_{\bar{x}} = 31,17$	$R^2 = 0,32$	$R_{Aj}^2 = 0,00$	$CV = 20,37\%$	
Rendimiento de forraje seco (g)						
F. V.	gl	S. C.	C. M.	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	100,85	50,43	0,64ns	3,74	6,51
Tratamientos	4	130,98	32,75	0,42ns	2,76	4,28
Error experimental	8	631,15	78,89			
Total	14	862.98				
		$S_{\bar{x}} = 7,85$	$R^2 = 0,27$	$R_{Aj}^2 = 0,00$	$CV = 21,48\%$	

Los resultados de los ANDEVA revelan que no existen diferencias estadísticas al 0.05 y 0.01 de significancia para en el rendimiento de forraje verde (g) entre los bloques, ni entre los tratamientos estudiados; para el rendimiento de forraje seco tampoco hay diferencia estadística en ninguna de las fuentes de variación. Según los coeficientes de variación, los valores observados de ambas variables se concentran alrededor de los promedios; mientras que de acuerdo con las desviaciones estándares, los valores más probables para forraje verde están entre 135,63 g y 197,97 g, y para forraje seco los valores más probables se encuentran entre 33,49 g y 49,19 g respectivamente.

Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan para peso de forraje verde y peso de forraje seco en alfalfa var. Alta Sierra

OM	Tratamientos	Promedio del rendimiento de forraje verde (g)	Promedio del rendimiento de forraje seco (g)	Significación	
				0,05	0,01
1	Estiercol de gallina+EM	185,83	46,46	a	a
2	Estiercol de cuy+EM	174,17	41,85	a	a
3	Biol	169,00	41,14	a	a
4	Control	156,67	39,77	a	a
5	Estiercol de ovino+EM	148,33	37,51	a	a

Según la prueba de comparación de promedios de Duncan, el orden de mérito de los promedios es similar para el rendimiento de forraje fresco y peso de forraje seco, sobresale los promedios para ambas variables en el tratamiento estiércol de gallina + EM (T3) con respecto al resto de los tratamientos probados, incluso el testigo absoluto. En la Figura 04 se presentan la tendencia de las proporciones de los rendimientos de forraje fresco y seco bajo los tratamientos ensayados.

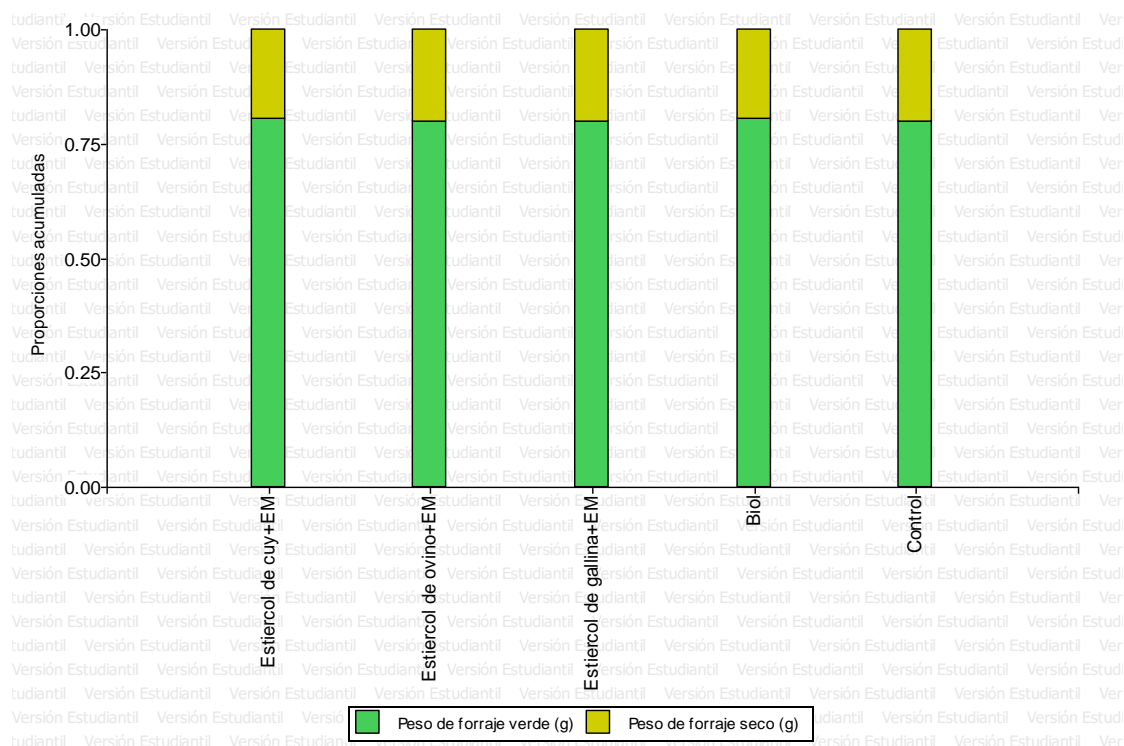


Figura 04. Proporciones del rendimiento de peso fresco y peso seco de pasto de alfalfa var. Alta Sierra

Con base a los resultados de los ANDEVA para el contenido hídrico de las muestras de forraje verde y el porcentaje de materia seca, tampoco se encontró diferencias significativas en ninguna fuente de variación. Según los coeficientes de variación los valores observados para ambas variables estudiadas, se encuentran concentradas alrededor de sus promedios ($\bar{X}_{materia\ seca} = 24.80\%$ y $\bar{X}_{contenido\ hídrico} = 75.20\%$). De acuerdo con los resultados de las desviaciones estándares los valores más probables para la muestra estudiada se encuentran entre 23,79% y 25,81% para materia seca y entre 74,19% y 76,21% para el contenido hídrico de las muestras de pasto fresco. Según los coeficientes de determinación ajustados (R^2_{Aj}) los tratamientos en estudio no tuvieron efecto en el rendimiento de materia seca ni sobre el contenido hídrico de las muestras de pasto. En los cuadros 13 y 14 se presentan los resultados de estos análisis y los resultados de las pruebas de comparación de Duncan respectivamente.

Cuadro 13. Análisis de la varianza del contenido hídrico de las muestras de pasto fresco y del rendimiento de materia seca en alfalfa var. Alta Sierra

Contenido hídrico de las muestras de forraje verde (%)						
F. V.	gl	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.	
					0,05	0,01
Bloques	2	1,60	0,80	0,76ns	3,74	6,51
Tratamientos	4	4,40	1,10	1,05ns	2,76	4,28
Error experimental	8	8,40	1,05			
Total	14	14,40				
$S_{\bar{X}} = 1,01$		$R^2 = 0,42$	$R^2_{Aj} = 0,00$	$CV = 1,36\%$		
Materia seca del forraje (%)						
F. V.	Gl	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.	
					0,05	0,01
Bloques	2	1,60	0,84	0,76ns	3,74	6,51
Tratamientos	4	4,40	1,10	1,05ns	2,76	4,28
Error experimental	8	8,40	1,05			
Total	14	14,40				
$S_{\bar{X}} = 1,01$		$R^2 = 0,42$	$R^2_{Aj} = 0,00$	$CV = 4,13\%$		

De acuerdo con los resultados de las pruebas de Duncan un mayor promedio para contenido hídrico de forraje fresco se encontró con el tratamiento estiércol de cuy + EM (T1), mientras que para materia se determinó mayor proporción de materia seca para los tratamientos estiércol de ovino y cuy más EM, pero para ambas variables sin diferencia estadística con respecto a los promedios estimados para los otros tratamientos ensayados, incluso el control.

Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan para contenido hídrico de las muestras de forraje fresco y el rendimiento de materia seca de alfalfa var. Alta Sierra

OM	Trat.	Promedio del contenido hídrico de forraje fresco (%)	Promedio del rendimiento de materia seca (%)	Significación	
				0,05	0,01
1	Estiércol de cuy + EM	76,00	24,00	a	a
2	Biol	75,67	24,33	a	a
3	Estiércol de gallina + EM	75,00	25,00	a	a
4	Control	74,67	25,33	a	a
5	Estiércol de ovino + EM	74,67	25,33	a	a

En la Figura 05 se presentan las proporciones de los promedios del contenido hídrico en forraje verde (%) y el contenido de materia seca (%). Así mismo, se encontró coeficientes de correlación de Pearson altas entre los rendimientos de pasto fresco y seco ($r = 0,98$ y $p = 0,00000000032$) y entre CH y materia seca ($r = -1,00$ y $p = 0.000$) (Anexo 09).

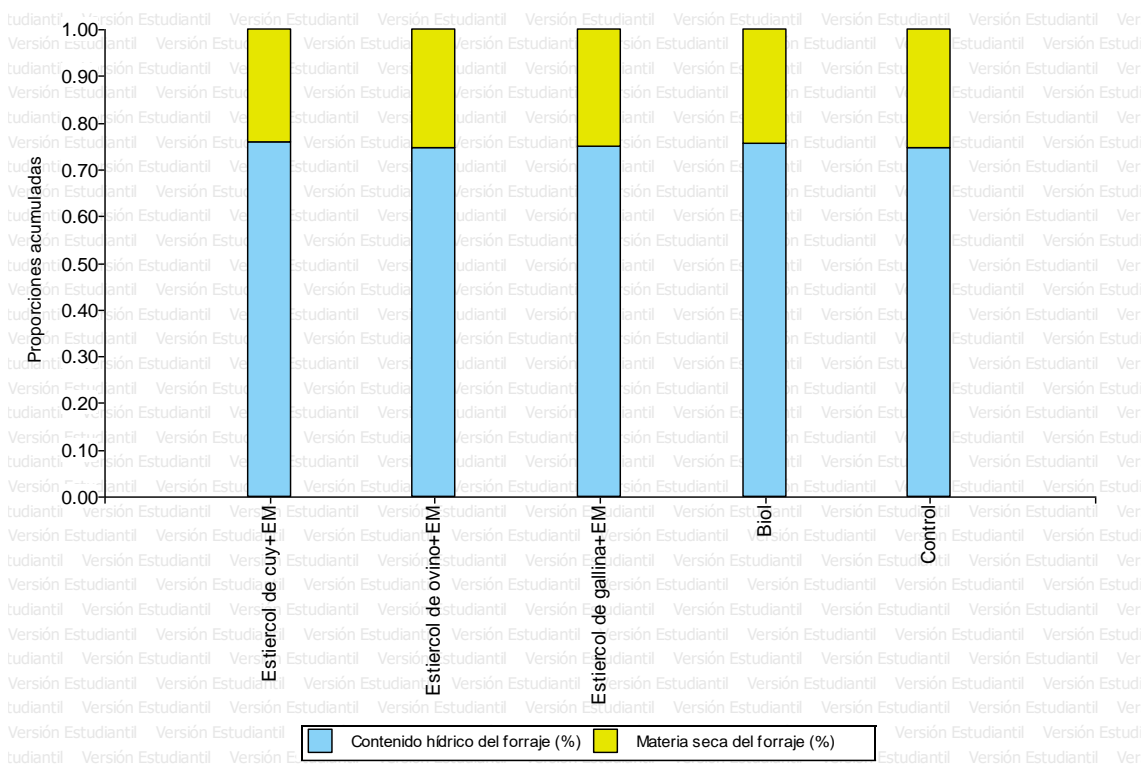


Figura 05. Proporciones del contenido hídrico y materia seca de pasto de alfalfa var. Alta Sierra

V. DISCUSIÓN

5.1. Crecimiento y desarrollo de la planta de alfalfa var. Alta Sierra

En la alfalfa, variedad Alta Sierra, la altura de las plantas en el primer corte fue de 81,67 cm con el tratamiento estiércol de gallina + EM (T3) y de 78.67 cm en promedio para el tratamiento estiércol de ovino + EM (T2) en el segundo corte, aunque sin diferencia estadística en comparación al resto de los tratamientos, incluso con el testigo. El número de tallos por planta (53 tallos/planta) fue estadísticamente superior con el T3, al 0.05 de confianza, en comparación a los efectos de los otros tratamientos ensayados. Los coeficientes de variación estimados revelaron que los datos observados para estas variables están concentrados próximos a los promedios, mientras que los coeficientes de determinación ajustado indican que las variaciones de estos datos no fueron influenciadas por los tratamientos ensayados. Para el caso del número de tallos por plantas, el coeficiente de determinación muestra que el 41% de la variación de esta variable se debe a los efectos de los tratamientos.

Varias investigaciones realizadas resaltan la importancia de la nutrición de las plantas de alfalfa con fuentes orgánicas en diferentes variedades y contextos, como Lemache (2015) que utilizó cada 15 días, tres tipos de té de estiércol (bovino, ovino y gallinaza) en un cultivo de alfalfa establecido, variedad Flor Morada, encontrando mejores resultados con té de estiércol de gallinaza, con el que obtuvo una altura promedio de planta de 79,91 cm y 53 tallos por planta. Villanueva (2015) utilizando abono foliar con un litro de EM y 4 t/ha de compost obtuvo mayor altura de 92 cm en una parcela de producción de pasto asociado de alfalfa. Así mismo, el resultado obtenido por Chugñay

(2014) utilizando como fuente de nutrientes el humus (3 t/ha) obtuvo una altura promedio de plantas de 62,75 cm, superior a compost y vermicompost. Noli *et al.* (1999) no encontró diferencia estadística para altura de planta (39,67 – 49,67 cm) y número de tallo por planta (7 – 8) en el cultivo de alfalfa, var. Moapa, utilizando como fuentes de abonamiento estiércoles de cuy, ovino y alpaca a razón de 4 t/ha., 8 t/ha. y testigo absoluto.

Alturas de planta similares para todos los tratamientos ensayados, incluido el testigo absoluto, puede deberse a dos factores: plantas establecidas un año antes de la investigación por el agricultor y el componente genético de la variedad. Mientas que la superioridad del número promedio de tallos (53) por planta (macollamiento) con el tratamiento de estiércol de gallina (gallinaza) + EM, es igual a lo que encontró Lemache (2015) para la variedad Flor Morada, pero superior a lo que consideran Rodríguez y Spada (2007) quienes señalan que el número de tallos por planta de alfalfa varía según la edad y el vigor de la planta, pudiendo llegar hasta 20. En el caso de la investigación realizada la cantidad de tallos desarrollados por planta estaría asociado con el alto contenido de N (34.7%) de la gallinaza (Intagri s.f.) con respecto a los otros tipos de estiércoles ensayados.

5.2. Rendimiento de forraje de alfalfa var. Alta Sierra

Con base al 10% de la muestra obtenida de 1 m² los mayores rendimientos promedios, tanto para forraje fresco o verde por (185,83 g/m²), como para forraje seco (46,46 g), se obtuvieron con el tratamiento estiércol de gallina + EM (T3), aunque sin diferencia estadística con respecto a los promedios obtenidos con los otros tratamientos ensayados, incluido el testigo absoluto. Según cálculos aritméticos, con el T3 se obtendrían 18 583.0 kg/ha⁻¹ y 4 496 kg/ha⁻¹ de forraje fresco y seco respectivamente. Así mismo, el promedio del

CH de las muestras fue mayor con el T3 (CH = 76%), pero sin diferencia estadística en comparación a los promedios obtenidos con los otros tratamientos; mientras que la materia seca resultó mayor con el tratamiento estiércol de ovino + EM (T2) (MS = 25.33%) pero también sin diferencia estadística con los promedios del resto de tratamientos ensayados.

Según los coeficientes de correlación de Pearson, el volumen de pasto seco está asociado positivamente con el volumen de biomasa fresca obtenida, aunque es obvio, que a mayor volumen de pasto fresco obtenido se obtendrá mayor volumen de pasto seco y viceversa. El contenido de materia seca presenta una fuerte asociación negativa con el CH del pasto fresco al momento del corte, es decir a mayor hidratación del pasto menor será el contenido de materia seca. Cozzolino (1994) encontró 24,37% de materia seca en alfalfa mediante el secado con microondas y 26.67% utilizando la estufa de laboratorio.

Los valores obtenidos superaron a Lemache (2015) que indica rendimiento de 12 050 kg/ha/corte de forraje verde y de 2 170 kg/ha/corte de materia seca con la aplicación de Té de estiércol de gallinaza; como también, a Chugñay (2015) con la aplicación de Té de estiércoles de animales en el primer corte logró obtener 17 890 kg/ha y 4 130 kg/ha de materia seca, en el segundo corte obtuvo 19 380 kg/ha de forraje verde, pero este último determinó mayor rendimiento de pasto seco (5 920 kg/ha) utilizando 3 000 kg/ha de humus en cultivo establecido de alfalfa. Así mismo, Villanueva (2015) logró mayores rendimientos de forraje en pastos asociados (24 790 kg de forraje verde y 5 132 kg/ha/corte) utilizando 4 000 kg/ha de Compost con abono foliar 1 L de EM/ha.

VI. CONCLUSIONES

Con base al estudio realizado se concluye lo siguiente:

1. No se encontró diferencias estadísticas significativas para la variable altura de planta con ningún tratamiento ensayado, incluido el tratamiento control, en ambos cortes; mientras que el mayor número de tallos por planta fue en el tratamiento estiércol de gallina + EM con un total de 53 tallos por planta en promedio, estadísticamente superior al 0.05 de significancia en comparación a los promedios obtenidos con los otros tratamientos.
2. Los mayores rendimientos de alfalfa var. Alta Sierra para forraje fresco ($18\ 583\ \text{t/corte/ha}^{-1}$) y forraje seco ($4\ 446\ \text{t/corte/ha}^{-1}$) se obtuvieron con el tratamiento estiércol de gallina + EM, pero sin diferencia estadística significativa en comparación a los promedios obtenidos con los otros tratamientos; mientras que la mayor hidratación de pasto fresco resultó con el tratamiento estiércol de cuy + EM (76%) y para materia seca con el tratamiento estiércol de ovino + EM y control (25,33%), en ambos casos sin diferencia estadística significativa con respecto a los promedios de obtenidos con los otros tratamientos.
3. Se determinó que hay una asociación perfecta negativa entre el porcentaje de hidratación de pasto fresco y la materia seca, es decir a mayor contenido hídrico de la muestra al momento del corte menor rendimiento de pasto seco y viceversa.

VII. RECOMENDACIONES

La investigación realizada permite recomendar lo siguiente:

1. Utilizar estiércol de gallina enriquecido con microorganismos eficaces, en proporciones adecuadas según el análisis del suelo, para obtener mejores rendimientos de forraje fresco y seco de alfalfa var. Alta Sierra.
2. Realizar otras investigaciones en el cultivo adaptando los tratamientos ensayados en el estudio, en diferentes épocas y condiciones bioclimáticas; además evaluar las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento en cinco o más cortes después del corte de instalación.

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, F. 2010. Preparación y uso del biol. 1 ed. Biblioteca Nacional del Perú: 2010-02444. Lima, Perú. 30 p.
- Álvarez, P. 2013. Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Tesis. Montecillo, Texcoco - México. 79 p.
- Andía, W; Argote, G. 2006. Guía práctica de pastos cultivados: Instalación, producción y manejo. Lima, Perú, CARE PERÚ. 20 p.
- ANDINA (Agencia Peruana de Noticias). 2019. Conoce el biol, abono orgánico del Minagri que mejora rendimiento y calidad de cultivos (en línea). Consultado 15 feb. 2020. Disponible en <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-biol-abono-organico-del-minagri-mejora-rendimiento-y-calidad-cultivos-781863.aspx>.
- Baldrich, AC. 2015. Manual del productor de alfalfa (en línea). Consultado 17 feb. 2020. Disponible en <http://www.alfalfasbaldrich.cl/wpcontent/uploads/2015/08/Manual-del-Alfalfero-Sur.pdf>.
- Boletinagrario. 2018. Fertilizar (en línea). Consultado 26 feb. 2020. Disponible en <https://boletinagrario.com/ap-6,fertilizar,414.html>.
- Bouton, J. 2001. La alfalfa. En: Gomide, JA; Mattos, WRS; da Silva, SC (eds) Proc. XIX Congreso del Prado internacional, Sao Pedro, Sao Paulo Brasil. 11-21 (February 2001). FEALQ, Piracicaba SP Brasil, 545 - 547.
- Chugñay, C. 2014. Evaluación productiva de una mezcla forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa) y *Lolium perenne* (Ray-Grass) con diferentes abonos orgánicos (humus, compost, vermicompost y té de estiércol), en la comunidad de Lluclud del Cantón Chambo (en línea). Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 125 p. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3761>
- Cozzolino, D. 1994. Determinación de materia seca con horno de microondas

(en línea). Hoja divulgativa N° 38. Uruguay, INIA. 4 p. Consultado 20 mar. 2020. Disponible en <https://bit.ly/31G4lyD>

Duarte, G. 2016. Fertilización de alfalfa (en línea). Consultado 27 feb. 2020. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>.

EcuRed (Enciclopedia colaborativa en la red cubana). 2020. (en línea). Consultado 16 feb. 2020. Disponible en <https://www.ecured.cu/Alfalfa>.

EEAITAJ (Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón). Microorganismos eficaces™ (en línea). Consultado 11 feb. 2020. Disponible en http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf.

EMPROTEC (EM Producción y Tecnología). 2019. Guía de la Tecnología de EM. San Juan de Tibás, Costa Rica (en línea). Consultado 5 jul. 2019. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Info regiones/RegionCentral Oriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>.

Flores, DF. 2015. La alfalfa (*Medicago sativa*): Origen, manejo y producción (en línea). Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/520-Texto%20del%20art%C3%A1culo-1618-1-10-20181126.pdf>.

Huerto, M. 2014. Tipos de abonos orgánicos (en línea). Consultado 27 feb. 2020. Disponible en <https://www.ecoagricultor.com/tipos-de-abonos-organicos/>.

INFOAGRO (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense). 2020. Abonos orgánicos (en línea). Consultado 10 ene. 2020. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp.

INFOAGRO (Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense). 2002. El cultivo de alfalfa (en línea). Consultado 10 feb. 2020. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>.

Intagri s.f. La gallinaza como fertilizante (en línea). México, Intagri. Consultado 01 mar. 2020. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>

- Isan, A. 2014. Cinco tipos de abonos orgánicos para tu jardín o huerto (en línea). Consultado 01 mar. 2020. Disponible en <https://ecologismos.com/cinco-tipos-de-abonos-organicos-para-tu-jardin-o-huerto/>.
- Lara, PR. (2008). Uso de compost de guano de pollos broiler en la producción y calidad de la alfalfa *Rye Grass* en la granja agropecuaria de Yauris – UNC – Huancayo (en línea). Tesis Ing. Agr. Huancayo, Perú. UNC. 96 p. Consultado 30 nov. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3rHgxd1>
- Lemache, PC. 2015. Utilización de diferentes té de estiércol en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa), variedad Flor Morada (en línea). Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 136 p. Consultado 30 nov. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2Plisae>
- León, R. 2003. Pastos y Forrajes, producción y manejo. 1 ed. Quito, Ecuador, Científica A. A. 80 p.
- Maddaloni, J; Ferrari, L. 2005. Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina (en línea). 2 ed. INTA. 542 p. Consultado 30 nov. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3rTLGuU>
- Martínez, JC. 2012. Propagación y técnicas de cultivo de la Alfalfa (*Medicago sativa*) (en línea). Consultado 26 feb. 2020. Disponible en <http://vinculando.org/wp-content/uploads/kalinspdf/singles/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-de-la-alfalfa-medicago-sativa.pdf>.
- MINAGRI (Misterio de Agricultura y Riego); AGRO RURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural). 2012. Fertilización con guano de islas. Boletín informativo. Huánuco, Perú. 15 p.
- Morón, A. (s. f). Alfalfa: Fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay (en línea). Consultado 24 feb. 2020. Disponible en <http://www.inia.org.uy/sitios/lesis/fertilizacion/IPNIAlfalfaUruguayMoron.pdf>.
- Noli, EC; Canto, A; Ordoñez, H. 1999. Influencia del estiércol en el establecimiento de pasturas (en línea). Consultado 20 feb. 2020. Disponible en http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/593/1/Noliinfluencia_estiercol.pdf.

- Pantaleón, AH. 2016. Instalación y manejo de la alfalfa en zonas altoandinas. 1ra ed. Programa PRO Buenaventura–Cáritas del Perú. Lima, Perú. 39 p.
- Reynoso, V. 2016. Cómo cultivar alfalfa orgánica en casa (en línea). Consultado 05 feb. 2020. Disponible en <https://consumidoresorganicos.org/2016/11/25/como-cultivar-alfalfa-organica-en-casa/>
- Rodríguez, NE; Spada, MC. 2007. Morfología de la alfalfa (en línea). In Basigalup, H (ed.). El cultivo de la alfalfa en la Argentina. Buenos Aires, Argentina, INTA. p. 27-44. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3qUvFn6>
- Sánchez-Díaz, M; Aguirreolea, J. 2013. El agua en la planta: movimiento del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. In Azcón-Bieto, J; Talón, M. 2013. Fundamentos de fisiología vegetal. 2 ed. Madrid, España, McGraw-Hill. p. 25-39.
- Sulca, A. 2015. Producción en forraje de cinco variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L). Ticllas a 2395 msnm - Ayacucho (en línea). Tesis Ing. Agrón. Ayacucho, Perú. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. 121 p. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3122>
- Suquilanda, MB. 2012. Manual de fertilización y abonadura orgánica. Agricultura Orgánica. Fundagro UPS, Quito Ecuador.
- Vidal, H. 2015. Manual de asistencia preparación para siembra y cosecha de alfalfa (en línea). Consultado 23 feb. 2020. Disponible en https://www.academia.edu/30770580/MANUAL_ASISTENCIA_SIEMBRA_Y_COSECHA_DE_ALFALFA_CON_RIEGO_TECNIFICADO.
- Villanueva, JD. 2020. Efecto de los bioabonos en el rendimiento y la calidad de la asociación de pasturas en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna (Huánuco) – 2015 (en línea). Consultado 02 mar. 2020. Disponible en <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/9-Article%20Text-43-1-10-20200224.pdf>.

ANEXOS

Anexo 01. Altura de planta (cm) de alfalfa var. Alta Sierra a los 50 días después del corte de inicio

Trat.	Insumo	Bloque			$\Sigma Y_i.$	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	84	75	80	239	79,67
T2	Estiércol de ovino + EM	69	70	77	216	72,00
T3	Estiércol de gallina + EM	70	85	90	245	81,67
T4	Biol	72	80	63	215	71,67
T5	Control	75	60	60	195	65,00
$\Sigma Y.j$		370	370	370	1110	74,00

Anexo 02. Altura de planta (cm) de alfalfa var. Alta Sierra a los 50 días después del primer corte

Trat.	Insumo	Bloque			$\Sigma Y_i.$	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	76	80	70	226	75,33
T2	Estiércol de ovino + EM	77	79	80	236	78,67
T3	Estiércol de gallina + EM	78	70	80	228	76,00
T4	Biol	75	80	72	227	75,67
T5	Control	75	80	66	221	73,67
$\Sigma Y.j$		381	389	368	1138	75,87

Anexo 03. Número de tallos por planta de alfalfa var. Alta Sierra

Trat.	Insumo	Bloque			$\Sigma Y_i.$	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	46	50	30	126	42,00
T2	Estiércol de ovino + EM	43	51	37	131	43,67
T3	Estiércol de gallina + EM	57	51	52	160	53,33
T4	Biol	23	38	36	97	32,33
T5	Control	28	36	42	106	35,33
$\Sigma Y.j$		197	226	197	620	41,33

Anexo 04. Peso de forraje verde (g) de alfalfa var. Alta Sierra

Trat.	Insumo	Bloque			ΣY_i	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	195,00	210,00	117,50	522,50	174,17
T2	Estiércol de ovino + EM	147,50	137,50	160,00	445,00	148,33
T3	Estiércol de gallina + EM	160,00	187,50	210,00	557,50	185,83
T4	Biol	179,00	173,00	155,00	507,00	169,00
T5	Control	207,50	145,00	117,50	470,00	156,67
ΣY_j		889,00	853,00	760,00	2502,00	166,80

Anexo 05. Peso de forraje seco (g) de alfalfa var. Alta Sierra

Trat.	Insumo	Bloque			ΣY_i	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	44,85	52,50	28,20	125,55	41,85
T2	Estiércol de ovino + EM	35,40	37,13	29,00	101,53	33,84
T3	Estiércol de gallina + EM	40,00	46,88	52,50	139,38	46,46
T4	Biol	42,96	43,25	37,20	123,41	41,14
T5	Control	53,95	34,80	30,55	119,30	39,77
ΣY_j		217,16	214,55	177,45	609,16	40,61

Anexo 06. Contenido hídrico de las muestras de forraje verde (%) de alfalfa var. Alta Sierra

Trat.	Insumo	Bloque			ΣY_i	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	77,00	75,00	76,00	228,00	76,00
T2	Estiércol de ovino + EM	76,00	73,00	75,00	224,00	74,67
T3	Estiércol de gallina + EM	75,00	75,00	75,00	225,00	75,00
T4	Biol	76,00	75,00	76,00	227,00	75,67
T5	Control	74,00	76,00	74,00	224,00	74,67
ΣY_j		161,5	378,00	374,00	1128,00	75,20

Anexo 07. Porcentaje de materia seca de alfalfa var. Alta Sierra

Trat.	Insumo	Bloque			ΣY_i	\bar{X}
		I	II	III		
T1	Estiércol de cuy + EM	23	25	24	72	24,00
T2	Estiércol de ovino + EM	24	27	25	76	25,33
T3	Estiércol de gallina + EM	25	25	25	75	25,00
T4	Biol	24	25	24	73	24,33
T5	Control	26	24	26	76	25,33
ΣY_j		122	126	124	372	24,80

Anexo 08. Resultados de la prueba normalidad de Shapiro-Wilks modificado para las variables estudiadas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO APPC (cm)	15	0.00	6,49	0,94	0,5809
RDUO APSC (cm)	15	0.00	3,78	0,97	0,9380
RDUO NTP	15	0.00	5,75	0,91	0,3120
RDUO RPF (g)	15	0.00	25,68	0,92	0,3498
RDUO RPS (g)	15	0.00	6,71	0,92	0,3784
RDUO CHR (%)	15	0.00	0,77	0,97	0,9372
RDUO MS (%)	15	0.00	0,77	0,97	0,9372

APPC = altura de plantas al primer corte (cm), APSC = altura de plantas al segundo corte (cm), NTP = número de tallos por planta, PFV = peso de forraje verde (g), PFS = peso de forraje seco (g), CH = contenido hídrico de la muestra de forraje (%), MS = materia seca (%).

Anexo 09. Coeficientes de correlación de Pearson y coeficientes de significancia entre las variables estudiadas

Variables estudiadas	APPC (cm)	APSC (cm)	NTP	RPF (g)	RPS (g)	CHR (%)	MS (%)
APPC (cm)	1.00	0.50	0.44	0.02	0.03	0.68	0.68
APSC (cm)	0.19	1.00	0.41	0.14	0.14	0.97	0.97
NTP	0.22	0.23	1.000	0.57	0.48	0.36	0.36
RPF (g)	0.6	0.4	0.16	1.00	3.20E-10	0.79	0.79
RPS (g)	0.57	0.4	0.2	0.98	1.00	0.64	0.64
CHR (%)	0.12	-0.01	-0.26	0.08	-0.13	1.00	0.00
MS (%)	-0.12	0.01	0.26	-0.08	0.13	-1.00	1.00



Anexo 10. Parcela de producción de alfalfa antes del experimento, propiedad del señor Joel Lastra C.



Anexo 11. Corte de inicio de las plantas de alfalfa antes del experimento (6/10/2019)



Anexo 12. Delimitación del campo experimental (170,00 m²)



Anexo 13. Acondicionamiento de los tratamientos (estiércol de animales de la zona) para ser utilizados en el estudio



Anexo 14. Biol de fuentes orgánicas adquirido de un agente autorizado



Anexo 15. Incorporación de estiércoles en las parcelas experimentales



Anexo 16. Manejo del campo experimental



Anexo 17. Delimitación del área neta experimental



Anexo 18. Aplicación de biol cada 15 días



Anexo 19. Deshierbo continuo.



Anexo 20. Riego permanente por aspersión



Anexo 21. Observación de los valores para la variable altura de planta



Anexo 22. Observación de valores para la variable número de tallos por planta



Anexo 23. Cosecha de alfalfa a los 50 días desde el corte de inicio



Anexo 24. Muestreo del 10% de forraje verde de cada unidad de muestreo



Anexo 25. Peso de forraje verde de cada unidad neta experimental



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Huánuco a los **21** días del mes de **diciembre** del año **2020**, siendo las **18** horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco, y en virtud de la **Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL** (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex o Zoom de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° **192**, de fecha **16/SET/2020**, para proceder con la evaluación de la sustentación virtual de la tesis titulada:

"EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS INOCULADOS CON EM EN EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) VARIEDAD "ALTA SIERRA" EN CONDICIONES EDAFOLIMÁTICAS DE MARIAS DOS DE MAYO, HUÁNUCO-2020"
 presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

WILDER ADRIAN NOLASCO

Bajo el asesoramiento de **M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas**.

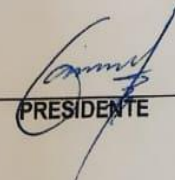
El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE :** Ing. Salomón Harry Santolalla Ruíz
- SECRETARIO :** Mg. Fléli Ricardo Jara Claudio
- VOCAL :** Dr. Walter Vizcarra Arbizú
- ACCESITARIO :** Ing. Grifelio Vargas García

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el cuantitativo de **15** y cualitativo de **BUENO**, quedando el (la) sustentante **APTO** para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 20 horas.

Huánuco, 21 de diciembre de 2020



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

En la ciudad de Huánuco a los 21 días del mes de diciembre del año 2020, siendo las 18 horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco, y en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex o Zoom de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 192, de fecha 16/SET/2020, para proceder con la evaluación de la sustentación virtual de la tesis titulada:

"EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS INOCULADOS CON EM EN EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) VARIEDAD "ALTA SIERRA" EN CONDICIONES EDAFOClimáticas DE MARIAS DOS DE MAYO, HUÁNUCO-2020"

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

NAYRA PATRICIA MATTO BERNARDO

Bajo el asesoramiento de **M.Sc. Severo Ignacio Cárdenas**.


El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : Ing. Salomón Harry Santolalla Ruíz
SECRETARIO : Mg. Fléi Ricardo Jara Claudio
VOCAL : Dr. Walter Vizcarra Arbizú
ACCESITARIO : Ing. Grifelio Vargas García

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el cuantitativo de 15 y cualitativo de **BUENO**, quedando el (la) sustentante **APTO** para que se le expida el TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 20 horas.

Huánuco, 21 de diciembre de 2020


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
Bueno (14, 15, 16) Aprobado
Muy Bueno (17, 18) Aprobado
Excelente (19, 20) Aprobado

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO
 IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis).

Apellidos y Nombres: Matte Bernardo Nayra Patricia
 DNI: 47625929 Correo Electrónico: mattebernardo@gmail.com
 Teléfono Casa: _____ Celular: 977967306 Oficina: _____

Apellidos y Nombres: Adrian Nolberto Wilder
 DNI: 77607077 Correo Electrónico: adriancasador1992@gmail.com
 Teléfono Casa: _____ Celular: 977505836 Oficina: _____

Apellidos y Nombres: _____
 DNI: _____ Correo Electrónico: _____
 Teléfono Casa: _____ Celular: _____ Oficina: _____

IDENTIFICACIÓN DE TESIS:
 PREGRADO

Facultad de: Ciencias Agrarias
 E.P. Ingeniería Agronómica

Título profesional obtenido: _____
 Título de la tesis: _____

Tipo de acceso que autoriza (n) en (los) autor (es):

Marca (X)	Categoría de Acceso	Descripción de Acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PUBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Sólo permite el acceso al registro del metadato con información básica más no al texto completo.

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional — UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya (n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por la que eligió este tipo de acceso

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

Luego del periodo señalado por usted (es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 07/04/2021.

Firma del autor y/o autores.



Nayra Patricia Matto Bernardo
DNI: 47625929



Wilder Adrian Nolasco
DNI: 47607011

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

Yo, **Nayra Patricia Matto Bernardo**, identificado con DNI N° 47625929 y **Wilder Adrian Nolasco**, identificado con DNI N° 47607011.

De la Facultad de Ciencias Agrarias, autores de la Tesis titulado **EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS INOCULADOS CON EM EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) VARIEDAD "ALTA SIERRA" EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE MARÍAS, DOS DE MAYO, HUÁNUCO 2020.**

DECLARO QUE:

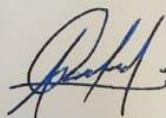
El tema de tesis es auténtico, siendo resultado de nuestro trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

En este sentido, soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, son objeto de sanciones universitarias y/o legales.

Huánuco, 7 de abril de 2021.



Nayra Patricia Matto Bernardo
DNI: 47625929



Wilder Adrian Nolasco
DNI: 47607011