

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA  
FACULTAD AGROPECUARIA Y VETERINARIA  
CARRERA DE AGROPECUARIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN:  
TESIS DE LICENCIATURA**

**TÍTULO:**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES  
FOLIARES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE  
ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB EN  
LA PRIMERA GESTIÓN 2021”**

**PROFESIONAL GUÍA:  
ING. FLORENTINO ROCHA LIMÓN**

**POSTULANTE:  
LIZETH KAREN MAMANI CONDORI**

**PREVIA OPCIÓN AL TÍTULO DE LICENCIATURA  
EN AGROPECUARIA**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA.  
OCTUBRE, 2021**

## HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB EN LA PRIMERA GESTIÓN 2021”, realizado por Lizeth Karen Mamani Condori, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado, de Agropecuaria, ha sido aceptado como requisito parcial para optar por el título de Licenciado en Agropecuaria, previa exposición y defensa de la misma.

### COMITÉ DE TESIS

.....  
Ing. Juan Carlos Rosales Salazar

.....  
MVZ. Wilman Guzmán Méndez

.....  
Ing. MSc Florentino Rocha Limón.

Santa Cruz de la Sierra – Bolivia  
Octubre, 2021

## TRIBUNAL CALIFICADOR

La presente tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB EN LA PRIMERA GESTIÓN 2021”, realizado por Lizeth Karen Mamani Condori, como requisito para optar por el título de Licenciado en Agropecuaria, ha sido aprobada por el siguiente tribunal.

---

---

---

Santa Cruz de la Sierra – Bolivia  
Octubre, 2021

## DEDICATORIA

Dedico este triunfo al forjador de mi camino, Dios, quien fue el que me acompañó en todo mi transcurso de carrera universitaria, me ayudó y me cuidó.

A mi padre, porque en su intento de darme un título universitario suplió todas mis necesidades con esfuerzo y amor.

A mi madre, por haberme enseñado el significado de la palabra “esfuerzo” y “sacrificio”.

Se los dedico a ambos, por haberme formado con buenos valores, aspiraciones y me motivaron día a día a ser mejor, para alcanzar mis sueños. Los responsabilizo de este logro puesto que lo que soy se lo debo a ellos, a su sacrificio y a sus oraciones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al concluir esta etapa de mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mí, caminaron en todo momento y fueron inspiración, apoyo y fortaleza.

A Dios por su amor incondicional, quien me permitió seguir con vida y culminar mis estudios, soy testigo de su bondad puesto que en muchas ocasiones me llenó de gracia, sabiduría y bendiciones en este transcurso académico. Le agradezco por poner en mí una pasión y hacerme amar su creación a través de mi carrera universitaria. Que mis actos, mi vida y mi trabajo laboral, te honren de hoy en adelante.

Agradezco a mis padres por tanta entrega, quienes se sacrificaron para formarme con amor y mano dura, enseñándome lo que es el respeto, la responsabilidad, el esfuerzo, el trabajo para alcanzar lo que uno anhela. Mis principios y valores se los debo a ustedes. Gracias por cada reprensión, por darme la confianza, por buscar lo mejor para mí y por creer en mis sueños.

Mi gratitud también a la Universidad Evangélica Boliviana por darme las herramientas de formación académica, mi agradecimiento sincero al asesor de mi tesis, Ing. Florentino Rocha, y gracias a cada docente quien con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

Gracias infinitas a todos y cada uno de ustedes.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivo general.....	3
1.2.	Objetivo específicos.....	3
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1.	Generalidades de la alfalfa .....	4
2.2.	Importancia de la alfalfa .....	5
2.3.	Características botánicas .....	6
2.3.1.	Clasificación taxonómica de la alfalfa.....	7
2.3.2.	Desarrollo y crecimiento.....	7
2.3.3.	Aspectos fisiológicos.....	8
2.4.	Características nutricionales de la alfalfa.....	8
2.5.	Variedades de alfalfa.....	9
2.5.1.	Variedad establecida: Bolivia 2000.....	9
2.5.1.1.	Origen.....	9
2.5.1.2.	Características Morfológicas .....	9
2.5.1.3.	Características Agronómicas.....	10
2.5.1.4.	Adaptación (clima y suelo).....	10
2.5.1.5.	Características productivas.....	10

2.6. Aspectos agronómicos del cultivo de alfalfa .....	11
2.6.1. Época de siembra .....	11
2.6.2. Técnicas de siembra y establecimiento.....	11
2.6.2.1. Preparación del terreno .....	11
2.6.3. Densidad de siembra .....	12
2.6.3.1. Abonado.....	12
2.6.4. Requerimientos del cultivo .....	13
2.6.4.1. Suelo .....	13
2.6.4.2. Clima .....	13
2.6.4.3. Agua.....	14
2.6.5. Cosecha.....	14
2.6.5.1. Frecuencia de corte.....	14
2.6.6. Rendimiento en forraje.....	15
2.7. Fertilidad de los suelos.....	16
2.8. Aprovechamiento de la alfalfa. ....	17
a) En verde.....	17
b) Ensilado.....	17
c) Henificado.....	17
d) Deshidratado. ....	18

3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1.	Antecedentes generales de la Zona.....	19
3.1.1.	Ubicación geográfica .....	19
3.1.2.	Condiciones climáticas de la zona.....	19
3.1.3.	Condiciones edáficas. ....	19
3.1.3.1.	Análisis del suelo. ....	19
3.1.4.	Descripción agroecológica.....	20
3.2.	Materiales .....	20
3.2.1.	Material vegetal .....	21
3.2.2.	Material químico .....	22
3.2.2.1.	Humus Fol plus .....	22
3.2.2.2.	Humus Fol .....	22
3.2.2.3.	Humus plus.....	23
3.2.2.4.	Producto comercial G50.....	23
3.2.3.	Materiales de campo .....	23
3.2.4.	Materiales de oficinas y laboratorio. ....	24
3.3.	Metodología. ....	24
3.3.1.	Diseño experimental.....	24
3.3.2.	Unidad experimental.....	24



3.3.4.	Tratamientos .....	25
3.3.5.	Croquis experimental.....	26
3.3.6.	Actividades culturales/manejo agronómico del cultivo .....	26
3.3.6.1.	Reconocimiento del área de trabajo.....	26
3.3.6.2.	Control de malezas y limpieza de la parcela .....	26
3.3.6.3.	Labores culturales.....	27
3.3.6.4.	Fertilización.....	27
3.3.7.	Evaluaciones variables de respuesta en la planta .....	27
3.3.7.1.	Cosecha.....	27
3.3.7.2.	Análisis estadístico .....	28
3.3.7.3.	Análisis económico .....	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	30
4.3.	Condiciones climáticas.....	30
4.3.1.	Temperatura.....	30
4.3.2.	Precipitación.....	31
4.4.	Evaluación de las características agronómicas.....	33
4.4.1.	Altura.....	33
4.5.	Rendimiento.....	35
4.5.1.	Peso de materia verde .....	35

4.5.2. Peso de materia seca.....	36
4.5.3. Rendimiento tonelada por hectárea.....	36
4.6. Densidad .....	37
4.7. Análisis foliar de: fibra bruta, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro	
38	
4.7.1. Fibra bruta.....	38
4.7.2. Fibra detergente ácido FDA.....	39
4.7.3. Fibra detergente neutro.....	40
4.8. Análisis económico .....	43
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES .....	45
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición bromatológica de las hojas y los tallos de la alfalfa en base a materia seca. ....	8
Cuadro 2. Rendimiento de alfalfa. ....	16
Cuadro 3. Análisis de suelo de la Universidad Evangélica Boliviana.....	20
Cuadro 4. Variedad del Material vegetal establecido (Bolivia 2000).....	21
Cuadro 5. Composición físico química de Humus Fol Plus: .....	22
Cuadro 6. Composición física químico del Humus Fol: .....	22
Cuadro 7. Composición físico química del Humus Plus: .....	23
Cuadro 8. Clasificación físico química del G50: .....	23
Cuadro 9. Descripción de la parcela de estudio: .....	25
Cuadro 10. Cuadro de Dosificación y aplicación de los 4 tratamientos. ....	25
Cuadro 11. Análisis económico.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis experimental de los tratamientos. ....	26
Figura 2. Temperatura Máxima y mínima del mes de marzo.....	30
Figura 3. Precipitación máxima y mínima del mes de marzo.....	31
Figura. 4. Resultado de la medición de la altura de plantas por tratamiento y bloque .....	33
Figura 5. Altura de los tratamientos. ....	34
Figura 6. Resultado del peso de materia verde, de los tratamientos. ....	35
Figura 7. Resultado del peso de materia seca de los bloques. ....	36
Figura 8. Rendimiento de Alfalfa tn/ha .....	37
Figura 9. Resultado de Densidad del cultivo .....	38
Figura 10. Análisis foliar de fibra bruta.....	39
Figura 11. Análisis foliar -fibra detergente acida .....	39
Figura 12. Análisis foliar de detergente neutro FDN.....	41
Figura 13. Comparación de análisis de fibra bruta, detergente acido y detergente neutro en los tratamientos.....	42

**INSTITUCIÓN : UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA**  
**CARRERA : AGROPECUARIA**  
**MODALIDAD : TESIS DE LICENCIATURA**  
**NOMBRE : LIZETH KAREN MAMANI CONDORI**  
**TITULO : EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*), EN LOS PREDIOS DE CEPA-UEB EN LA PRIMERA GESTIÓN 2021**

## **RESUMEN**

En el departamento de Santa Cruz- Bolivia, el forraje representa gran importancia para los ganaderos, lo que ha motivado a incursionar en forrajeros que proporcionen un alimento de mejor calidad nutritiva y de mayor rendimiento en sus fincas. La alfalfa es una leguminosa que bien puede ser aprovechada en Cochabamba, quién presenta un medio ecológico favorable para dicho cultivo. Entre las cualidades de la Alfalfa se encuentran los índices ganaderos de producción que se incrementan logrando una mayor producción de leche y carne, contribuyendo de esta manera a obtener mejores ingresos económicos y generar una rentabilidad positiva para los productores. En tal sentido, se recurre a buscar alternativas para establecer el cultivo, dentro de Santa Cruz, para ofrecer al ganado un forraje que brinde el mayor componente de los elementos nutritivos para su alimentación, por lo que se propone cultivar Alfalfa de la variedad "Bolivia 2000", bajo cuatro fertilizantes, con la finalidad de evaluar los distintos tratamientos. En el presente trabajo de investigación denominado "Evaluación del efecto de cuatro fertilizantes foliares en el desarrollo agronómico del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), en los predios de cepa UEB en la primera gestión dos mil veintiuno", se trabajaron con cinco tratamientos y cinco repeticiones, el tiempo de inicio de dicha tesis fue a mediados de Marzo, con una duración de sesenta y dos días, de los cuales el corte de alfalfa duró cincuenta y un días, las variables analizadas fueron; altura, rendimiento de materia verde, materia seca comparación de la inversión de los tratamientos versus el testigo, y análisis de la fibra bruta, detergente ácido y detergente neutro. Los tratamientos fueron los siguientes: Tratamiento uno Humus Fol Plus, tratamiento dos Humus Fol, tratamiento tres Humus Plus, tratamiento cuatro G50 y el tratamiento cinco que fue respectivamente el testigo; se realizó el análisis estadístico para determinar si hubo diferencia mínima significativa y el análisis económico para saber la viabilidad del estudio. Para los resultados del siguiente trabajo se utilizaron diversas técnicas, fuentes y formulas que se ven reflejado en la interpretación de cada variable, así como también tener los datos de la temperatura y la precipitación durante los días del cultivo. Para el análisis estadístico de las variables se tomaron todos los bloques de unidad experimental, para realizar la altura de los cultivos, la densidad y el rendimiento de materia verde y materia seca. En cuanto al análisis económico, el único tratamiento que resultó ser favorable fue el tratamiento tres-humus plus, según la FAO con un retorno de siete por cada dólar invertido y un incremento de 2.2 ton/ha, siendo efectivo y garantizado.

**Santa Cruz de la Sierra – Bolivia**  
**2021**

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) es considerada como la reina de las plantas forrajeras por su excelente calidad nutricional, alto contenido en proteínas, gran variabilidad genética, amplio rango de adaptación a diferentes condiciones climáticas y de suelo, buena palatabilidad, alta persistencia y fácil manejo. Según Lazarte (2001) menciona, que el uso de fertilizantes foliares como el biol permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas debido a que es una fuente orgánica de fitorreguladores, además de los macronutrientes y micronutrientes que lo conforman.

En Bolivia, el centro productor del cultivo de alfalfa es el valle de Cochabamba, que brinda un medio ecológico favorable para el cultivo de especies forrajeras en especial para el cultivo de alfalfa. Por otro lado, el valle cochabambino es considerado como la zona lechera más importante del país.

El cultivo de alfalfa en los predios del Centro de Prácticas Experimentales (CEPA) de la Universidad Evangélica Boliviana, es un proyecto que inició con la adaptación del cultivo en la segunda gestión del año 2018, llevando desde entonces ensayos pilotos del cultivo. Los resultados obtenidos en el primer corte a los 60 días después de la siembra son de 1500 kg/ha en materia verde, en el segundo corte a los 90 después de la siembra se obtuvo 7883.3 kg/ha de materia verde. En relación a lo manifestado por Aitken (1987) el rendimiento de materia verde con cinco cortes durante el año se puede obtener hasta 40tn/ha/año.

Siguiendo con la adaptación, el centro de prácticas UEB, ha realizado trabajos de producción y conservación del cultivo de alfalfa, con excelentes resultados en producción y conservación.

El siguiente estudio respalda la producción de alfalfa en la zona tropical del departamento de Santa Cruz, teniendo en cuenta que, con las predicciones actuales del calentamiento global, es probable que el tipo de clima de sabana tropical se

expanda en toda Santa Cruz en el futuro. Por lo tanto, es fundamental criar una amplia gama de especies forrajeras adaptadas a los diversos sistemas ganaderos.

En el departamento de Santa Cruz, el forraje representa gran importancia para los ganaderos, lo que ha motivado a cultivar un mayor número de áreas de pastos para la crianza y explotación de la ganadería, que proporciona un alimento de mejor calidad nutritiva y de mayor rendimiento frente a los pastizales nativos. Esta cualidad de los pastos cultivados ha permitido que los índices ganaderos de producción se incrementen, logrando una mayor producción de leche y carne, contribuyendo de esta manera a obtener mejores ingresos económicos y generar una rentabilidad positiva para los productores.

En tal sentido, se recurre a buscar alternativas forrajeras para ofrecer al ganado un pastizal que brinde el mayor componente de los elementos nutritivos para su alimentación al pastoreo, por lo que se propone cultivar Alfalfa bajo cuatro fertilizantes, con la finalidad de balancear los elementos nutritivos del cultivo para que contribuyan a preparar una dieta forrajera de pastoreo nutritiva para la alimentación animal.

Por ello, el presente trabajo de investigación busca aportar con evaluación de cuatro fertilizantes en el cultivo de Alfalfa, a través de ensayos y análisis para mejorar la alimentación del ganado lechero y brindar un forraje de mejor calidad nutritiva; por lo que se ha propuesto los siguientes objetivos:

### **1.1. Objetivo general.**

- Evaluar el efecto de cuatro fertilizantes foliares en el desarrollo agronómico del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*), en los predios de CEPA- UEB en la gestión 2021

### **1.2. Objetivos específicos.**

- Establecer los momentos óptimos del fertilizante foliar del cultivo.
- Comparar el rendimiento de materia verde, materia seca y la altura entre los tratamientos.
- Analizar los costos de inversión.
- Determinar el valor nutricional de alfalfa por tratamiento



## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades de la alfalfa

Según Pozo (1983) el área de origen de la alfalfa es Asia Menor y Sur del Caucazo, luego se difunde abarcando la Zona de Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán y parte occidental de Pakistán.

La llegada de la alfalfa a nuestro continente fue en los años 1519 por la ruta del pacifico donde fue trasladada a Perú y Chile, desde estos países llegaron por vía terrestre a nuestro país (D´Atellis, 2005)

El mismo autor menciona que la alfalfa es considerada como la reina de las forrajeras y es indiscutible desde el punto de vista universal, también es considerada como un componente fundamental en el campo de la ganadería para la alimentación.

Según Muslera (1984) la alfalfa se cultiva en gran diversidad de medios, desde el ártico hasta el trópico de ambos hemisferios por estos existen numerosos ecotipos espontáneos y/o variedades adaptadas a las más diversas condiciones de clima, suelo y explotación; las alfalfas cultivadas tienen su origen en dos especies con características diferidas y diferentes como la *Medicago sativa* y *Medicago falcata*.

Pozo (1983) menciona que es una planta perenne, de raíz gruesa y tallo leñoso, foliolos aovados u oblongos dentados en el ápice, estípulas semilanceoladas, largamente acuminadas en la base. Flores grandes, de 8 – 10mm, en racimos oblongos multifloros sobre dunculo no aristado. Semillas de 1,5 por 2,5 mm ovales.

Botanical (2010) considera que la alfalfa es una leguminosa y como consecuencia tiene capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces. Esta capacidad hace que los suelos donde crece esta planta son mejores por lo que muchas veces se planta como, una manera de fertilizante natural a los terrenos. El uso principal de esta planta es como planta forrajera para la alimentación del ganado, resulta muy

nutritivo para los animales al mismo tiempo que es una de las especies con producción más elevada de las cultivadas por el hombre. Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo (se han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10m de profundidad).

Cangiano (2001), manifiesta que la alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo. Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas. La alfalfa, fue considerada a principios del siglo pasado la mejor especie forrajera, por su alta calidad y elevada producción. En la década del 70, perdió su posición de reina de las forrajeras ante la aparición del pulgón verde y posteriormente el pulgón azul, que destruyeron gran parte de los cultivos. En esa época, el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina) intensificó los trabajos de mejoramiento genético introduciendo materiales resistentes. Hoy, transcurridos 30 años, hay importantes desarrollos genéticos de la alfalfa, que han posibilitado recuperar su reconocimiento popular como forrajera.

Grijakva (1995), manifiesta que es una especie herbácea perenne que alcanza 50 y 90cm de altura, el promedio de vida útil de los alfalfares entre los 7 y 8 años que con buenas condiciones de cuidado, en la actualidad se ha reducido a la mitad es decir de 3 a 4 años lo que ha incrementado el costo de mantenimiento de una hectárea de alfalfa los mismos que dan una pérdida económica significativa para quienes realizan este cultivo.

## **2.2. Importancia de la alfalfa**

Muslera (1984), indica que la alfalfa desempeña un papel muy importante entre los cultivos por el suministro de nitrógeno, que puede conseguir directamente del aire,

además siendo el cultivo que produce más nitrógeno por hectárea y de gran calidad por el alto valor de sus aminoácidos esenciales para la nutrición animal y humana.

Alexander (1980), menciona que la fijación del nitrógeno atmosférico por las leguminosas suficientemente noduladas es apreciable, bajo condiciones óptimas y puede llegar a fijar la alfalfa entre 125 a 225 Kg de N<sub>2</sub> /ha/año.

Por su parte, Sánchez (2004) citado por Torrez (2010), menciona que la alfalfa es una fuente natural de importancia en la nutrición animal, asimismo su producción mejora las condiciones físico-químico del suelo para una rotación de cultivos.

Para D'Atellis (2005), la alfalfa es un cultivo que ayuda en la incrementó de la carga animal de esta manera mantener el stock, mejorar la ganancia en el peso o el rendimiento en la producción individual de leche, también se puede conservarlo no limita que se tenga sistemas de alta productividad, donde reduce los costos variables y aumenta la estabilidad de la producción, y no extrae nutrientes de alta demanda como es el nitrógeno, más al contrario incorpora materia orgánica.

### **2.3. Características botánicas**

Meneses (1996) describen a la alfalfa como una leguminosa forrajera perenne, de crecimiento erecto, en la mayoría de los casos con abundantes hojas trifoliadas de ubicación alterna en el tallo, las raíces son abundantes y profundas, constan de una raíz principal robusta, los tallos son erectos, y algunos se presentan de forma postrado, de hojas compuestas imparipinadas, las flores son pequeñas localizadas en racimos axilares, su fruto es de forma de vaina curvada, lleva en su interior a las semillas de forma arriñonada y cada vaina contiene de 3 a 7 semillas.

Por otra parte, Sánchez (2000) citado por Torrez (2010), señala que el fruto es una legumbre indehiscente que contiene de 2 a 6 semillas.

### **2.3.1. Clasificación taxonómica de la alfalfa**

De acuerdo a la clasificación taxonómica de Maddaloni (2000), la alfalfa corresponde a la siguiente clasificación botánica:

<b>División</b>	: Angiospermas
<b>Clase</b>	: Dicotiledónea
<b>Orden</b>	: Rosales
<b>Familia</b>	: Leguminoceae
<b>Sub Familia</b>	: Papilionaceae
<b>Género</b>	: Medicago
<b>Especie</b>	: Sativa

### **2.3.2. Desarrollo y crecimiento**

Según Muslera y Ratera (1991) mencionan que el crecimiento de la planta de alfalfa se inicia con la germinación de la semilla o aparición de la plántula, va seguido del rebrote que empieza de la corona de la planta, esto cuando se trata de una pradera establecida; en esta fase de desarrollo, la planta se mantiene con las reservas acumuladas en la raíz.

El mismo autor señala que durante la fase de crecimiento las partes verdes asimilan hidratos de carbono que permiten el crecimiento de las raíces, tallos, hojas además de acumular las reservas de la planta, donde depende de la temperatura, radiación solar, duración del día y humedad del suelo principalmente.

La fase de floración corresponde al inicio de la etapa reproductivo, donde aparecen los botones florales; por último, la fase de fructificación que comienza con la fecundación y finaliza con la maduración de la semilla. (Muslera Enrique & Ratera, 1991)

### 2.3.3. Aspectos fisiológicos

De acuerdo a Meneses (1996), la fisiología de la alfalfa tiene la importancia en la rapidez y en la facilidad del rebrote después de cada corte donde se toman tres factores determinantes; según el autor son:

- La reserva de los carbohidratos: que resulta de la máxima acumulación de los carbohidratos en la raíz; donde, se asegura el rebrote vigoroso.
- Los puntos de crecimiento o yemas: la parte de la corona es importante ya que estos producen nuevos tallos y hojas.
- Área foliar residual: está influenciado por el follaje que pertenece después del corte o pastoreo.

### 2.4. Características nutricionales de la alfalfa

Según Sánchez (2004) citado por Tazola (2007), indica que la alfalfa contiene altos niveles de proteínas, vitaminas, energía y además contiene minerales como ser fósforo, azufre, potasio y magnesio, las cuales son importantes en la reproducción de bovinos.

A continuación, se presenta en el cuadro 1. La composición bromatológica de las hojas y tallos de las plantas de alfalfa.

**Cuadro 1. Composición bromatológica de las hojas y los tallos de la alfalfa en base a materia seca.**

<b>Componente Nutritivo</b>	<b>Hojas (%)</b>	<b>Tallos (%)</b>	<b>Promedio (%)</b>
<b>Proteína Bruta</b>	24	10.7	17.35
<b>Grasa Bruta</b>	3.1	1.3	2.2
<b>Extracto no nitrogenado</b>	45.8	37.3	41.55
<b>Fibra bruta</b>	16.4	44.4	30.40
<b>Cenizas</b>	10.7	6.3	8.50

Fuente: Sánchez (2004)

Según, Ratera (1983), la calidad del forraje de la alfalfa disminuye al avanzar la madurez, el valor nutritivo es esencialmente importante cuando se destina a animales en producción de leche o de carne; por ser el objetivo del manejo y conseguir un forraje de buena digestibilidad y de alto contenido proteínico.

## **2.5. Variedades de alfalfa**

Según CIPCA (2001), las variedades de alfalfa están clasificados en variedades precoces y tardías.

- Precoces: se tiene a Moapa y africana estas variedades son de establecimiento rápido, teniendo la desventaja que son de persistencia corta, es cultivada mayormente en los valles interandinos.
- Tardías: se tiene a la Ranger americano, Bolivia 2000, Rivera, y otros, su establecimiento es lento, pero de buena persistencia sobre todo en el altiplano.

### **2.5.1. Variedad establecida: Bolivia 2000**

#### **2.5.1.1. Origen.**

Según SEFO-SAM (2001), la variedad “Bolivia 2000”, fue obtenida por el Centro de Investigación en Forrajes “La violeta”, CIF-UMSS, por selección, a partir de un ecotipo de alfalfa que se cultiva de manera tradicional en el valle de Cochabamba, con el nombre de “Punateña”.

#### **2.5.1.2. Características Morfológicas**

**Porte:** Erecto, con buena altura de planta.

**Raíz:** pivotante, bastante profunda, alcanza entre 5 a 10m.

**Corona:** De diámetro mediano, superficial y con muchos rebrotes.

**Tallo:** Hueco en algunas épocas del año.

**Hojas:** Medianas, foliosas.

**Flores:** De color violeta oscuro.

**Estabilidad:** Con buena uniformidad y estabilidad en los distintos ambientes donde se cultiva. (SEFO-SAM, 2001)

### **2.5.1.3. Características agronómicas.**

**Siembra:** Pura o asociada con festuca alta y pasto ovillo en los valles.

**Latencia:** Variedad sin latencia invernal.

**Respuesta al frío y sequía:** Bastante resistente al frío y sequía de los valles y altiplano. En esta última zona, permanece verde durante todo el periodo invernal.

**Rebrote:** Rápido después del corte o pastoreo.

**Respuesta a enfermedades y pulgones:** Buena tolerancia a la mayoría de las enfermedades; susceptible al ataque de los pulgones (verde y negro).

**Usos:** Más para corte de pastoreo. Soporta pastoreo alterno. (SEFO-SAM, 2001)

### **2.5.1.4. Adaptación (clima y suelo)**

- Variedad con excelente adaptación a los valles y altiplano desde los 1500 a 4000 m.s.n.m.
- Precipitación pluvial requerida, entre 300 a 600 mm/año.
- Suelos profundos, permeables, ricos en fósforo, no soporta terrenos mal drenados o encharcados,
- pH entre 6 a 9, no desarrolla en suelos ácidos. (SEFO-SAM, 2001)

### **2.5.1.5. Características productivas.**

- **Persistencia:** Leguminosa perenne, de larga persistencia.
- **Precocidad:** variedad de mediana precocidad, con rebrote vigoroso después del corte.
- **Numero de cortes:** 6 a 7 cortes/año en los valles y 2 a 3 cortes/año en las alturas.
- **Producción de forraje:** buena producción en cantidad y calidad de forraje. En los valles entre 15 a 20 t/ha/año; en el altiplano entre 4 a 7 t/ha/año, en términos de M.S (SEFO-SAM, 2001)

## **2.6. Aspectos agronómicos del cultivo de alfalfa**

### **2.6.1. Época de siembra**

Cancio (2001), considera que las bajas temperaturas del invierno en el altiplano, las siembras se deben realizar al comienzo de la época lluviosa máximo hasta el treinta de diciembre.

### **2.6.2. Técnicas de siembra y establecimiento**

Según Migliorini citado por Condori (1994), recomienda que la siembra debe utilizarse previo a un roturado profundo del suelo de 40 a 50 cm.; donde las labores de rastrillado, nivelado y aplanamiento son primordiales para un buen establecimiento de las plántulas. Delgadillo y Mendieta (1996), mencionan que la profundidad óptima de siembra es uno de los factores importantes para tener éxito en el establecimiento de la alfalfa, por su pequeño tamaño las semillas deben ser sembradas a profundidades entre 0.5 a 3 cm, mismas que se realizan al voleo o en surcos.

#### **2.6.2.1. Preparación del terreno**

Infoagro (2002), manifiesta que las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) que mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta labor es muy importante en el cultivo de la alfalfa, pues las raíces son muy profundas y subsolando se favorece que estas penetren con facilidad. A continuación, se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes. Se recomienda intercalar las labores con aplicaciones de abonos y enmiendas realizadas al mismo tiempo que los gradeos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución. Conviene aplicar el abonado de fondo y el encalado dos meses antes de la siembra para



permitir su descomposición y estar a disposición de la plántula después de la germinación

### **2.6.3. Densidad de siembra**

Según Meneses (1996), la cantidad de semilla de alfalfa a utilizarse depende de la calidad de la semilla, preparación del terreno, condiciones de humedad y temperatura, técnicas de siembra, formas de aprovechamiento del cultivo y la época de siembra. Sin embargo, sugiere el autor, utilizar de 10 – 15 kg/ha en caso de realizarse corte y 15 a 20 kg/ha para pastoreo con ganado.

Por su parte, Aitken (1987) indica que se debe utilizar de 10 a 15 kilogramos de semilla por hectárea, sea esta al voleo o en línea dependiendo de las distancias de los surcos y del poder germinativo de la semilla.

Infoagro (2002), expresa que los métodos de siembra son a voleo o con sembradoras específicas. La mayoría de las siembras se hacen sólo con alfalfa, pero también puede asociarse a otras gramíneas utilizando la siguiente cantidad de semilla: 25kg de semilla buena y mediana, 22kg sembrando con máquina, 20kg sembrando en líneas, a mano y mezclada con arena, 18kg sembrando en líneas mezclada con arena y sembrada a máquina.

#### **2.6.3.1. Abonado**

Infoagro (2002), indica que se aplican productos orgánicos de origen vegetal o animal en diferentes grados de descomposición; cuya finalidad es la mejora de la fertilidad y de las condiciones físicas del suelo. Las sustancias orgánicas más empleadas son: estiércol, purines, rastrojos y residuos de cosechas. En la siguiente tabla se muestra el abono orgánico más utilizado en el cultivo de la alfalfa y composición (en kg de elemento fertilizante por tonelada de abono).

## **2.6.4. Requerimientos del cultivo**

### **2.6.4.1. Suelo**

Aitken (1987), menciona que para obtener una buena producción forrajera y sea prospera es mejor tener suelos profundos, ricos en materia orgánica con un pH de 7,5 a 8, ricos en calcio y suelos sueltos.

Por otra parte, Delgadillo et al. (1979) indica que los suelos del altiplano tienen un contenido muy bajo en materia orgánica y son deficiente en fósforo lo cual requiere incorporar algunas enmiendas.

Según Meneses (1996), la alfalfa requiere suelos profundos, permeables, de textura franca o franco arenoso, con subsuelo permeables, de buena fertilidad, pH cercano al neutro y con buena disponibilidad de humedad. No se desarrolla en suelos con pH inferior a 5.6 debido a las limitaciones que la acidez provoca a la supervivencia y multiplicación de las bacterias (*Rhizobium meliloti*), que son específicas para la fijación del nitrógeno en simbiosis con las leguminosas.

Infoagro, (2002), manifiesta 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.

### **2.6.4.2. Clima**

Becker (2011), considera que la temperatura óptima para la germinación de la semilla de alfalfa es 18°C a 25°C La temperatura media anual para la producción de la alfalfa está en torno a los 15° C. Siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades de 18-28° C, con un mínimo de días nublados y frescos. Días largos con un mínimo de 12 horas de luz.

### **2.6.4.3. Agua**

Infoagro (2002), manifiesta que la alfalfa requiere administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000m<sup>3</sup>/ha y por aspersión será de 880m<sup>3</sup>/ha. 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.

### **2.6.5. Cosecha**

Condori (1998), explica que el corte se realiza cuando las plantas alcanzan un 10% de floración, pero es evidente que la alfalfa difícilmente florece a los 3600 m.s.n.m. por esta razón, el corte se debe realizar observando el rebrote basal que debe estar entre los 4 a 5 cm de altura.

Pietro (2004), indica que una vez que la alfalfa ha sido establecida, se procede a cosechar cuando la población de plantas presenta entre 10 y 15% de floración, en caso de no presentarse la floración se debe verificar que en la corona presenta brotes en un 5%, esto puede variar por las condiciones de clima, riegos aplicados y al tipo de suelo.

Cruz (2003), manifiesta que en la determinación del momento más idóneo para cortar la alfalfa intervienen no solo las relaciones entre la calidad y la cantidad de los rendimientos, sino también otros factores, uno de los factores importantes es la variable sometida a poco o ningún control, el tiempo. El corte realizado cuando el cultivo tiene 10% de su floración (cuando el 10% de sus flores están abiertas), proporcionan la mejor combinación entre apetecibilidad, contenido de proteína, valor nutritivo y rendimientos.

#### **2.6.5.1. Frecuencia de corte**

Cruz (2003), menciona que la frecuencia del corte varía según el manejo de la cosecha, siendo un criterio muy importante junto con la fecha del último corte para

la determinación del rendimiento y de la persistencia del alfalfar. Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia una reducción en su rendimiento y densidad. Cuanto más avanzado es el estado vegetativo de la planta en el momento de defoliación, más rápido tiene lugar el rebrote del crecimiento siguiente. El rebrote depende del nivel de reservas reduciéndose éstas cuando los cortes son frecuentes. La máxima producción se obtiene con menores alturas de corte y cortadas a intervalos largos.

Cancio (2001), manifiesta que la frecuencia de corte que de un total de 16 cortes durante un periodo de dos años y con una producción media de 2 738 kg/ha En un experimento con un intervalo de corte de siete semanas se obtuvo los más altos rendimientos los mismos que fluctuaron de tiempo en tiempo debido a la humedad del suelo.

#### **2.6.6. Rendimiento en forraje**

Meneses (2002), menciona que la alfalfa es una de las más productivas de la zona andina del país, en cuanto a la materia seca la alfalfa tiene variaciones bastante altas en el altiplano siendo de 1, a 8 tn/ha; al respecto, Crowder (1960) indica, bajo condiciones óptimas de fertilidad del suelo y en buenas condiciones de humedad, la producción de forraje es excelente donde se han llegado a cosechar 25 tn/ha de forraje seco en un año en los valles. Durante periodos prolongados de sequía y la falta de irrigación el crecimiento puede suspenderse.

De acuerdo a CIPCA (2001), los rendimientos de alfalfa pueden llegar a obtenerse entre 5.5 – 15 tn/ha de materia seca en el altiplano, todo dependiendo de la humedad del suelo y riego puede llegar a producir entre uno a tres cortes por año.

El Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. (2005), manifiesta que el rendimiento esperado es 90 toneladas de forraje verde por hectárea 23 toneladas de forraje seco por hectárea 20 a 24 toneladas de materia seca por hectárea Con seis a nueve cortes al año. Florian (2007) manifiesta que el

rendimiento promedio de forraje verde y materia seca para los cuatro cortes (kg/ha) FV MS.

**Cuadro 2. Rendimiento de alfalfa.**

<b>Cortes</b>	<b>Forraje verde kg/ha</b>	<b>Materia seca kg/ha</b>
1	12500	2800
2	13600	3020
3	17500	3330
4	18400	4500

Fuente: AID, 1979

AID, (1979) citado por Melida (2012), manifiesta que para la alfalfa se establece categorías de rendimiento que están expresadas en Tm/ha determina que valores de 5,6 son comunes; 7,8 corresponde a un buen rendimiento y los superiores a 10,1 son excelentes.

**2.7. Fertilidad de los suelos**

Según Graetz (1997), un suelo es fértil si contiene y suministra a las raíces cantidades adecuadas de nutrientes, agua y aire para que el cultivo crezca y produzca bien. Un suelo fértil tiene una estructura y profundidad adecuada para proporcionar un ambiente favorable al desarrollo de las plantas, t indica que el suelo es un medio de cultivo que debe tener la capacidad de cumplir con todos los requerimientos físicos – químicos de los diferentes cultivos, la estructura del suelo debe ser suficientemente buena, para facilitar el crecimiento del sistema radicular de las plantas.

La fertilidad de los suelos es importante para el desarrollo de las plantas, porque es el que determina los malos y buenos rendimientos de los cultivos, para la obtención de buenos rendimientos se debe mejorar la fertilidad de los suelos con la incorporación de materia orgánica Okada (1990).

Para Muslera (1984), la cantidad de nitrógeno que requiere una planta de alfalfa al inicio de establecimiento es de 20 a 30 kg/ha, mientras que el fósforo es requerido

en 21 mayor cantidad de 150 a 200 kg/ha y de potasio requiere hasta 200 kg/ha en niveles diferentes

## **2.8. Aprovechamiento de la alfalfa.**

Infoagro (2002), menciona en su artículo de alfalfa los aprovechamientos de la Alfalfa entre los que menciona:

### **a) En verde.**

La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanizado como en mano de obra.

Al contrario, sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional.

### **b) Ensilado.**

Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento.

La posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes (realizados durante la primavera y a principios de otoño), los cuales son más difíciles de henificar, ya que la probabilidad de lluvias durante este periodo se incrementa.

Para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

### **c) Henificado.**

El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo.

El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde.

El proceso de henificación debe conservar el mayor número de hojas posible, pues la pérdida de las mismas supone una disminución en calidad, ya que las hojas son las partes más digestibles y como consecuencia se reduce el valor nutritivo. El periodo de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la relación hoja/tallo (es más lento a mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar).

#### **d) Deshidratado.**

Es un proceso que consiste en la recolección del forraje verde, su acondicionamiento mecánico y el secado mediante ventilación forzada. La alfalfa deshidratada incrementa la calidad del forraje, economía del transporte y almacenamiento, permaneciendo sus características nutritivas casi intactas. Los productos obtenidos se destinan fundamentalmente a las industrias de piensos compuestos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Antecedentes generales de la Zona**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios del Centro Experimental de Prácticas Agropecuarias (CEPA), de la facultad de Agropecuaria y Veterinaria, perteneciente a la Universidad Evangélica Boliviana, que se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, barrio Cruz del sur, sexto anillo, geográficamente se encuentra a los 17 47 21" latitud sur 63 11 51" longitud éste.

La zona actualmente es considerada como área urbana de acuerdo a los estudios realizados por la alcaldía, sin embargo, CEPA tiene un área destinada para la producción hortícola, viveros, frutales, lechería, un área para la investigación de cultivos tropicales en los diferentes rubros que están destinados para el proceso de enseñanza aprendizaje y producción.

##### **3.1.2. Condiciones climáticas de la zona**

Con una altura de 320 m.s.n.m. se caracteriza por ser del clima tropical con una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 1224 mm.

##### **3.1.3. Condiciones edáficas.**

El suelo de la Universidad Evangélica Boliviana (CEPA) presenta terrenos de fotografía plana, textura franco arenoso con un PH de suelo de 7.4 (ligeramente alcalina) de acuerdo al análisis del suelo realizado en el laboratorio de CETABOL

##### **3.1.3.1. Análisis del suelo.**

Se realizó un estudio de evaluación, mediante un análisis de suelo en laboratorio en el cual se obtuvieron las propiedades que contienen el suelo trabajado.



**Cuadro 3. Análisis de suelo de la Universidad Evangélica Boliviana**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS.</b>
pH- H <sub>2</sub> O (1:5)		7,39
Conductividad eléctrica		102
Arcilla	g/kg	159
Limo	g/kg	314,52
Arena	g/kg	526,48
Textura		F
Materia Orgánica (MO) Total	g/kg	25,07
Materia Orgánica (MO) Oxidable	g/kg	19,28
Nitrógeno Total (N)	g/kg	1,42
Relación C/N		10,28
Nitrógeno disponible	Mg/kg	35,03
Fosforo Olsen (P) CETABOL	Mg/kg	83,44
Fosforo Olsen (P) internacional	Mg/kg	116,26
Fosforo Bray (P)	Mg/kg	
Azufre (S)	Mg/kg	3,24
Potasio intercambiable (K)	Cmolc/kg	0,68
Calcio intercambiable (Ca)	Cmolc/kg	9,02
Magnesio Intercambiable (Mg)	Cmolc/kg	1,99
Sodio Intercambiable (Na)	Cmolc/kg	0,31
Acidez intercambiable (H <sup>+</sup> Al)	Meq/100g	0,024
Aluminio Intercambiable (Al)	Meq/100g	0
Cap. Inter. Catiónico Efectivo (CIC)	Cmolc/kg	12,62
Hierro (Fe)	Mg/kg	15,82
Manganeso (Mn)	Mg/kg	26,52
Zinc (Zn)	Mg/kg	19,26
Cobre (Cu)	Mg/kg	0,69
Boro (B)	Mg/kg	0,4

Fuente: Elaboración propia CETABOL (2016)

### 3.1.4. Descripción agroecológica

La ecología de la zona está influenciada por y laderas del lugar. Las praderas existentes se secan en época invernal, la flora nativa es regular y de crecimiento rápido debido a los factores climáticos

### 3.2. Materiales

Para el presente trabajo se utilizará los siguientes materiales:

### 3.2.1. Material vegetal

El material vegetal de estudio utilizado fue 1 variedad de alfalfa previamente establecido en el centro de investigación de UEB (2019). Las características de las variedades son descritas en el siguiente:

**Cuadro 4. Variedad del material vegetal establecido “Bolivia 2000)**

<b>Variedad:</b>	<b>Bolivia 2000</b>
<b>Ciclo:</b>	Mediana precocidad
<b>Rendimiento:</b>	15 a 20 t/ha/año
<b>Numero de cortes:</b>	6 a 7 cortes al año
<b>m.s.n.m.</b>	Altitud 1500 a 4500 msnm en el altiplano y 600-700m.s.n.m en el chaco boliviano
<b>Temperatura</b>	Excelente adaptabilidad a los valles y altiplano
<b>pH del suelo</b>	pH de 6 a 9
<b>Precipitación</b>	mm/año de 300 a 600

Fuente: SEFO, (2001)

### 3.2.2. Material químico

#### 3.2.2.1. *Humus Fol Plus*

El humus fol plus es un producto elaborado y producido en la carrera de Agropecuaria que presenta las siguientes características.

**Cuadro 5. Composición físico química de Humus Fol Plus:**

<b>Humus Fol Plus</b>	<b>Concentración</b>
N(%)	0,03
P(%)	0,01
K(%)	0,12
Na(%)	1,16
Ca(%)	0,14
Mg (%)	0,03
S (%)	0,1
Mn (%)	15,01
Zn (%)	23
Cu (%)	13,7
Ph	5

Fuente: Laboratorio Fundación CETABOL (2017)

#### 3.2.2.2. *Humus Fol*

**Cuadro 6. Composición físicoO químico del Humus Fol:**

<b>Humus Fol</b>	<b>Concentración</b>
N(%)	0,06
K(%)	0,02
Na(%)	0,97
Ca(%)	0,06
Mg (%)	0,02
Cu (ppm)	13,2
Zn (ppm)	16
Mn (ppm)	12,2
Mo (ppm)	55,6
pH	9,44

Fuente: Laboratorio Fundación CETABOL (2017)

### 3.2.2.3. *Humus Plus*

**Cuadro 7. Composición físico química del Humus Plus:**

<b>Humus Plus</b>	<b>Concentración</b>
N(%)	14
P(%)	1
K(%)	3
Na(%)	0,13
Ca (%)	0,002
Mg (ppm)	0,0028
Br (ppm)	7,39
Mn (ppm)	0,00004
Zn (ppm)	0,0035
Cu (ppm)	2,29
Co	4,20
Fe	0,0028

Fuente: Fabricante formulador HARB Agricultura Infinita

### 3.2.2.4. *Producto comercial G50*

**Cuadro 8. Clasificación físico química del G50:**

<b>G 50</b>	<b>Concentración</b>
N (%)	2
S (%)	2
Cu (%)	0,004
Fe (%)	2
Zn (%)	0,02
pH	5-6

Fuente: Fabricante formulador AGROINCO

### 3.2.3. **Materiales de campo**

Herramientas manuales:

- Estacas
- Lote de terreno
- Cinta métrica

- Cámara fotográfica
- Equipo de aspersión
- Fertilizantes foliares

#### **3.2.4. Materiales de oficinas y laboratorio.**

- Cuaderno de apuntes.
- Calculadora.
- Computadora.
- Hojas de papel bond.
- Lápiz.
- Balanza de precisión.

### **3.3. Metodología.**

#### **3.3.1. Diseño experimental**

Para la investigación y evaluación del material vegetal se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 5 repeticiones, llegando a obtener 25 unidades experimentales.

#### **3.3.2. Unidad experimental.**

El área experimental está conformada por 5 bloques con las siguientes características, el área total del cultivo es de 13m de largo y 7m de ancho, la cual está constituida por veinticinco unidades experimentales donde cada tratamiento y/o unidad experimental está conformada por 5 surcos de 2 metros de largo por 1 metro de ancho con una separación entre hileras de 0,40 m, dando un resultado de 10 m<sup>2</sup> con 25 surcos cultivados.

### Cuadro 9. Descripción de la parcela de estudio:

Área de cada unidad experimental	2m <sup>2</sup>
Longitud de hilera por unidad experimental	10m <sup>2</sup>
Número de hileras por unidad experimental	5u
Número de bloque	5u
Distanciamiento entre bloques	0,45m
Longitud del bloque	10m <sup>2</sup>
Ancho del bloque	1m
Área de cada bloque	2m
Área total de los bloques	80,64m <sup>2</sup>
Área total del experimento (incluido bordes y callejones)	91 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4. Tratamientos

T1: Humus Fol Plus (HFP)

T2: Humus Fol (HF)

T3: Humus Plus (HP)

T4: G50

T5: Testigo

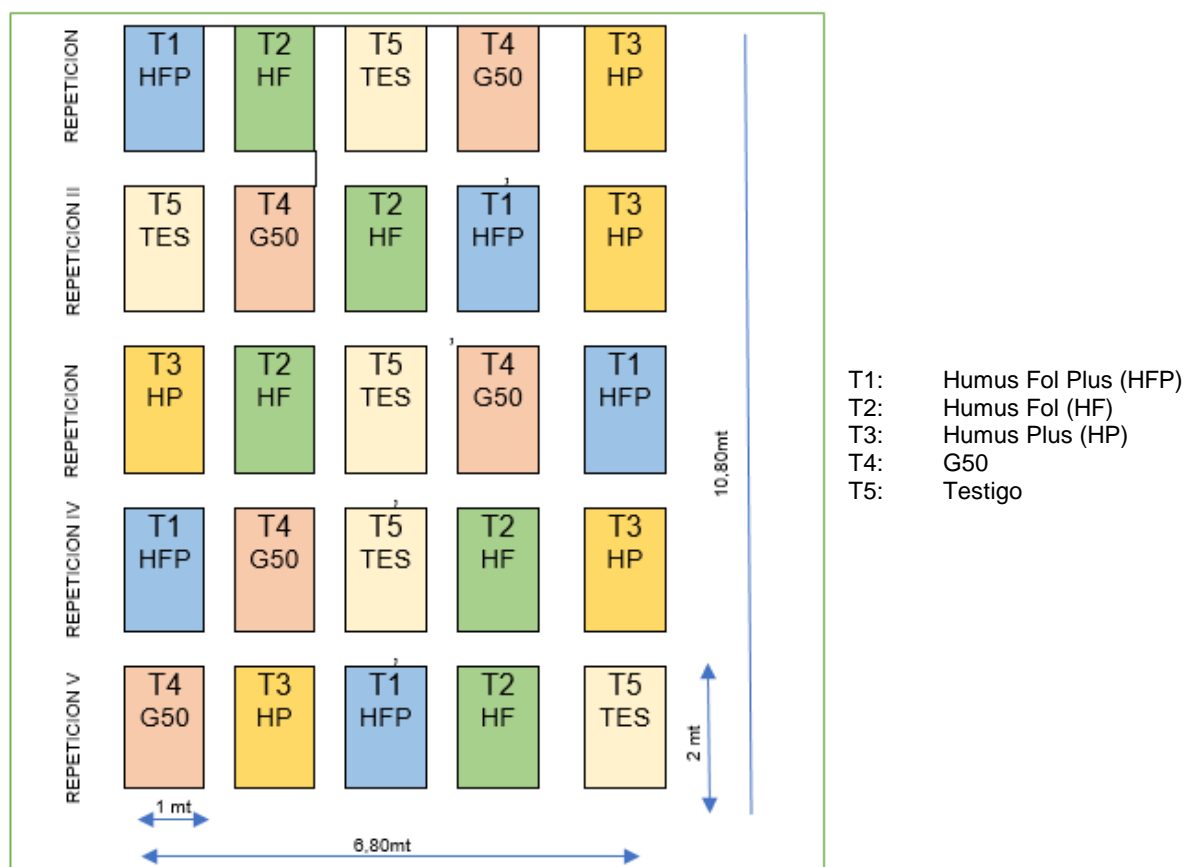
### Cuadro 10. Cuadro de Dosificación y aplicación de los 4 tratamientos.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIFICACION	APLICACIÓN
<b>Tratamiento 1</b>	Humus Fol-Plus	Para 1ha, es necesario 3lt de HFP	3ml del producto para los 5 bloques
<b>Tratamiento 2</b>	Humus Fol	1 ha se deben utilizar 3litros del producto	3ml del producto para los 5 bloques del T2
<b>Tratamiento 3</b>	Humus plus	para 1 hectárea se deben utilizar 2 litros del producto	2ml x 5 bloques
<b>Tratamiento 4</b>	G 50	se debe utilizar 25kg del producto para 1hectarea	2.5gr x 5 bloques
<b>Tratamiento 5</b>	TESTIGO	TESTIGO	TESTIGO

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5. Croquis experimental

Figura 1. Croquis experimental de los tratamientos.



### 3.3.6. Actividades culturales/manejo agronómico del cultivo

#### 3.3.6.1. Reconocimiento del área de trabajo.

Se procedió al reconocimiento del área de trabajo, tomando en cuenta las características del suelo, el estado de la parcela ya establecida, etc.

#### 3.3.6.2. Control de malezas y limpieza de la parcela

Para el control de malezas se necesitará un azadón, guantes y ropa de trabajo, se procederá a quitar todas las malezas a mano, entre surco, entre parcelas y a los bordes.

Se realizó la limpieza del área de trabajo con azadón y pala, eliminando las malezas que se encontraban en el interior de las unidades experimentales, así como en los pasillos. Las malezas fueron removidas con la finalidad de homogeneizar el suelo.

#### **3.3.6.3. *Labores culturales***

Las labores culturales realizadas consistieron en el deshierbe y riego de la parcela. El deshierbe de los pasillos se realizó manualmente eliminando las malezas presentes en el área experimental con azadones en el momento en que se observaba la abundancia de las mismas, observando que algunas hierbas competían con el cultivo. El desmalezado de la parcela se lo realizó durante toda la tesis por lapsos de 10 días.

#### **3.3.6.4. *Fertilización***

Para la fertilización foliar adecuada de los cuatro productos establecidos en los tratamientos para la continuidad de dicha investigación, se establecieron dos fechas con una diferencia de 22 días. La primera aplicación fue en la fecha 16 de marzo y la segunda aplicación de los tratamientos, con dosis iguales a las primeras fue el 7 de abril del presente año.

Los productos utilizados y la formulación de la aplicación se pueden ver en anexos.

#### **3.3.7. *Evaluaciones variables de respuesta en la planta***

##### **3.3.7.1. *Cosecha***

El corte del cultivo se realizó el día 29/04/2021, al observar que las plantas alcancen el 10% de floración.

La evaluación de las variables de respuesta se las realizó en las semanas de abril para el primer corte.

La altura de planta, densidad del cultivo, rendimiento de materia verde y materia seca, fueron obtenidas al realizar los cortes respectivos.



Cada variable de respuesta fue evaluada de diferente manera como se describe a continuación:

- a) **Altura de planta.** - La altura de planta se registró un día antes del corte, tomando tres plantas al azar por unidad experimental, midiéndose las plantas muestreadas desde la base de la corona hasta el ápice de la planta sin estirarlas para que no existan datos erróneos por apreciaciones equivocadas al momento de la medición.
- b) **Densidad.** - Esta variable se midió dos días antes de corte, bajo el método observativo.
- c) **Rendimiento de MV / MS.** - Para la determinación del rendimiento de materia seca se cosecho cada bloque, una vez cosechado se obtuvo el rendimiento en materia verde el cual se pesó con ayuda de una balanza digital con 0.1 g de precisión. Para esto se tomó cada bloque de cada tratamiento en materia verde en estudio, las muestras obtenidas fueron puestas a secado bajo el sol, pesándose hasta obtener un peso constante. Finalmente se registró el peso seco por muestra para luego transformar a Tn/ha. Cuando se habla en términos de rendimiento de forraje, de forma inmediata se relaciona el mismo con unidades métricas, es decir en kg/ha o Tn/ha de materia seca.  
El uso de estas unidades métricas, no necesariamente indica que se evaluó la totalidad del forraje que se produce en una hectárea, por lo general estas unidades, casi siempre se determinan a partir de una serie de pequeñas muestras que se obtienen en las parcelas de producción y/o en parcelas de investigación. (Campos, 2006, citado por SEFO, 2010).

### **3.3.7.2. Análisis estadístico**

La investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, puesto que tal diseño es adecuado cuando los tratamientos están distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque en forma.

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

Donde:

$\mu$  = Media general del experimento.

$\beta_j$  = Efecto del j-esimo bloque

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

### **3.3.7.3. Análisis económico**

Para el análisis económico, se trabajó con los presupuestos parciales para cada tratamiento utilizado, para ello solo los costos variables, teniendo en cuenta los datos comerciales registrados y realizar el análisis marginal correspondiente de acuerdo a la metodología propuesta por el CIMMYT (1988).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

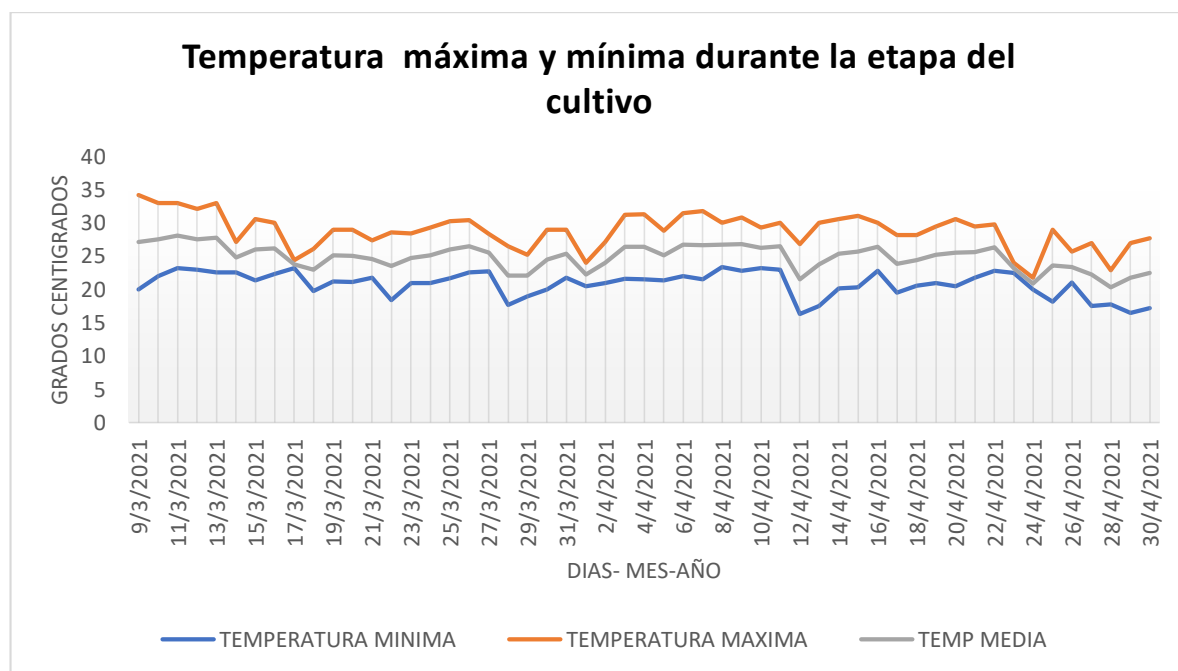
### 4.3. Condiciones climáticas

Los resultados de la presente investigación, provienen de lecturas tomadas en marzo del 2021 a abril del 2021, en las cuales se observó el régimen de temperatura y precipitación según fuentes de SENAMHI.

#### 4.3.1. Temperatura

Las variables climatológicas presentadas en el anexo 2, fueron registradas durante el periodo de evaluación del trabajo de investigación en campo de la alfalfa en combinación con los fertilizantes; donde, se inicia en el mes de marzo 2021 y finaliza en el mes de abril del 2021.

**Figura 2. Temperatura máxima y mínima del mes de marzo**



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los datos registrados de temperatura por SENAMHI, vemos en el gráfico 2, la temperatura máxima y mínima registradas en los días que duro el

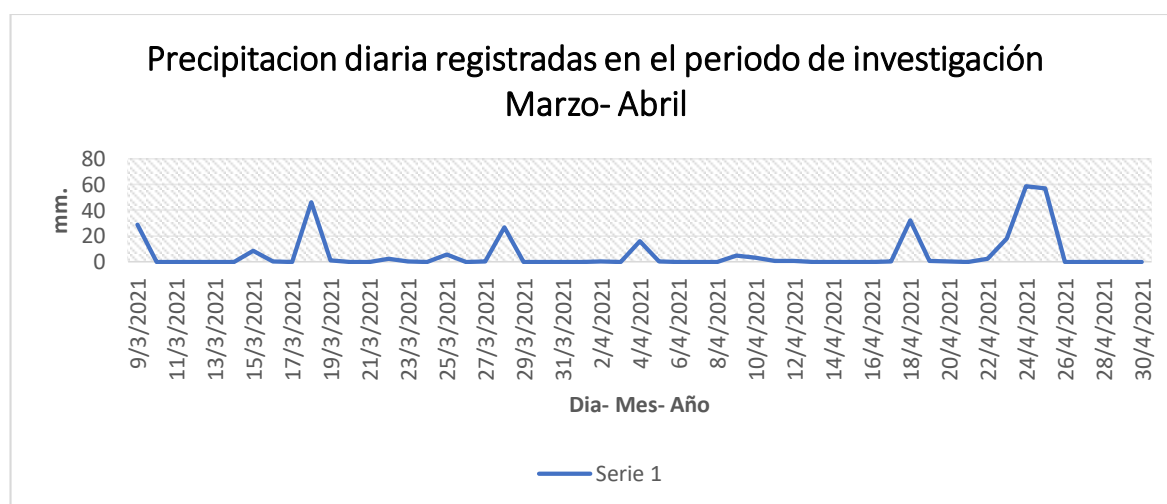
cultivo. La temperatura media fue de 25,30°C para el mes de marzo, 24,59°C para el mes de abril. La temperatura media de los dos meses se encuentra en el límite máximo de la temperatura optima, ya que según Becker (2011), considera que la temperatura óptima para la alfalfa es 18°C a 25°C.

De acuerdo a Meneses y Piérola (1996), la alfalfa en una época donde la temperatura promedio es de 15°C requiere de 50 a 55 días para un corte y para épocas donde la temperatura promedio es de 20°C requiere de 33 a 37 días, en nuestro caso esperamos el 10% de la floración del cultivo para hacer el corte, que fue a los 51 días con una temperatura media de 25°C.

### 4.3.2. Precipitación

En el campo de la agricultura las precipitaciones afectan la humedad del suelo donde crecen y se desarrollan los cultivos y es de suma importancia tener registro de la misma, puesto que las mediciones permiten realizar de forma más acertada universas planificaciones cabe destacar que las planificaciones van, desde programar una siembra hasta la cosecha del cultivo.

**Figura 3. Precipitación máxima y mínima del mes de marzo**



Fuente Elaboración propia

De acuerdo a SENAMHI la precipitación que se registró en los días de marzo fueron de 152,1 mm, y en el mes de abril fue de 195,3 mm, se encuentra muy por debajo

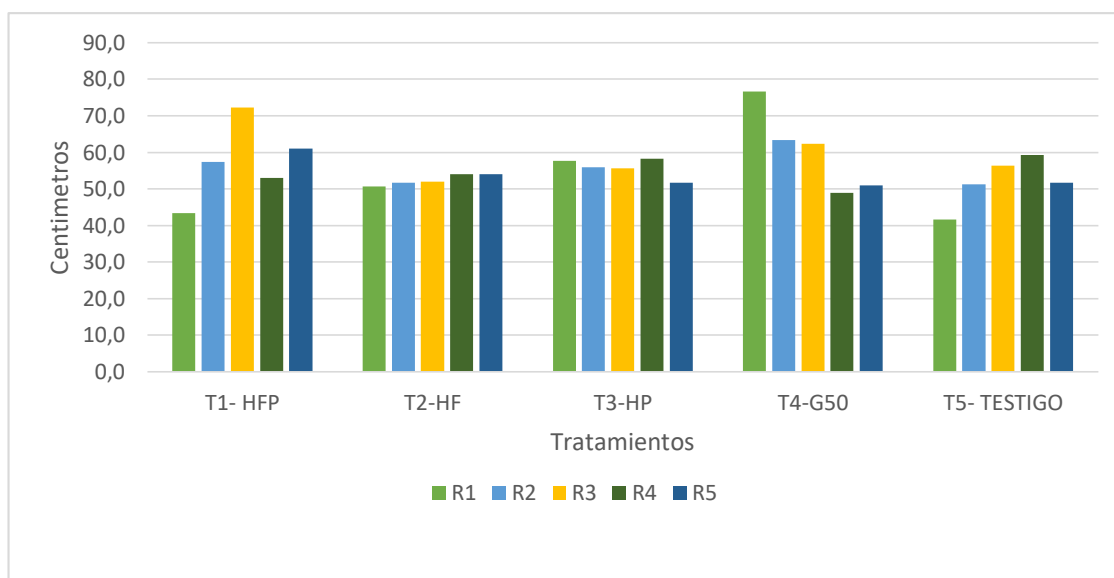
de la cantidad de precipitación pluvial requerida, ya que según Infoagro (2002) manifiesta que la alfalfa requiere administración hídrica de forma fraccionada, puesto que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000m<sup>3</sup>/ha y por aspersion será de 880m<sup>3</sup>/ha. 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, mientras que la variedad de Alfalfa que establecimos para dicha investigación dice que la precipitación adecuada debe ser de 300 a 600mm/año, por lo cual podemos decir que la precipitación registrada se encuentra por debajo del rango eficiente para las condiciones óptimas de nuestro cultivo.

## 4.4. Evaluación de las características agronómicas

### 4.4.1. Altura

La altura de las plantas es una de las características forrajeras del cultivo de alfalfa la cual nos permite cosechar, en este caso fue de manera manual.

**Figura. 4. Resultado de la medición de la altura de plantas por tratamiento y bloque**

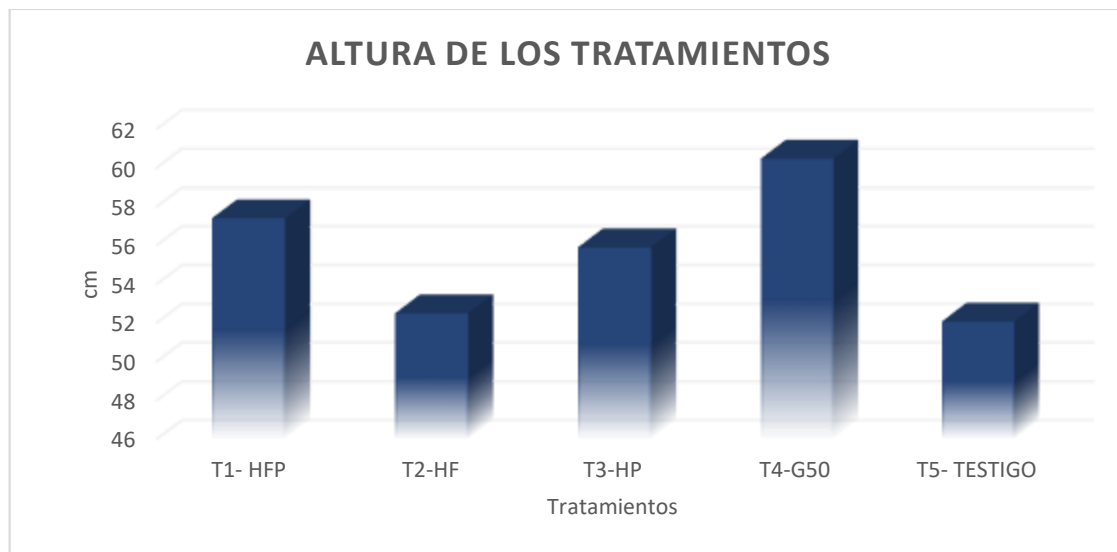


Fuente: Elaboración propia

Para tomar la altura del cultivo; fue necesario tomar 3 plantas por bloque y tratamiento para posteriormente medirlas, desde la base de la corona hasta el ápice de la planta. En la Figura 3 podemos observar que el testigo y el tratamiento dos, son los que han tenido menor crecimiento mientras que en el tratamiento cuatro y tratamiento uno, se ha visto una diferencia significativa, en cuanto a la altura.

Los tratamientos estudiados se pueden constatar en el análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias.

**Figura 5. Altura de los tratamientos.**



Fuente: Elaboración propia

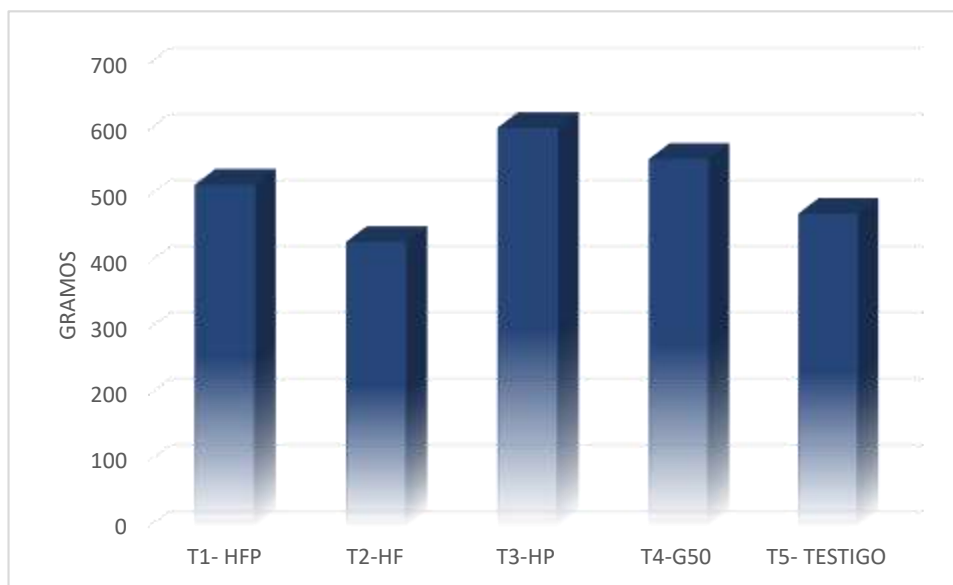
La figura 4, nos presenta el grafico del resultado del análisis de varianza para la variable altura. Al resultado entre bloques y tratamientos, el tratamiento dos Humus Fol y el testigo no presentan ninguna diferencia significativa; sin embargo, el tratamiento 4 si se mostró diferente significativamente. La altura de planta registrada en cada bloque y en cada tratamiento varía; como se presenta en la figura 4. donde las mayores alturas se encuentran en el cuarto tratamiento seguidamente por el primer tratamiento. En el tercer tratamiento los valores registrados van bajando y el más bajo que sería el testigo es de (52.06 cm) el cuarto tratamiento- G50 presenta 60.46 cm

## 4.5. Rendimiento

### 4.5.1. Peso de materia verde

Los resultados de la producción anual de materia verde, para el cultivo de alfalfa se presentan en la figura 6, donde se observa que el rendimiento en materia verde:

**Figura 6. Resultado del peso de materia verde, de los tratamientos.**



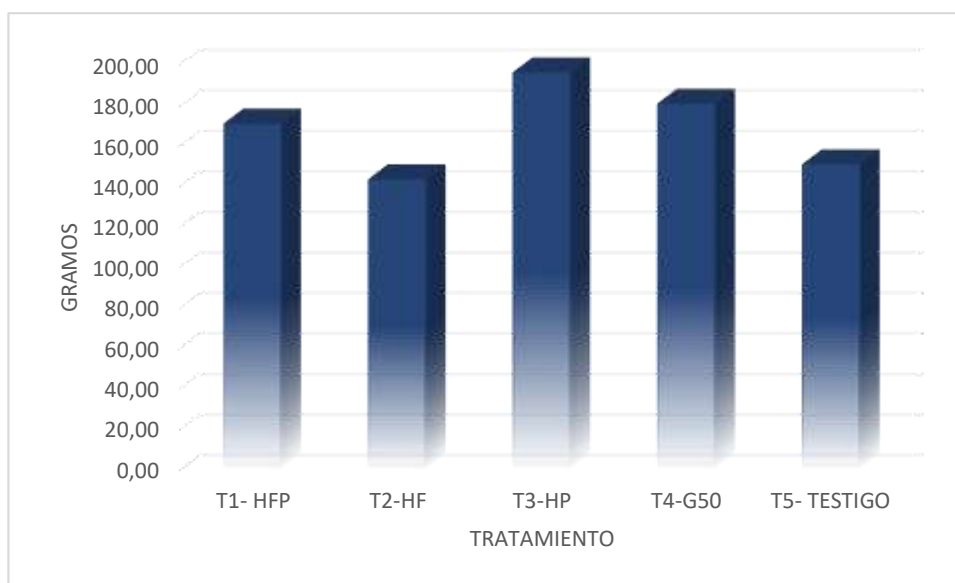
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de materia verde donde comparamos los resultados de los tratamientos, vemos que; T3- Humus Plus es quien ha tenido mayor rendimiento de materia verde, donde alcanza y sobrepasa los 3 kilos en los 5 bloques, seguido por el T4- G50 quien alcanzó los 2,78 kg, el T1-Humus Fol Plus recogió 2,58kg en comparación con el testigo que se encuentra en la cuarta posición, por encima del T2- Humus Fol quien fue el bloque más liviano con 2,15kg.



#### 4.5.2. Peso de materia Seca

Figura 7. Resultado del peso de Materia Seca de los bloques.



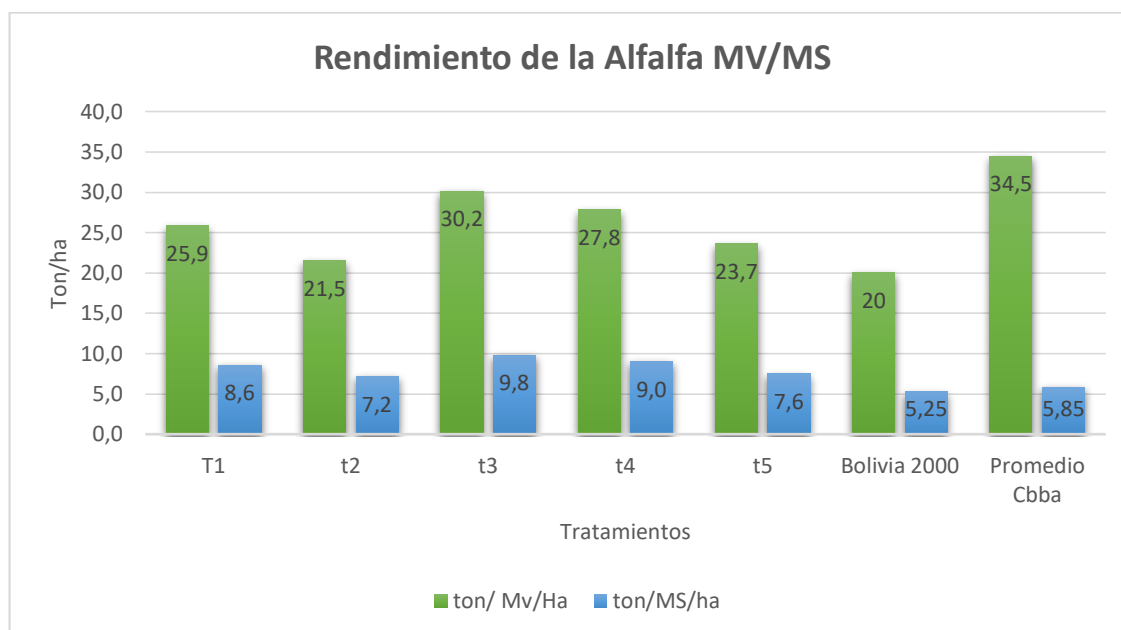
Fuente: Elaboración propia.

La figura 7, nos muestra el análisis de varianza para el rendimiento total de materia seca, donde se observa que existe diferencia significativa entre bloques y variedades, como en el caso del T3-humus Plus y T2- humus Fol quien fue el que tuvo más bajo rendimiento.

#### 4.5.3. Rendimiento tonelada por hectárea.

Para medir el rendimiento de ton/ha, se ha tomado referencia comparativa con la variedad “Bolivia 2000” y el rendimiento promedio nacional del departamento de Cochabamba, quien si brinda las condiciones óptimas para dicho cultivo.

**Figura 8. Rendimiento de Alfalfa tn/ha**



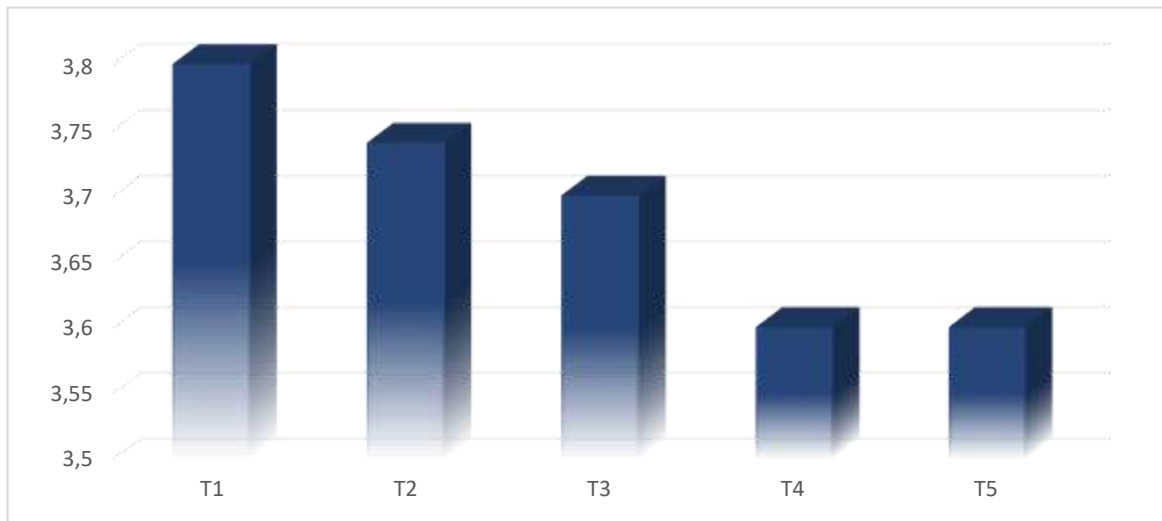
Fuente: Elaboración propia.

Para sacar el rendimiento de toneladas por hectárea, tuvimos que tomar el promedio de rendimiento de los 5 bloques por cada tratamiento, para posteriormente convertir a kilogramos por hectárea. Los resultados obtenidos los podemos apreciar en la Figura 8, donde además de ilustrar los resultados de cada tratamiento, pudimos añadir el rendimiento promedio de Cochabamba y el rendimiento promedio de la variedad que se utilizó, en este caso Bolivia 2000, bajo este parámetro podemos decir que nuestros tratamientos han alcanzado una diferencia significativa ya que el tratamiento tres Humus Plus, está por encima del promedio de la variedad, con 10.2 tn/ha adicionales. Mientras que en el promedio nacional tomando como referencia la producción del cultivo de alfalfa en el departamento de Cochabamba, quien cuenta con el clima ideal del cultivo, esta por encima con 4,3tn/ ha de nuestro tratamiento que ha tenido mayor rendimiento.

#### **4.6. Densidad**

La densidad de siembra es uno de los factores que influye mucho a la hora del rendimiento puesto que mientras mas densidad tenga el cultivo y no se vea afectado por heladas, sequia, animales o terceros, más rendimiento tendrá.

**Figura 9. Resultado de densidad del cultivo**



Fuente: Elaboración propia.

Con los siguientes valores donde; 1= poca densidad; 3= densidad normal; 5= mucha densidad, podemos observar en la Figura 9, que el tratamiento 1 ha sido el que más densidad ha tenido con un promedio de 3.8, mientras que el tratamiento 4 y 5 han sido los más bajos en densidad de siembra con un 3.6 de promedio.

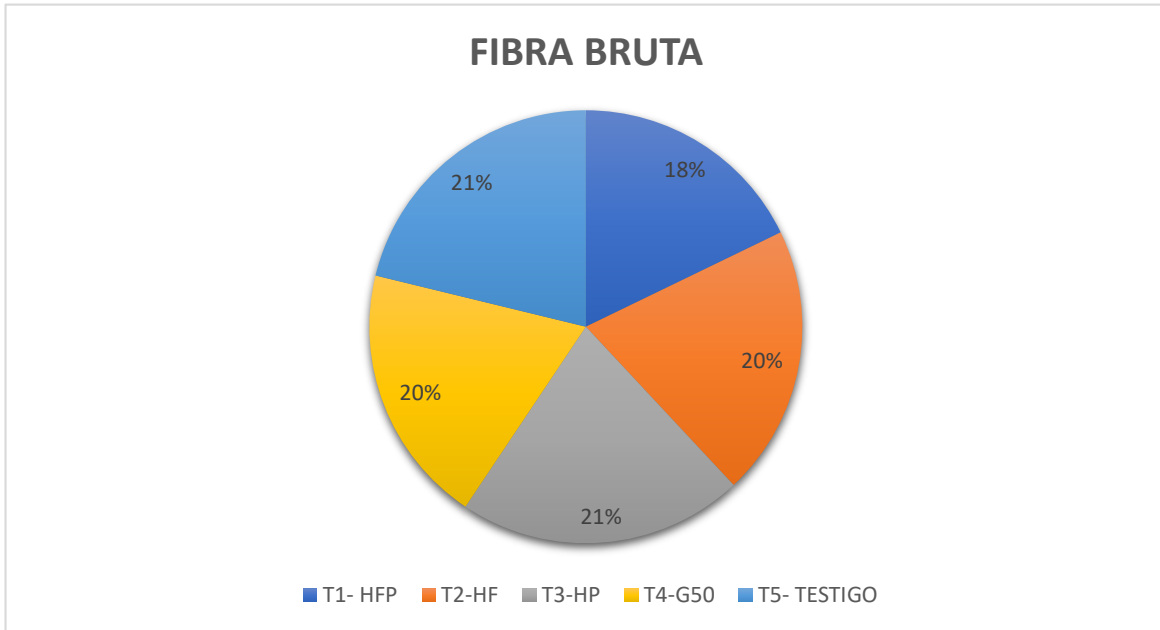
#### **4.7. Análisis foliar de: fibra bruta, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro**

Para el correcto análisis de fibra bruta, fibra detergente ácido y fibra detergente Neutro, fue necesario llevar las muestras de los tratamientos a CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia) para ver como actuaron los fertilizantes. A continuación, se presentarán los resultados.

##### **4.7.1. Fibra bruta**

La Fibra bruta un estimulador de los carbohidratos estructurales y de los compuestos orgánicos no nitrogenados asociados a los mismos, es decir la parte de los alimentos que solo puede ser aprovechada por los microorganismos del aparato digestivo de los rumiantes.

**Figura 10. Análisis foliar de fibra bruta**



Fuente: Elaboración Propia.

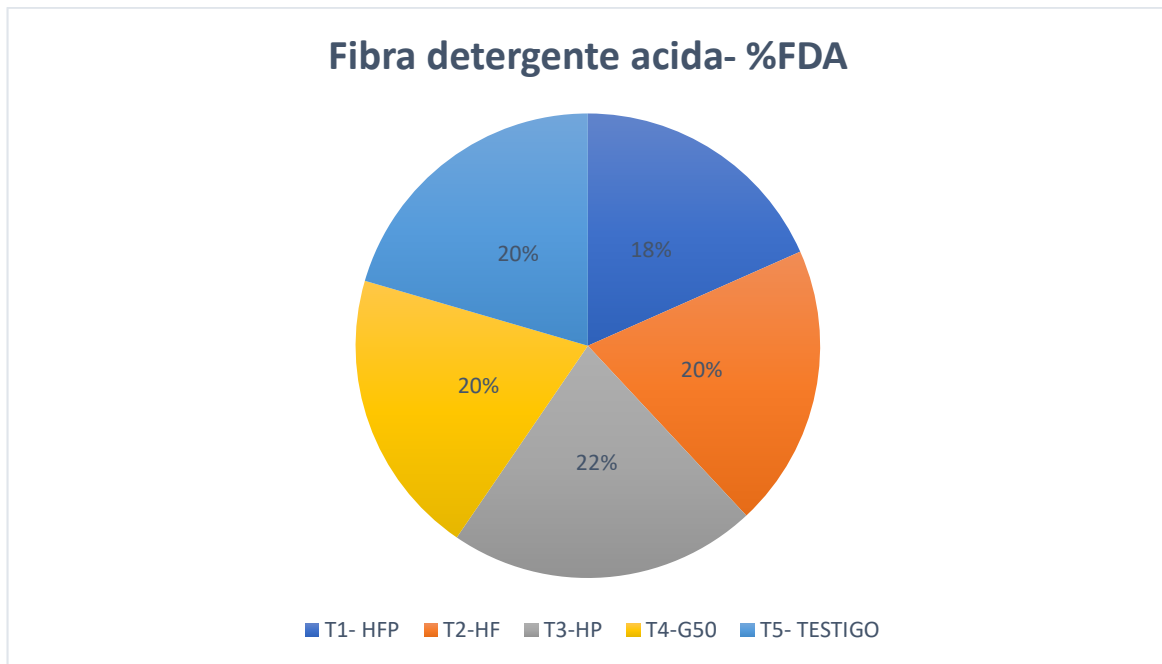
En la figura 10 podemos apreciar la comparación del porcentaje entre los 5 tratamientos. En el anexo 5 podemos ver detalladamente las cifras de cada tratamiento, en cuanto a fibra bruta, podemos decir que el testigo y el tratamiento tres-HP, son los que más porcentaje de Fibra Bruta tienen. Mientras que el Tratamiento 1-HFP se encuentra por debajo del testigo.

#### **4.7.2. Fibra detergente acido-FDA**

Son digeridos rápidamente y el contenido de las paredes celulares vegetales que se fermentan en el rumen más lentamente.

#### **Figura 11. Análisis foliar -fibra detergente acida**

Está relacionada inversamente con la digestibilidad y se constituye en un indicador del valor energético. La cantidad normal de FDA está entre los 250-450 g/kg de materia seca.



Fuente: Elaboración Propia.

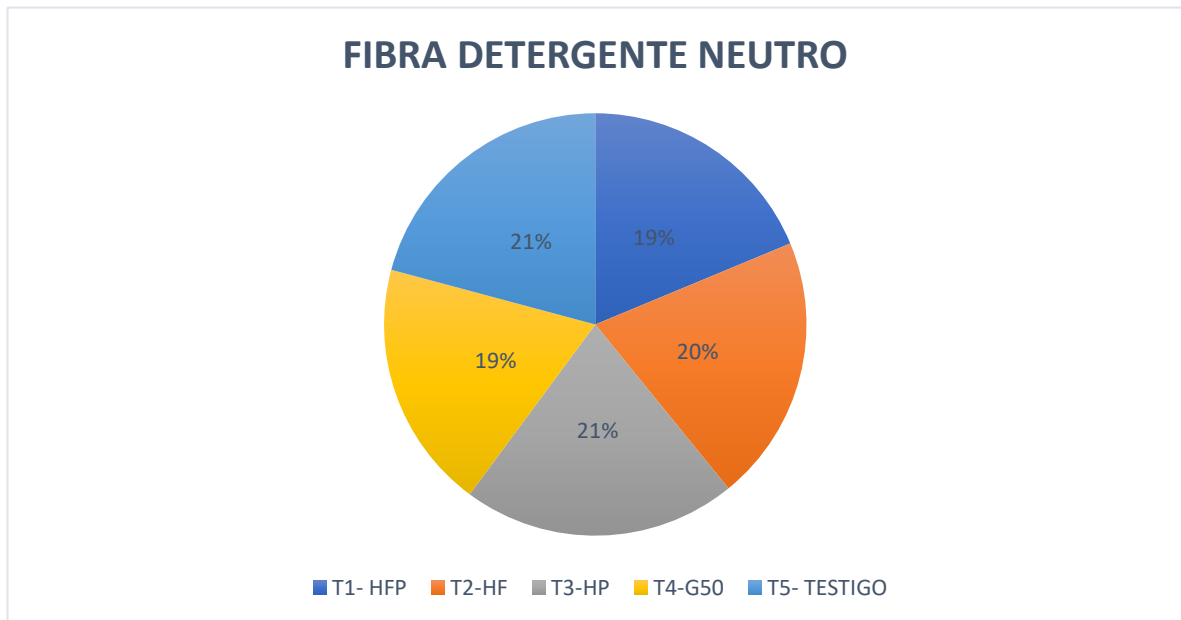
Como habíamos mencionado anteriormente mientras más alto sea el %FDA, será menos digestible. En la figura 11, podemos comparar los niveles de porcentaje de los cinco tratamientos, donde vemos que el nivel de %FDA del tratamiento 1-HFP, es el más bajo en comparación de los demás resultados. El Tratamiento 3-HP es el que mayor porcentaje de FDA tiene, por lo tanto es el menos digerible.

#### 4.7.3. Fibra Detergente Neutro.

La fibra detergente neutra FDN, presenta los componentes de la pared celular de las plantas: hemicelulosa, celulosa, lignina, etc. No siempre un alto valor de FND implica un alimento de tipo “fibroso”, todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas. Se considera que a mayor FDN menor consumo de materia seca.

Una dieta con exceso de FDN hace que el consumo sea inferior al óptimo, mientras que la deficiencia de FDN provoca una disminución del contenido de materia grasa en la leche y/o ácidos.

**Figura 12. Análisis foliar de la fibra detergente neutro FDN**

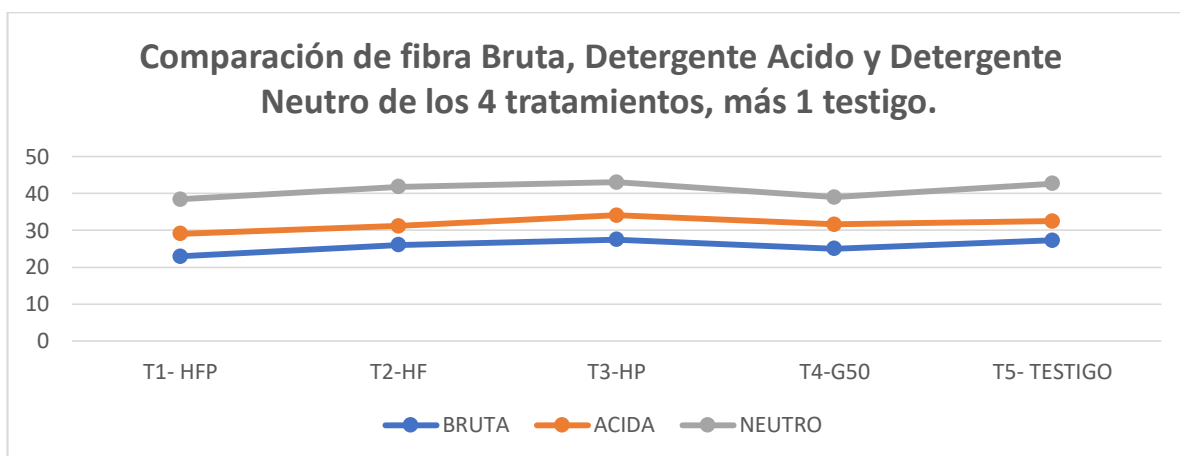


Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 12. Se observa el resultado del análisis foliar de la fibra detergente neutra de los cinco tratamientos, cuyo máximo porcentaje fue representado por el tratamiento 3-HP, con un 43,04 de porcentaje, mientras que el tratamiento 1-HFP fue el más bajo, alcanzando un 38,41%, el tratamiento 2-HP con un 41,84% se posiciono en la media de todos los tratamientos. Después de ver los resultados

**Figura 13. Comparación de análisis de fibra bruta, Detergente Acido y detergente neutro en los tratamientos**

Según Sanz (1990), mencionado por Alcázar 2013, el nivel mínimo de Fibra cruda en raciones debe ser de 17% lo que implica 19 a 21% de fibra detergente acida, o el 28 al 32% en fibra detergente neutra.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.8. Análisis económico

En el siguiente cuadro observaremos el análisis económico realizado para determinar la viabilidad del estudio, basándonos en teorías proporcionadas por la FAO para determinar si el siguiente estudio es o no viable.

**Cuadro 11. Análisis económico**

Tratamientos	Rend. (T/Ha)	Ingresos Brutos	Increment en Rend. (ton/ha)	Valor del incremento (ton/ha)	Costo Tratamiento (\$/TM)	Utilidad Neta (\$/ha)	RCV
T1=HFP	8.6	1634	1	190	18	172	9.6
T2=HF	7.2	1368	-0.4	-76	15	-91	-6.1
T3=HP	9.8	1862	2.2	418	52	366	7.0
T4=G50	9	1710	1.4	266	14	252	18.0
T5=Testigo	7.6	1444	0.00	0.00	0	0.00	0,00

En el análisis económico se determinó que el tratamiento 2 con un costo de retorno de -6.1, con respecto al testigo, no hubo valor costo retornable para la producción, ya que se encuentra muy por debajo del rendimiento del testigo, el costo de producción es negativo por el precio de los productos, y el tratamiento 4 obtuvo un retorno de 18.0, pero con un incremento de 1.4 tn/ha, según la FAO es recomendable ya que se encuentra en lo normal de la tasa de retorno. El único tratamiento que resulto ser favorable fue el tratamiento 3, según la FAO con un retorno de 7 por cada dólar invertido y un incremento de 2.2 ton/ha es garantizado.



## V. CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio, se tienen las siguientes conclusiones:

El efecto de los tratamientos utilizados en el cultivo de alfalfa, ha tenido efectos positivos según la reacción de la planta a cada estrategia de fertilización.

La mejor estrategia que obtuvo el mayor resultado en el rendimiento fue el tratamiento 3-HP, que obtuvo un incremento en el rendimiento de 2.2 tm/ha

En las variables de altura de planta hubo diferencia significativa puesto que el tratamiento 4-G50, ha sido quien mostro una altura por encima de los demás tratamientos.

Sin embargo, en las variables densidad, hubo diferencia significativa.

De acuerdo al análisis económico, se determinó que las estrategias de manejo de fertilizantes foliares a excepción del tratamiento 2-HF, en las distintas etapas del cultivo de alfalfa tienen un resultado positivo con relación al testigo.

Se llegó a una conclusión general, el tratamiento 3, es el que ha tenido mayor desempeño en cuando a altura, materia verde y materia seca, su producción es óptima y su tasa de retorno es alta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Según el estudio realizado, se propone la siguiente recomendación:

Dado que el estudio demostró un incremento favorable con respecto al testigo, se recomienda realizar más estudios comparativos en distintas épocas y tiempos del año con el uso de fertilización de base para terminar el requerimiento teniendo en cuenta las estrategias hechas para este estudio.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aitken, S. (1987). Manual Agrícola. Potosi- Bolivia.
- Alberto, D. R. (2005). *Alfalfa Producción de Semilla*. Catamarca.
- Becker, G. (29 de Septiembre de 2011). *Biblioteca Virtual Universal*. Obtenido de [www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf](http://www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf)
- Botanical. (30 de Abril de 2010). *Beneficios de la alfalfa*. Obtenido de <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>
- Cancio, H. (2001). Cultivo de alfalfa. *INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*.
- Cangiano, C. (2001). *INTA EEA Balcarce*. Obtenido de Alfalfa la reina de las forrajeras: [http://www.agrobit.com/Documentos/A\\_1\\_1\\_Alfalfa/319\\_ag\\_000009al.htm](http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_1_Alfalfa/319_ag_000009al.htm)
- CIPCA. (2001). Cultivo y Producción de Alfalfa. *Centro de investigación y promoción del campesino*.
- Condori, S. (1994). Producción y Manejo de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo los sistemas tradicional y técnico en dos comunidades de la provincia Ingavi Tesis de grado, Facultad de agronomía, UMSA. La Paz, Bolivia.
- Crowder. (1960). Gramíneas y leguminosas. *Ministerio de agricultura Boletín técnico N° 8*.
- Cruz, A. (2003). *Alfalfa (Medicago sativa)*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos30/alfalfa/alfalfa.shtml>
- D´Atellis, R. A. (2005). *Alfalfa Producción de Semilla*. Tinogasta Catamarca.

- Del Pozo, I. (1983. ). *Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento*. . Madrid: Ed. Mundi – Prensa. .
- Delgadillo, J., & Mendieta, H. (1996). Alfalfa. En *Leguminosas en la Agricultura Boliviana*. Cochabamba- Bolivia: Proyecto Rhizobiologia Bolivia ( CYAT – CIF ).
- Florian, R. (2007). Mejoramiento de pasturas con incorporación de alfalfa mediante labranza mínima.
- Graetz, H. (1997). Suelos y fertilización. Mexico: Editorial Trillas.
- Grijalva, J. (1995). *Producción y utilización de pastizales en la región Interandina del Ecuador*. Quito: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Ganadería, 1995.
- Infoagro. (2002). *Cultivo de Alfalfa*. Obtenido de Herbaceos Alfalfa: <https://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>
- Lazarte, L. (2001). Produccion de Forraje en cultivares de Alfalfa con niveles crecientes de fosforo. *Revista de Agricultura, Universidad de San Martin, Cochabamba.*, 1.
- Maddaloni. (2005). Forrajeras y Pasturas Del Ecosistema Templado Húmedo De La Argentina. Argentina: Editor/es: Maddaloni, J & . - INTA.
- Melida, R. (2012). APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA. *Universidad Tecnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica*.
- Meneses. (2002). Las leguminosas en la agricultura Boliviana. *ABOPA (Asociación Boliviana de Producción Animal)*.
- Meneses, R. (1996). *Las leguminosas en la agricultura Boliviana*.

- Muslera Enrique, & Ratera, G. (1991). Producción y aprovechamiento. En *Praderas y forrajes* (pág. 675). Madrid, España.: Mundi – Prensa.
- Muslera, E. d. (1984). *Praderas y forrajes - Producción y aprovechamiento*. Madrid: Mundi Prensa Libros.
- Okada, M. (1990). Agricultura Natural.
- Pietro, G. (2004). Cultivo de alfalfa y pasto llorón. Proyecto: Manejo sostenible de los Recursos Naturales Renovables. *Manual Practico N° 2. Oruro*, 26.
- Sánchez, C. (2004). *Cultivo y producción de pastos, forrajes y alfalfa*. Lima- Perú: RIPALDE.
- SEFO-SAM. (2001). Manual para el cultivo de alfalfa para zonas de Valle y altiplano. *Empresa Universitaria de Semilla*.
- Tazola, V. Q. (2007). Evaluación de la producción de una pradera de alfalfa (*Medicago sativa L.*) , asociada con Festuca, bajo diferentes laminas de riego y profundidades. Choquenaira, Viacha. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, UMSA. La paz- Bolivia.
- Torrez, M. (2010). *Influencia del estiércol de Ovino en el rendimiento de Materia seca en cuatro variedades de Alfalfa (Medicago sativa L.)*. La paz.

|

# **ANEXOS**

### Anexo 1. Cronograma de actividades.

Fecha	Actividad
02/03/2021	Limpieza del terreno
06/03/2021	Desmalezado entre surcos
09/03/2021	Corte parejo del cultivo
15/03/2021	Sorteo de lotes
16/03/2021	1era aplicación de los fertilizantes
25/03/2021	1ra evaluación del cultivo
26/03/2021	Limpieza del cultivo
05/04/2021	Limpieza de la parcela
07/04/2021	2da aplicación de los fertilizantes
14/04/2021	2da Evaluación del cultivo
28/04/2021	Limpieza del cultivo
29/04/2021	1er corte de la mitad de la parcela.
29/04/2021	Pesaje independiente de los bloques en MV para posterior secado
30/04/2021	2do corte de la parcela restante.
30/04/2021	Pesaje independiente de los bloques en MV y MS del primer corte
04/05/2021	Toma de los tratamientos para llevar a laboratorio

Fuente: Elaboración propia, 2021

### Anexo 2. Temperatura máxima y mínima de los meses de marzo y abril

Fuente: SENAMHI (2021)

Temperatura	Temperatura mínima.	Temperatura máxima
Mes de Marzo	21.5°	30.1°
Mes de Abril	19.1°	27.5°
Promedio	20.3	28,8

### Anexo 3. Precipitación de los meses de marzo y abril.

Mes	Precipitación
<b>Marzo</b>	Total, acumulado: 152.1 mm.
<b>Abril</b>	Total, acumulado: 195.3 mm.
<b>Promedio</b>	173.7 mm
<b>Requerido</b>	300-600mm

Fuente: SENAMHI, 2021

#### **Anexo 4. Formulación para dosificación de tratamientos:**

##### **Tratamiento 1 -Humus Fol Plus HFP.**

La indicación del producto dice que para 1ha, es necesario 3lt de HFP.

3000ml-----10 000m<sup>2</sup>

x-----10m<sup>2</sup>

=3ml del producto para los 5 bloques del T1

##### **Tratamiento 2 -Humus Fol:**

La indicación del producto Humus Fol dice que para 1 ha se deben utilizar 3litros del producto.

3000ml-----10 000m<sup>2</sup>

x-----10m<sup>2</sup>

=3ml del producto para los 5 bloques del T2

##### **Tratamiento 3 -Humus Plus.**

La indicación del producto Humus Plus dice que para 1 hectárea se deben utilizar 2 litros del producto

2000ml-----10000m<sup>2</sup>

x-----10m<sup>2</sup>

= 2 ml x 10m<sup>2</sup>

Se utilizaron 2ml para 5 bloques del T3

##### **Tratamiento 4 -G50**

Las indicaciones del producto G50 dice que se debe utilizar 25kg del producto para 1hectarea

25kg-----1ha

2500gr----10000m<sup>2</sup>

x-----10m<sup>2</sup>

2.5gr para los 5bloques del T4



## Anexo 5. Resultado de los análisis bromatológicos de los tratamientos



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

### RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Gestión: 2021  
 Remitente: KAREN MAMANI  
 Institución: -  
 Fecha de recepción de muestra: 14/07/2021  
 Fecha de verificación de pago: 19/07/2021  
 Fecha entrega de resultado: 27/07/2021

CÓDIGO DE MUESTRA	234
Tipo de muestra	-
Nombre de la muestra	T1
Lugar	-
Variedad	-
Lote	-
Fecha de muestreo	-
Observaciones	-

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrica	%	-
Cenizas	Gravimétrica	%	-
Proteína bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	-
Extracto etéreo (graso)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	-
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	22,96
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	25,11
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	36,41
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	-
Potasio (K)	Emisión de línea	%	-
Sodio (Na)	Emisión de línea	%	-
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	-
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	-
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidez)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azometina)	ppm	-

\* Todos los resultados están reportados en base seca

  
 Ing. Mireya Rodas  
 Encargado de Análisis


  
 Ing. Laura Solís  
 Jefe de Laboratorio

**RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Gestión: 2021  
 Remitente: KAREN MAMANI  
 Institución: -  
 Fecha de recepción de muestra: 14/07/2021  
 Fecha de verificación de pago: 19/07/2021  
 Fecha entrega de resultado: 27/07/2021

CÓDIGO DE MUESTRA	235
Tipo de muestra	-
Nombre de la muestra	T2
Lugar	-
Varietal	-
Lote	-
Fecha de muestreo	-
Observaciones	-

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	-
Cenizas	Gravimétrico	%	-
Proteína bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	-
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	-
Fibra cruda o Fibra Bruta (FC o FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	26,06
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	31,21
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	41,84
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	-
Potasio (K)	Emisión de llama	%	-
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	-
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	-
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	-
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidez)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azometría)	ppm	-

\* Todos los resultados están reportados en base seca

  
 Ing. Mirya Flores  
 Encargado de Análisis


  
 Ing. Laura Solt  
 Jefe de Laboratorio

**RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Gestión: 2021  
 Remitente: KAREN MAMANI  
 Institución: -  
 Fecha de recepción de muestra: 14/07/2021  
 Fecha de verificación de pago: 19/07/2021  
 Fecha entrega de resultado: 27/07/2021

CÓDIGO DE MUESTRA	238
Tipo de muestra	-
Nombre de la muestra	T3
Lugar	-
Varietal	-
Lote	-
Fecha de muestreo	-
Observaciones	-

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	-
Cenizas	Gravimétrico	%	-
Proteína bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	-
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	-
Fibra cruda o Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	27,48
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	34,08
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	43,04
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Variador de longitud de onda)	%	-
Potasio (K)	Emisión de llama	%	-
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	-
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	-
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	-
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidim)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azulmetina)	ppm	-

\* Todos los resultados están reportados en base seca

  
 Ing. Mirya Rojas  
 Encargado de Análisis



  
 Ing. Laura Solís  
 Jefe de Laboratorio

### RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Gestión: 2021  
 Reciente: KAREN MAMANI  
 Institución: -  
 Fecha de recepción de muestra: 14/07/2021  
 Fecha de verificación de pago: 19/07/2021  
 Fecha entrega de resultado: 27/07/2021

CÓDIGO DE MUESTRA	237
Tipo de muestra:	-
Nombre de la muestra:	14
Lugar:	-
Varietal:	-
Lote:	-
Fecha de muestreo:	-
Observaciones:	-

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	-
Cenizas	Gravimétrico	%	-
Proteína Bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	-
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	-
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	25,02
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	31,65
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	39,03
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	-
Potasio (K)	Emisión de llama	%	-
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	-
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	-
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	-
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidar)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azomolina)	ppm	-

\* Todos los resultados están reportados en base seca

  
 Ing. Mireya Rojas  
 Encargado de Análisis



  
 Ing. Laura Bote  
 Jefe de Laboratorio

### RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Gestión: 2021  
 Remitente: KAREN MAMANI  
 Institución: -  
 Fecha de recepción de muestra: 14/07/2021  
 Fecha de verificación de pago: 19/07/2021  
 Fecha entrega de resultado: 27/07/2021

CÓDIGO DE MUESTRA	238
Tipo de muestra	-
Nombre de la muestra	TS
Lugar	-
Variedad	-
Lote	-
Fecha de muestreo	-
Observaciones	-

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	-
Cenizas	Gravimétrico	%	-
Proteína bruta	Volumétrico (Método Kjeldahl)	%	-
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	-
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	27,31
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	32,48
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	42,71
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	-
Potasio (K)	Emisión de llama	%	-
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	-
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	-
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	-
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azúfre (S)	Espectrofotometría (Turbidez)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azulmetil)	ppm	-

\* Todos los resultados están reportados en base seca

  
 Ing. Mireya Rodas  
 Encargada de Análisis

  
 Ing. Laura Solís  
 Jefe de Laboratorio



## Anexos 6. Floración del Cultivo de Alfalfa (*Medicago Sativa*)



## Anexo 7. Productos Utilizados.



G50

Humus Fol Plus

Humus Plus

## Anexo 8. Aplicación de los fertilizantes.



## Anexo 9. Cultivo antes del Corte



**Anexo 10. Corte de los tratamientos y secado.**



**Anexo 11. Peso de los respectivos Tratamientos.**

