

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN CULTIVO  
ESTABLECIDO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.), EN EL VALLE DE  
CAJAMARCA-2019**

# **T E S I S**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRONOMO**

Presentado por el Bachiller:

**JUAN VÁSQUEZ SÁNCHEZ**

**Asesor:**

**Dr. ISIDRO RIMARACHÍN CABRERA**

Cajamarca – Perú

2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
*Norte de la Universidad Peruana*  
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**Secretaría Académica**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En Cajamarca, a los dieciséis días del mes de junio del año dos mil veintiuno, se reunieron en la plataforma virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los integrantes del jurado designados por Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 303-2020-FCA-UNC, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis Titulado: **“EFECTO DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.), EN EL VALLE DE CAJAMARCA-2019”**, la misma que fue sustentada por el Bachiller: **VÁSQUEZ SÁNCHEZ JUAN**, para Optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las ocho horas y veinte minutos y de acuerdo a lo estipulado en el reglamento respectivo, el presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de tesis, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el jurado procedió a deliberar para asignarle la calificación. Acto seguido, el presidente del jurado anunció la aprobación por unanimidad con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las nueve horas y cuarenta minutos del mismo día, el presidente del jurado dio por concluido el acto.



**Dr. Edín Edgardo Alva Plasencia**  
**PRESIDENTE**



**Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez**  
**SECRETARIO**



**Ing. Urías Mostacero Plasencia**  
**VOCAL**



**Dr. Isidro Rimarachín Cabrera**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos por sus consejos y  
apoyo incondicional durante mi formación  
profesional

A mi esposa Andrea M. Pérez Gamarra y mi hijo  
Jhoan Edson Deyler por ser mi apoyo y mi  
fuerza para superarme cada día

A mis abuelos que desde el cielo siempre  
estuvieron guiándome por el buen camino  
para ser una persona de bien

**EL AUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por iluminarme y darme vida, salud y sabiduría para cumplir con mis metas y objetivos proyectados.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a mi querida Agronomía por permitirme ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar una carrera profesional.

A los docentes que contribuyeron en mi formación profesional por haberme transmitido sus conocimientos y experiencias que me han servido en el desarrollo de mi vida profesional.

Al Dr. Isidro Rimarachín Cabrera, por haberme brindado el asesoramiento y sus conocimientos en la etapa final del desarrollo del proyecto de investigación y tesis.

En el cielo al Ing. Víctor E. Torrel Pajares por el apoyo brindado en la primera parte del desarrollo del proyecto de investigación.

A Humberto M. Valdez Yopla, por ser parte del desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

**EL AUTOR**



<b>CAPÍTULO III</b> .....	18
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	18
5.1. Localización de la investigación .....	18
5.2. Tipo y diseño de investigación .....	18
5.2.1. Materiales experimentales .....	18
5.2.2. Preparación del biol.....	19
5.2.3. Composición del biol .....	20
5.2.4. Diseño del experimento y arreglo de los tratamientos .....	21
5.2.5. Croquis del experimento .....	21
5.2.6. Procedimientos .....	22
5.2.6.1. Instalación del experimento .....	22
5.2.6.2. Aireación del suelo del cultivo de alfalfa.....	22
5.2.6.3. Riego.....	22
5.2.6.4. Aplicación del fertilizante foliar .....	23
5.2.6.5. Deshierbo.....	23
5.2.7. Evaluación de variables .....	23
5.2.7.1. Altura de mata .....	23
5.2.7.2. Número de tallos por mata.....	23
5.2.7.3. Número de hojas por tallo .....	23
5.2.7.4. Rendimiento por metro cuadrado.....	23
5.2.7.5. Porcentaje de materia seca .....	24
5.2.8. Cosecha.....	24
5.2.9. Tratamiento y análisis de datos.....	24
 <b>CAPÍTULO IV</b> .....	 25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	25
Efecto de fertilizantes foliares en el rendimiento, materia seca, altura de mata, número de tallos y números de hojas por tallo.....	25
Análisis del rendimiento de alfalfa.....	26
Análisis de la altura de la mata .....	29
Análisis del número de tallos por mata .....	31
Análisis del número de hojas por tallo.....	33
Análisis de la materia seca .....	36

<b>CAPÍTULO V</b> .....	39
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	39
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	40
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	41
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	41
<b>CAPÍTULO VII</b> .....	50
<b>ANEXOS</b> .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Número	Página
<b>Tabla 1.</b> Valor nutricional según estado fenológico de la alfalfa.....	5
<b>Tabla 2.</b> Composición de AGROFOL SF 20-20-20 .....	8
<b>Tabla 3.</b> Composición de FOLIRREY 30-12-10 .....	9
<b>Tabla 4.</b> Composición de MEGACROP 30-10-10 .....	10
<b>Tabla 5.</b> Velocidad de absorción foliar .....	12
<b>Tabla 6.</b> Composición del biol, según el análisis especial de materia orgánica del laboratorio .....	20
<b>Tabla 7.</b> Resultado del Análisis del suelo del cultivo de alfalfa. ....	22
<b>Tabla 8.</b> Resultados del rendimiento, materia seca, altura de mata, número de tallos y números de hojas por tallo. ....	25
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.....	26
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento del cultivo de alfalfa.....	26
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.....	29
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa.....	29
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos por mata del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes. ....	31
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de tallos por mata del cultivo de alfalfa.....	32
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas/tallo del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.....	33
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número de hojas/tallo del cultivo de alfalfa.....	34
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.....	36
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la materia seca del cultivo de alfalfa.....	36

<b>Tabla 19.</b>	Primera evaluación de rendimiento (a los 42 días). .....	54
<b>Tabla 20.</b>	Segunda evaluación de rendimiento (a los 84 días).....	54
<b>Tabla 21.</b>	Tercera evaluación de rendimiento (a los 126 días).....	55
<b>Tabla 22.</b>	Cuarta evaluación de rendimiento (a los 168 días). .....	55
<b>Tabla 23.</b>	Cuarta evaluación de altura de mata (a los 168 días). .....	55
<b>Tabla 24.</b>	Cuarta evaluación de número de tallos por mata (a los 168 días). 56	
<b>Tabla 25.</b>	Cuarta evaluación del número de hojas por tallo (a los 168 días). 56	
<b>Tabla 26.</b>	Cuarta evaluación de materia seca en porcentaje (a los 168 días). .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Número</b>		<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b>	Croquis de la distribución de tratamientos en un Diseño Bloques Completos al Azar.....	21
<b>Figura 2.</b>	Distribución de los tratamientos en un Diseño de Bloques Completos al Azar.....	21
<b>Figura 3.</b>	Rendimiento del cultivo de alfalfa.....	27
<b>Figura 4.</b>	Altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa.....	30
<b>Figura 5.</b>	Número de tallos por mata del cultivo de alfalfa.....	32
<b>Figura 6.</b>	Número de hojas por tallo del cultivo de alfalfa.....	34
<b>Figura 7.</b>	Materia seca del cultivo de alfalfa.....	37
<b>Figura 8.</b>	Resultados del Análisis de laboratorio del biol.....	50
<b>Figura 9.</b>	Resultado del Análisis del suelo del cultivo de alfalfa.....	51
<b>Figura 10.</b>	Evaluación de altura de mata.....	51
<b>Figura 11.</b>	Evaluación de número de tallos por mata.....	52
<b>Figura 12.</b>	Evaluación de número de hojas por tallo.....	52
<b>Figura 13.</b>	Evaluación del rendimiento por m <sup>2</sup> .....	53
<b>Figura 14.</b>	Pesado del forraje para saber el rendimiento por m <sup>2</sup> .....	53
<b>Figura 15.</b>	Evaluación de materia seca.....	54

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de cuatro fertilizantes foliares en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en el valle de Cajamarca a 2660 m de altitud con coordenadas UTM 9207098N y 777358E; bajo el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos: T1: Agrofol SF 20-20-20; T2: Folirey 30-12-10; T3: Megacrop 30-10-10; T4: Biol y Testigo. Los productos se aplicaron cada ocho días; concluido el trabajo se determinó el rendimiento, altura de mata, número de tallos por mata, número de hojas por tallo y materia seca (%); que los mayores resultados se obtuvieron con Agrofol cuyo rendimiento fue de 2.62 kg m<sup>2</sup>, altura de mata 71.17 cm, 80 tallos por mata, 40 hojas por tallo y 27.92 % de materia seca, y el biol con 2.55 kg m<sup>2</sup>, 68.9 cm de altura de mata, 79 tallos, 39 hojas por tallo y 26.25 % de materia seca. Con el testigo se obtuvo 2.24 kg m<sup>2</sup>, 61.13 cm de altura, 56 tallos, 35 hojas por tallo y 25.59 % de materia seca, siendo estos significativamente diferentes a los resultados obtenidos con los fertilizantes foliares.

**Palabras Claves:** Fertilizantes, rendimiento, alfalfa.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of four foliar fertilizers on alfalfa (*Medicago sativa* L.) crop yield, in the Cajamarca valley at 2660 m altitude with UTM coordinates 9207098N and 777358E; under the Randomized Complete Block Experimental Design, with five treatments: T1: Agrofol SF 20-20-20; T2: Folirey 30-12-10; T3: Megacrop 30-10-10; T4: Biol and Control. The products were applied every eight days; at the end of the work, the yield, bush height, number of stems per bush, number of leaves per stem and dry matter (%) were determined; the best results were obtained with Agrofol, whose yield was 2.62 kg m<sup>2</sup>, bush height 71.17 cm, 80 stems per bush, 40 leaves per stem and 27.92 % of dry matter, and biol with 2.55 kg m<sup>2</sup>, 68.9 cm of bush height, 79 stems, 39 leaves per stem and 26.25 % of dry matter. The control obtained 2.24 kg m<sup>2</sup>, 61.13 cm of height, 56 stems, 35 leaves per stem and 25.59 % of dry matter, being significantly different from the results obtained with foliar fertilizers.

**Key words:** Fertilizers, yield, alfalfa.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Cajamarca es por excelencia región apropiada para desarrollar la actividad agropecuaria; históricamente considerada como una de las mejores regiones en la explotación de ganado vacuno lechero, donde en el 2020 con el 18.37% encabeza la mayor producción nacional de leche, seguido de Arequipa con 16.79% y Lima 16.57% (Agraria.pe 2020). También es importante por la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) entre otras actividades de crianza de animales.

Dentro de las especies forrajeras que se emplean para alimentar a los animales, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) constituye uno de los recursos de mayor importancia principalmente para la alimentación bovina (*Bos taurus*) en el Perú y en el mundo, gracias a su valor nutritivo y al volumen de forraje de calidad que produce (Quispe 2009). Esta especie también se emplea como cobertura y para el consumo humano en forma de jugos o germinados, ya que cuenta con diversas vitaminas y minerales (Human 2017). Estas características hacen que la alfalfa sea una especie forrajea muy demandada.

Las explotaciones medianas y pequeñas que se vienen realizando con el cultivo de alfalfa en el Perú, son de manera relativa y empírica, es decir, no hacen, manejo adecuado del cultivo, uso de variedades mejoradas, fertilizantes, uso de biol, insecticidas, adecuados cortes y mal manejo de riegos; esto ha conducido a obtener rendimientos bajos, ocasionando un menor peso animal y una pérdida económica (Quispe 2009). Para que esta especie exprese su potencial genético, requiere agua, temperatura y de nutrientes minerales.

En Cajamarca para mejorar el desarrollo y el rendimiento de alfalfa, se aplica fertilizantes foliares, ya que éstos son los que aumentan la producción de follaje, ocasionando una buena productividad lo que conlleva a una mayor carga animal y un aumento económico (Tingal 2015 y Quispe 2009).

Según Torres y Berru (2009), los fertilizantes foliares son formulaciones químicas que contienen macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos y otros elementos

para ser aplicados en solución diluida al área foliar del cultivo, pero que no reemplazan a la fertilización al suelo. Su utilidad principal es corregir los problemas nutricionales que puedan aparecer los cultivos, su aplicación es directa sobre la parte aérea de las plantas.

Por otro lado, INIA (2005) y Barone (2010) señalan que, los bioles aplicados foliarmente al cultivo de alfalfa, permite que los nutrientes estén disponibles para el cultivo, de manera inmediata sin necesidad de lluvia o riego, provocando en la planta, un estímulo al crecimiento, mejorando la calidad y cantidad de follaje, debido a que mineralizan y potencializan las funciones fisiológicas del cultivo contribuyendo a incrementar su rendimiento, e incluso provocan efectos repelentes contra las plagas. Además, pueden ser aplicados al suelo, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular.

Por lo expuesto anteriormente y la escasa información local del efecto que ocasiona los fertilizantes foliares en esta valiosa forrajera, se planteo la presente investigación donde se probó la aplicación de cuatro fertilizantes foliares (Agrofol, Megacrop, folirrey y biol) para evaluar su efecto en el rendimiento del cultivo de alfalfa.

### **1.1. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de cuatro fertilizantes foliares (Folirey, Agrofol SF, Megacrop y Biol) en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L), en el valle de Cajamarca?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de cuatro fertilizantes foliares (Folirey, Agrofol SF, Megacrop y Biol) en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L), en el valle de Cajamarca.

### **1.3. Hipótesis**

El efecto de los fertilizantes foliares Folirey, Agrofol SF, Megacrop y Biol se diferencian significativamente en el rendimiento de cultivo de alfalfa.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Quispe (2009), estudiando el efecto de tres fertilizantes foliares en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotipo San Pedro, obtuvo en promedio 5.88 t ha<sup>-1</sup> en el primer corte; mientras que en el segundo y tercero fueron de 7.88 t ha<sup>-1</sup> y 9.05 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente; este incremento se atribuyó al fertilizante Fulv - total (T2) principalmente en el segundo y tercer corte, cuyos rendimientos fueron de 8.85 t ha<sup>-1</sup> y 9.46 t ha<sup>-1</sup> correspondientemente.

Guevara y Jiménez (2011), en otro estudio con tres abonos foliares obtuvo 139.4 t ha<sup>-1</sup> de alfalfa por año con aplicación de biol, y 119 t ha<sup>-1</sup> de avena por año con aplicación de té de estiércol en la primera evaluación; en la segunda valoración la alfalfa obtuvo 136.8 t ha<sup>-1</sup> por año y el pasto avena 98.78 t ha<sup>-1</sup> por año con aplicación de biol; la materia seca con aplicaciones de biol en la primera y segunda evaluación fue de 63.04 y 61.42 t ha<sup>-1</sup> por año, respectivamente.

Carpio y Arcos (2011), experimentando la eficacia de 5 fertilizantes foliares (Ankor Flex INICIO, Bio Plus, Biorregin, Cistefol y Tecno Verde Radicular) en tres dosis diferentes en el cultivo de alfalfa determinaron que, la dosis de Cistefol de 1.25 cm<sup>3</sup> L de agua dio mayor altura de planta con 68.57 cm, seguido de 1 cm<sup>3</sup> L de agua con 68.37 cm y 0.75 cm<sup>3</sup> L de agua con 60.67 cm; el mayor rendimiento representado por el peso verde y peso seco se consiguió con la aplicación del producto Bioplus con 19.87 y 4 t ha<sup>-1</sup>.

Cotrina, citado por Tingal (2015), indica que utilizando una mezcla de cal agrícola (CaCO<sub>3</sub>) más la enmienda orgánica denominada MAGNEKLING en dos variedades de alfalfa W 350 y W 450, obtuvo 2819 kg ha<sup>-1</sup> de forraje verde con la variedad w 350; considerado el mejor rendimiento en todos los cortes.

Tingal (2015), estudiando el rendimiento y la adaptabilidad de cinco variedades de alfalfa (REBOUND, WL-625-HQ, ALFALFA 440, WL-350-HQ y WL-330-HQ);

obtuvo que WL-625-QH presentó la mejor adaptación con 15532 Kg fv ha en rendimientos, 47.40 cm en altura y con una densidad de 69.2 plantas por m<sup>2</sup>.

Timana (2015), determinó el efecto de la fertilización química – orgánica en el rendimiento de alfalfa Flor Morada y Verde Abunda; utilizando fosfato diamónico ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>), sulfato de amonio ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), y sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para cada dosis de excreta de vacas (*Bos Taurus*), cobayas (*Cavia porcellus*), y gallinas (*Gallus gallus domesticus*); consiguiendo el mayor rendimiento (22,83 t ha<sup>-1</sup> de materia verde) con la variedad Abunda Verde y la aplicación de cinaza – fosfato diamónico – sulfato de amonio – sulfato de potasio.

Morales (2016), menciona que el crecimiento y rendimiento de alfalfa, con diferentes dosis de fertilización inorgánica (N10 Kg P50 Kg K50 Kg Mg30 Kg; N21 Kg P100 Kg K100 Kg Mg45 Kg; N32 Kg P150 Kg K150 Kg Mg60 Kg; N42 Kg P200 Kg K200 Kg Mg75 Kg); no se diferencia significativamente; sin embargo, los tratamientos fertilizados se diferenciaron numéricamente del tratamiento sin fertilización con 17.54 % y 16.11 % más en el rendimiento de forraje verde y materia seca respectivamente.

Castaldo *et al.* (2016), señala que el efecto de la densidad de siembra (8 y 16 Kg ha<sup>-1</sup>) y dosis de fertilización (0 y 60 Kg de superfosfato (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) por hectárea), en cultivares de alfalfa WL 611 de latencia intermedia y WL 903 de latencia corta; dieron como resultado 7458.75 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca con la variedad WL 611, y 6211.5 kg ha<sup>-1</sup> con la variedad WL 903.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Taxonomía**

División: Angiospermae; Clase: Dicotyledoneae; Familia: Fabaceae; Género: Medicago; Especie: Sativa L. (Solano 2006 citado por Mamani 2016).

### **2.2.2. Importancia nutricional y económica**

La alfalfa es fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales (García 2013); además contiene minerales como calcio, fósforo, potasio, azufre y magnesio, que son importantes en la alimentación de ganado (Según Tazola 2007 citado por Torrez 2010); en la sierra norte del Perú, constituye el principal

forraje para ganado lechero (*Bos Taurus*) y crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorando la economía de los agricultores (MINISTERIO DE AGRICULTURA DE CAJAMARCA 2009 citado por Tingal 2015).

**Tabla 1.** Valor nutricional según estado fenológico de la alfalfa.

ESTADO FENOLÓGICO	% MS	% PB	Ca %	P %
Sin flor (rebrote basal $\pm$ 5 cm) y aparición de 1° flores	16-22	22.9-26.5	1.8	0.30
> 10% floración-floración completa	19-26	16.5-22	2.0	0.25

Fuente: Adaptado de Juan N.A. (1989) citado por (Japón 2012)

### 2.2.3. Morfología

Crecimiento herbáceo de porte semierecto y ramificado (Guevara 2011); raíz pivotante, corona de donde emergen los brotes basales dando lugar a los tallos (Argote 2004 citado por Mamani 2016); tallos delgados, sólidos o huecos, cuadrados y fuertes (Muslera *et al.* 1991 citado por López 1998); hojas trifoliadas o unifoliadas en primeras hojas verdaderas, con márgenes lisos y bordes superiores ligeramente dentados (Japón 2012).

### 2.2.4. Requerimiento edafoclimático

Suelos profundos, bien drenados y francos arenosos con alto contenido de materia orgánica (Picasso 2010 citado por Palate 2012); pH de 7,5 a 8, ricos en calcio (Aitken 1987 citado por Torrez 2010); recurrir a encalados cuando el pH este por debajo de 6.8 (Stephen 2009 citado por León 2015); clima templado, frío y cálido seco con altitudes entre 1.500 a 3.000 m, los mejores rendimientos se obtienen entre 1.500 a 2.500 m (Benítez 1980 citado por Timana 2015). Temperaturas óptimas entre 18 y 25 °C para la germinación y de 18-28 °C para la producción (Becker 2011 citado por Guanopatín 2012); fotoperiodo de 500 a 600 horas luz por corte (Infoagro 2012 citado por Timana 2015); requerimiento hídrico por corte con administración fraccionada, 1000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> con riego por gravedad, y 880 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> por aspersión, (Cruz 2003 citado por Guanopatín 2012).

### 2.2.5. Manejo del cultivo

El control de plantas acompañantes se realiza en etapas tempranas del cultivo, y después del corte, disminuyendo de esta manera la competencia por agua, nutrientes y luz (Infoagro 2002 citado por Guanopatin 2012); en alfalfa

establecida, la invasión y competencia de arvenses debe ser protegida a través de un corte oportuno, deshierbo manual de hierbas indeseadas, antes de que se hagan dominantes (Mamani 2016).

#### **2.2.6. Cosecha**

El corte se realiza cuando las plantas alcanzan un 10 % de floración, pero a 3600 m de altitud, no florece, por esta razón, el corte se debe realizar cuando el rebrote basal esta entre 3 a 5 cm de altura (Condori 1998 citado por Torres 2010); el corte en fases tempranas de desarrollo afecta la persistencia de la alfalfa, el tamaño y vigor de la corona, el número y vigor del rebrote, producto de la disminución de los carbohidratos de reserva (Musiera y Ratera 1984 citado por Becerra 2003).

Cuando la frecuencia de corte es alta, la altura de residuo debe ser mayor (Musiera y Ratera 1984 citado por Becerra 2003); esto debido a que los cortes altos dejan un área foliar que entrega energía adicional para iniciar el rebrote (Smith 1972 citado por Becerra 2003); al respecto Smith (1969) citado por (Tingal 2015), observo que plantas cortadas a 5 cm tienen mayor brotación que plantas cortadas sin dejar material residual.

El rendimiento por hectárea con 6 a 9 cortes por año es de 90 t de forraje verde, 23 de t de heno y 20 a 24 t de materia seca (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 2005); categorías de rendimiento por corte expresado en t ha<sup>-1</sup>. determinan que valores de 5,6 son comunes, 7,8 corresponde a un buen rendimiento y los superiores a 10,1 son excelentes (AID 1979 citado por Azaña 2019).

#### **2.2.7. Fertilización foliar**

Técnica que permite incorporar fertilizantes a la planta por medio de las hojas, logrando la disponibilidad inmediata para el cultivo, sin necesidad de humedad factor primordial en la fertilización al suelo para los fertilizantes solidos puedan ser absorbidos por la raíz (Carpio 2011); tiene mayor eficiencia en la absorción de nutrimentos en comparación con la fertilización al suelo, admite la aplicación de cualquier nutriente permitiendo el aporte de estos cuando existen problemas de fijación en el suelo (Carhuancho 2012).

La nutrición foliar permite corregir deficiencias nutrimentales específicas durante el desarrollo de la planta, acelera o retarda las etapas fisiológicas de la planta, previene o corrige problemas fitopatológicos al aplicar cobre y azufre (Kovacs 1986 citado por Príncipe 2019); no reemplaza a la fertilización del suelo y asimilación de nutrientes por las raíces, porque las cantidades implicadas en la producción de un cultivo son superiores a lo que podría absorberse a través de las hojas (Carpio 2011); por esta razón Trejo (2007) citado por Gonzáles (2007) menciona que el suministro de nutrientes foliares se emplea como estrategia complementaria al abastecimiento nutrimental del suelo.

La aplicación de nutrimentos a través del follaje es una forma eficiente y rápida de aportar nutrientes al cultivo, su empleo reduce la cantidad de fertilizante y el riesgo de contaminación ambiental y pérdidas económicas, su propósito es activar y estimular el crecimiento de nuevos tejidos (Hartman *et al.* 2000 citado por Escobar 2015); en alfalfa el suministro foliar de nutrientes va desde cuando los rebrotes tienen 15 cm de altura hasta 10 días antes del corte (Carpio 2011); asimismo, Barone (2010) citado por Carpio (2011), mencionan que para la aplicación no debe haber rocío y altas temperaturas.

#### **2.2.7.1. Fertilizantes foliares**

Son formulaciones químicas que contienen macronutrientes, micronutrientes, aminoácidos y otros elementos para ser aplicados en solución diluida al área foliar del cultivo (Torres y Berru 2009); para Meléndez y Molina (2002), son productos orgánicos o inorgánicos, que, aplicados al follaje de las plantas le proporciona nutrimentos.

Los foliares permiten tener ventajas en, facilidad de manejo, dosificación precisa, uniformidad de aplicación, reducción de costos operativos, múltiples formas de aplicación y compatibilidad con agroquímicos (Gonzáles 2007).

##### **- Fertilizantes foliares empleado en la presente investigación**

#### **AGROFOL SF 20-20-20**

Bionutriente líquido altamente asimilable por las plantas, contiene extractos húmicos lo que permite una mayor y mejor traslocación de

nutrientes, incrementando de esta forma los niveles de producción de los cultivos; puede aplicarse en cualquier etapa del desarrollo del cultivo optimizando el crecimiento, y la recuperación de cultivos afectados por las heladas, sequias, plagas o enfermedades (Tecno-Agro del Perú 2018); para su composición ver Tabla 2.

**Tabla 2.** Composición de AGROFOL SF 20-20-20

<b>AGROFOL SF 20-20-20</b>	
<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno (N)	20 %
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	20 %
Extractos húmicos	2 g L.
Cobre	3 g L.
Fierro	4 g L.
Boro	5 g L.
Zinc	6 g L.
Magnesio	7 g L.
Cobalto	8 g L.

Fuente: Tecno-Agro del Perú (2018)

### **FOLIREY 30-12-10**

Bionutriente en suspensión micronizada extraído por fermentación orgánica por procesos biotecnológicos a base de extracciones por hidrólisis enzimática, con alta concentración de nitrógeno enriquecido con algas marinas, vitaminas y fitohormonas lo que hace un producto de alta estimulación de los procesos metabólicos de las plantas fortaleciéndolas al corregir carencias y proporcionando nutrientes necesarios totalmente asimilables por las hojas, tallos verdes y raíces garantizando cultivos vigorosos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; presenta una adecuada concentración de macro y micro elementos teniendo al Nitrógeno como elemento mineral principal, manteniendo un adecuado equilibrio nutritivo activando y promoviendo el desarrollo y crecimiento uniforme de las plantas, los micro elementos en forma de quelatos, enriquecido con vitaminas, hormonas de crecimiento y coadyuvantes

mejoran la penetración y absorción de todos los nutrientes por eso es que se puede utilizar en periodos críticos (Heladas, sequías), recomendándose su aplicación en todas las fases de inicio y crecimiento de los cultivos (REYTA 2016); para su composición ver Tabla 3.

**Tabla 3.** Composición de FOLIRREY 30-12-10

<b>FOLIRREY 30-12-10</b>	
<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno Total (N)	30 %
Nitrógeno Nítrico (NO <sub>3</sub> )	5.4 %
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>4</sub> )	24.60 %
Fósforo (P)	12 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10 %
Aminoácidos libres	0.20 %
Extracto de algas marinas	0.40 %
Extracto de ácidos fúlvicos	0.50 %
Ácidos carboxílicos	8 %
Complejo de vitaminas	250 mg Lt
Ácidos Húmicos	2 %
Molibdeno (Mo)	0.03 ppm
Hierro (Fe)	150 ppm
Magnesio (MgO)	300 ppm
Zinc (ZnO)	520 ppm
Manganeso (Mn)	110 ppm
Auxinas	0.98 ppm

Fuente: REYTA (2016)

### **MEGACROP 30-10-10**

Fertilizante líquido cuya formulación 100 % soluble en agua está compuesta por una mezcla biológicamente optimizada de nutrientes esenciales para las plantas y fácilmente asimilables por éstas; tiene una alta concentración de Nitrógeno y adecuadas proporciones de los nutrientes Fósforo y Potasio además de micronutrientes quelatizados como Fe, Cu, B, Mg, Mo, Zn, S y Mn, ácidos orgánicos y vitaminas; toda esta riqueza de contenido esta complementada con coadyuvantes como antievaporantes, humectantes y adherentes; su principal acción es

favorecer la síntesis de proteínas necesarias en la formación de tejidos nuevos como brotes y hojas; entre sus principales beneficios son estimular el desarrollo rápido del follaje por incremento del área foliar, del número de hojas y brotes nuevos de la planta; mejora el proceso de fotosíntesis estimulando la formación de clorofila, carbohidratos, y ácidos nucleicos, favorece la recuperación de plantas de daños causados por escasez de agua, temperaturas bajas, plagas y enfermedades (CROP BUSINESS 2018); para su composición ver Tabla 4.

**Tabla 4.** Composición de MEGACROP 30-10-10

<b>MEGACROP 30-10-10</b>	
<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno	30 %
Nítrica	2.60 %
Amoniacal	2.40 %
Ureico	24.80 %
Orgánico	0.20 %
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10 %
Potasio (K <sub>2</sub> O)	10 %
Ácidos orgánicos	0.80%
Ácido tartárico	0.01 %
Ácido fólico	0.01 %
Ácido láctico	0.04 %
Ácido cítrico	0.02 %
Vitamina B1	0.02 %
Hierro (Fe) EDTA	0.09 %
Cobre (Cu) EDTA	0.04 %
Magnesio (Mg) EDTA	0.40 %

Fuente: CROP BUSINESS (2018)

#### **2.2.7.2. Biol**

Abono líquido de color oscuro, remanente de la biodigestión anaeróbicas del estiércol una vez que se ha generado el metano, se obtiene de la fermentación de materiales orgánicos, como estiércoles, plantas, entre otros (Potschka y Acosta *et al.* 2012 citado por Mariñas 2015); fuente orgánica de fitoreguladores (auxinas y giberelinas) que permiten promover actividades fisiológicas y

estimular el desarrollo de las plantas (Guevara 2011); actúa sobre el follaje ampliando la base foliar, favorece al enraizamiento aumentando y fortaleciendo la base radicular, activa el vigor y poder germinativo de las semillas; debe utilizarse diluido en agua, en proporciones de 25 a 75 % y de tres a cinco aplicaciones durante el desarrollo vegetativo de la planta (Gomero 2000).

### **Ventajas del biol**

Acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejora producción y productividad de las cosechas, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades mejorando la actividad de microorganismos benéficos como los *Lactobacillus*, mejora el desarrollo de raíces, hojas, tallos y frutos, aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros), es ecológico siendo compatible con el ecosistema, es económico (Guanopatin 2012).

### **Desventajas del biol**

Preparación lenta (tres a cuatro meses) dependiendo de la temperatura ambiente, por lo que se debe planificar la producción antes de la campaña agrícola, necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje para conservar sus propiedades biológicas y nutritivas, sólo se puede usar de tres a seis meses después de la cosecha (Human 2017).

#### **2.2.7.3. Absorción foliar de nutrimentos**

Un fertilizante aplicado por vía foliar, cruza la superficie de la hoja a través de las grietas o imperfecciones que presenta la cutícula, o a través de estructuras epidérmicas como los estomas, tricomas y lenticelas (Fernández *et al.* 2015); esta absorción se da en tres etapas: en la primera, las sustancias penetran la cutícula y las paredes celulares por difusión libre; en la segunda, atraviesan la membrana plasmática, y en la tercera son llevadas al citoplasma en un proceso que requiere energía derivada del metabolismo (García *et al.* 2013).

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema, los nutrientes móviles en el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (por el xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido se transporta a otras partes de la planta que

tengan una alta demanda; lo contrario, ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn, que se distribuyen principalmente en forma acrópeta en la hoja sin una translocación considerable fuera de ella (Carpio 2011); según Verdesoto (1995) consultado por Escobar (2015), la velocidad de absorción de nutrientes disueltos se da en varias horas y días, dependiendo del elemento (tabla 5)

**Tabla 5.** Velocidad de absorción foliar

<b>Nutrimiento</b>	<b>Tiempo para que se absorba el 50% del producto</b>
N (urea)	0.5 – 2 h
P	5-10 días
K	10-24 h
Ca	1-2 días
Mg	2-5 h
S	8 días
Mn	1-2 días
Zn	1-2 días
Mo	10-20 días

**Fuente:** Tomado de Bertsch (1995) citado por Meléndez y Molina (2002)

#### **2.2.7.4. Acción de los nutrientes en el desarrollo de las plantas**

##### **Nitrógeno (N)**

En las plantas, el nitrógeno está presente en la composición de numerosas sustancias orgánicas tales como proteínas, clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias que son la base de los procesos que controlan el crecimiento, desarrollo, y la multiplicación de éstos (Meléndez y Molina 2002), este elemento necesita de otros minerales como el azufre y el molibdeno para su metabolización y fijación (Carpio 2011).

##### **Fósforo (P)**

El fósforo es constituyente del ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos y ciertas enzimas, cumple una función importante en el sistema de transferencia de energía dentro de la planta (Cruz *et al.* 2018); interviene en varias reacciones bioquímicas de la fotosíntesis que transforma la energía luminosa en energía

química que se utiliza en varias reacciones celulares para producir órganos vegetales, y para el metabolismo celular como la síntesis de proteínas, grasas, carbohidratos (azúcares) (Príncipe 2019); interviene en la diferenciación celular y desarrollo de los tejidos meristemáticos, que forman los puntos de crecimiento de la planta (FAO 2002); estimula el, desarrollo precoz de la raíz, crecimiento rápido y vigoroso de las plantas jóvenes, aumenta la resistencia a condiciones adversas, acelerar la floración y la fructificación (Meléndez y Molina 2002).

### **Potasio (K)**

El potasio fomenta la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas que participan en este proceso; mejora la eficiencia en el consumo de agua al aumentar la presión osmótica de las células volviéndolas más turgentes; acelera el flujo y translocación de los azúcares y almidones que son formados durante la fotosíntesis para luego transportarlos desde las hojas hasta los órganos de reserva (frutos, semillas, tubérculos); aumenta la tolerancia a sequías, heladas; favorece la resistencia a enfermedades al fortalecer los tejidos vegetativos (Meléndez y Molina 2002); interviene en el proceso de cierre y apertura estomática debido que al aumentar su concentración en las células guarda da como resultado un aumento en la presión osmótica, incrementando su turgencia y produciendo la apertura estomática, además, participa en el control de la fotosíntesis, regulando la absorción del CO<sub>2</sub> (Meléndez y Molina 2002). En alfalfa la necesidad de K es muy alta; habiéndose determinado 2000 mg de K por cada 100 g de forraje verde (Carpio 2011).

### **Calcio (Ca)**

El calcio se encuentra en las paredes celulares en forma de pectatos de Ca, ayuda a mantener la integridad de la célula y la permeabilidad de la membrana celular, favorece el crecimiento y la germinación del polen, activa enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular, interviene en la síntesis de proteínas y la transferencia de carbohidratos, y ayuda a desintoxicar la planta de la presencia de metales pesados; una función poco reconocida del calcio es su papel antitóxico neutralizando la acidez excesiva que pueda originarse en el interior de la célula (Meléndez y Molina 2002).

### **Magnesio (Mg)**

El magnesio interviene en la biosíntesis de clorofila al participar en la activación de la enzima magnesio-quelataza y de ser parte estructural de la porfirina que es el primer paso en la formación de clorofila, sirve como cofactor en procesos enzimáticos y de fosforilación, estabiliza las partículas de ribosomas en la configuración para la síntesis de proteínas (Meléndez y Molina 2002).

### **Azufre (S)**

Es un elemento secundario constituyente estructural de compuestos orgánicos, algunos de los cuales son únicamente sintetizados por la planta, como es el caso de los aminoácidos cisteína, cistina y metionina, requeridos para sintetizar proteínas; además, participa en la formación de clorofila y síntesis de vitaminas (INTAGRI S.F.).

### **Hierro (Fe)**

El hierro es parte esencial de los citocromos encargados de transportar los electrones durante el proceso de fotosíntesis y respiración, participa en procesos de óxido-reducción en mitocondrias y cloroplastos (Meléndez y Molina 2002).

### **Manganeso (Mn)**

El Manganeso participa en la síntesis de clorofila, asimilación de nitratos, síntesis de vitaminas (riboflavina, ácido ascórbico, y carotina), síntesis de aminoácidos, síntesis de ATP, síntesis de lignina, división celular, respiración, fotólisis del agua, asimilación del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), asimilación y transporte de N, P, Ca y Mg, puede reemplazar al Mg en reacciones en las que intervienen componentes enzimáticos (INTAGRI S.F.).

### **Molibdeno (Mo)**

El Molibdeno cumple la función de fijación simbiótica de nitrógeno en leguminosas y como activador enzimático en la reducción de nitrato por parte de la enzima nitrato reductasa (Meléndez y Molina 2002).

### **Zinc (Zn)**

El Zinc participa en el desarrollo de los cloroplastos, de proteínas y ácidos nucleicos, actúa como cofactor enzimático en la actividad, regulación y

estabilización de la estructura proteica; se encuentra en forma enlazada en la estructura de las enzimas vegetales: deshidrogenasa alcohólica, anhidrasa carbónica y la dismutasa (Carpio 2011).

### **Boro (B)**

El Boro participa en la formación del tubo polínico, la fertilidad del polen, la síntesis de proteínas, transporte de azúcares; fortalece la pared celular dando protección fitosanitaria a la planta; promueve el desarrollo apical del tallo y raíz con la síntesis y regulación de hormonas como las auxinas (Castellanos 2014).

### **Cobre (Cu)**

El cobre forma parte de los compuestos de la cadena transportadora de electrones entre los fotosistemas (I y II) (Carpio 2011).

### **Sodio (Na)**

Cumple las funciones de apertura de estomas y de fijación de CO<sub>2</sub> por la p-enolpiruvato carboxilasa (Meléndez y Molina 2003).

### **Ácidos húmicos y fúlvicos**

Son agentes naturales quelantes, se utilizan para la nutrición mineral de los cultivos debido a la acción complejante que ejercen sus grupos funcionales carboxílicos (COOH) e hidroxílicos (OH) que proveen cargas negativas que permiten que los metales catiónicos sean acomplejados; y sus grupos funcionales amino cargados positivamente que acomplejan aniones como fosfatos, sulfatos y nitratos; además, estos incrementan la absorción foliar al aumentar la permeabilidad de la membrana celular (Meléndez y Molina 2002).

### **Aminoácidos**

Evita que los nutrientes metálicos sean sometidos a fuerzas de repulsión o atracción por las cargas negativas de la cutícula foliar lo que facilita la rápida absorción de los quelatos a través de la cutícula, las paredes celulares y las membranas celulares (Meléndez y Molina 2002).

### **Hormonas vegetales**

Las fitohormonas (adeninas, purinas, auxinas, giberelinas y citoquininas) son fitorreguladores de desarrollo que promueven el desarrollo físico de las plantas,

formación y fortalecimiento de nuevas raíces, estimulan el crecimiento de tallos, hojas (Meléndez y Molina 2002).

#### **2.2.7.5. Forma en que los nutrientes son absorbidos por las plantas.**

El nitrógeno es absorbido, preferentemente, en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ); el fósforo predominantemente como anión monovalente fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) y en menor cantidad como anión divalente ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ); el potasio en cationes univalentes ( $\text{K}^+$ ); el azufre en aniones sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ); el calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro y manganeso como cationes divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ( $\text{Zn}^{2+}$ ), ( $\text{Cu}^{2+}$ ), ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y ( $\text{Mn}^{2+}$ ); el boro como anión  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$ , el cloro en ion inorgánico ( $\text{Cl}^-$ ); y el molibdeno como oxianión molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) (Rodríguez y Flórez 2004).

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Corona:** Parte de la planta que da origen a las yemas que formarán el rebrote basal, emitiendo tallos principales que son responsables, junto a los secundarios, del rebrote de la planta.

**Rebrote basal:** Brotes secundarios que crecen de las yemas de la corona o de los tallos principales que generalmente son de menor vigor.

**Mata:** Planta de poca altura o tamaño, especialmente de tronco ramificado y leñoso (RAE).

**Fertilizante foliar:** Compuesto de origen natural o sintético, que se aplica directamente sobre follaje para proveer a las plantas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento (Fernández *et al.* 2015).

**Estomas:** Grupos de dos o más células epidérmicas especializadas cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración, se encuentran en las partes verdes aéreas de la planta (Cañizares *et al.* 2003).

**Cutícula o epidermis:** Capa de células más externa del cuerpo primario de la planta; conforma el sistema de tejido dérmico de las hojas, tallos, raíces, flores,

frutos y semillas (Shepherd y Griffiths 2006; Reina y Yephremov 2009, citado por Tafolla 2013).

**Biol:** Es una fuente orgánica de fitorreguladores que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de desechos orgánicos (Guevara 2011).

**Fitorreguladores:** Son compuestos naturales sintetizados por microorganismos del suelo y microorganismos asociados a las plantas. Los fitorreguladores también son producidos por síntesis química, presentando en algunos casos una estructura diferente a los producidos naturalmente, pero con una actividad biológica similar (Castro *et al.* 2019).

**Biodigestión:** Proceso de descomposición por microorganismos anaeróbicos de los desechos orgánicos (Guevara 2011).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 5.1. Localización de la investigación

El trabajo experimental se realizó en la parcela establecida del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) del IESTP CEFOP-Cajamarca, ubicado en el Km 3.5 carretera Cajamarca - Baños del Inca, a 2660 m de altitud, con coordenadas UTM 9207098N y 777358E en el valle de Cajamarca, Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca.

#### 5.2. Tipo y diseño de investigación

##### - Tipo de investigación

La investigación fue del tipo aplicada, dado que se buscó resolver un problema práctico y con ello generar información para futuros trabajos de esta naturaleza.

##### - Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a un Diseño Experimental, ya que se manipuló la variable independiente, es decir, que se tomó los diferentes fertilizantes para determinar su efecto en el cultivo de alfalfa.

#### 5.2.1. Materiales experimentales

- Cultivo de alfalfa de 5 años de establecido (*Medicago sativa* L.); el área total del experimento fue de 325 m<sup>2</sup>, con unidades experimentales de 20 m<sup>2</sup> cada una.

##### - Insumos foliares

Folirey 30 12 10

Agrofol SF 20 20 20

Megacrop 30 10 10

Biol

- **Insumos para la elaboración del biol**

Estiércol de ganado vacuno (20 kg)

Alfalfa picada (10 kg)

Sangre de vacunos (20 L.)

Suero de leche (20 L.)

Cascara de huevo (5 Kg)

Ceniza (4 kg)

Melaza (4 kg)

- **Equipos**

Mochila de fumigar manual

Balanza digital y analítica

Estufa

Sistema de riego por aspersión

- **Herramientas**

Zapapico

Palanas

Comba

- **Otros**

Hoz

Wincha

Metro cuadrado

Letreros

Estacas

Bolsas de cartón

**5.2.2. Preparación del biol**

Para la elaboración del biol se picó la alfalfa de 3 a 5 cm de tamaño, una vez picada la alfalfa se dispuso en un tanque juntamente con estiércol, sangre, suero de leche, cascara de huevo previamente molida, ceniza y melaza, Luego se agregó agua no potable hasta 10 cm antes del borde superior del cilindro, posteriormente se tapó e instalo la válvula de purga; finalmente a los ocho días después de la preparación del biol, se realizó una remoción de la mezcla.

El proceso de fermentación duró 120 días, pasado este tiempo se procedió realizar la cosecha (colado del biol), envasando el biol en un balde con tapa segura. De este envase se tomó una muestra de 1000 ml de biol y fue enviado al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el análisis respectivo.

### 5.2.3. Composición del biol

Es un abono orgánico líquido, que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos tales como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros. El biol empleado en esta investigación contiene 0.17 % de nitrógeno total (N Total), 0.02 % de fósforo total (P Total), 0.32 % de potasio, para su composición ver Tabla 6.

**Tabla 6.** Composición del biol, según el análisis especial de materia orgánica del laboratorio

<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración</b>
Solidos totales	41.88 g L.
M.O en solución	24.80 g L.
N Total	1698.67 mg L.
P Total	185.39 mg L.
K Total	3177.50 mg L.
Ca Total	2867.5 mg L.
Mg Total	899.25 mg L.
Na Total	582.00 mg L.
Fe Total	36.15 mg L.
Cu Total	0.96 mg L.
Zn Total	2.80 mg L.
Mn Total	132.58 mg L.
B Total	3.02 mg L.

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Agraria La Molina (2020).

#### 5.2.4. Diseño del experimento y arreglo de los tratamientos

Por las características del estudio, se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones (bloques) y cuatro tratamientos: T1: Agrolol SF 20-20-20; T2: Folirey 30-12-10, T3: Megacrop 30-10-10, T4: Biol y T5 (Sin aplicación de fertilizantes). Los fertilizantes o tratamientos se distribuyeron aleatoriamente.

#### 5.2.5. Croquis del experimento

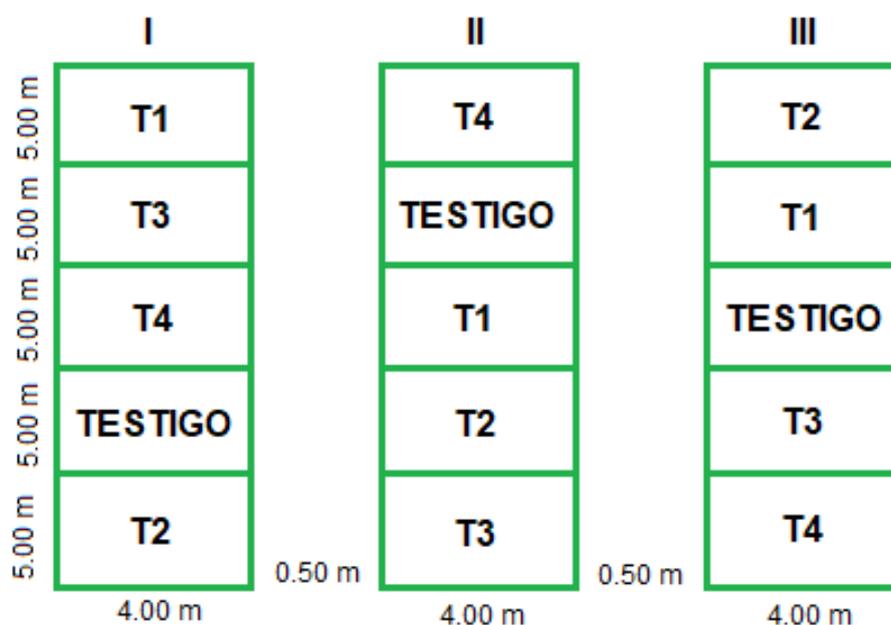


Figura 1. Croquis de la distribución de tratamientos en un Diseño Bloques Completos al Azar.



Figura 2. Distribución de los tratamientos en un Diseño de Bloques Completos al Azar.

## 5.2.6. Procedimientos

### 5.2.6.1. Instalación del experimento

La instalación del experimento se hizo en un cultivo establecido de alfalfa, ubicado en el Km 3.5 carretera Cajamarca - Baños del Inca (IESTP CEFOP-Cajamarca). En primer lugar, se seleccionó una parcela de alfalfa de un área de 325 m<sup>2</sup>, luego se cortó el forraje para igualarlo, al mismo tiempo se ejecutó la eliminación de hierbas acompañantes del cultivo, y se realizó la limpieza de bordes.

Antes de la distribución de los tratamientos en el cultivo, se tomó muestras al suelo para realizar su análisis respectivo, los resultados mostraron que el suelo tiene un pH ligeramente alcalino (7.04), el cual se considera un pH adecuado para el cultivo de alfalfa, aunque Oñate (2019) considera que el pH óptimo debe ser 7.2. Respecto a la salinidad, el suelo presentó ligera salinidad (1.04 dS / m), niveles altos en esta característica afecta al cultivo de alfalfa. Considerando a la materia orgánica, el suelo es rico en esta característica, ya que presenta alto contenido de materia orgánica; además, contiene alto contenido fosforo (232.9 ppm) y de potación (407ppm) (Tabla 7).

**Tabla 7.** Resultado del Análisis del suelo del cultivo de alfalfa.

pH	CE (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Análisis Mecánico			Clase textural
						Arena	Limo	Arcilla	
7.04	1.04	3.43	6.07	232.9	407	53	21	26	Fr.Ar.A.

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Agraria La Molina (2020).

### 5.2.6.2. Aireación del suelo del cultivo de alfalfa

Se llevó a cabo con zapapico de manera superficial (hasta 5 cm de profundidad). Esta actividad se realizó con el fin de romper la compactación de la capa superficial del terreno, para facilitar la aireación del suelo y la penetración del agua de riego y lluvia.

### 5.2.6.3. Riego

Se utilizó riego tecnificado por aspersión, con una frecuencia de 4 riegos por mes o cada 8 días, con 2 horas de duración por irrigación.

#### **5.2.6.4. Aplicación del fertilizante foliar**

La aplicación de los fertilizantes Folirey, Agrofol SF, Megacrop y el Biol al cultivo de alfalfa, se realizó cuando los brotes basales tuvieron entre 5 y 10 cm de altura. La aplicación se hizo con la ayuda de una mochila de fumigar de 20 L de capacidad. Se realizó cuatro aplicaciones cada ocho días durante seis meses.

#### **5.2.6.5. Deshierbo**

Se ejecutó con ayuda de una hoz, retirando los arvenses que se presentaron en las unidades experimentales después del corte; los deshierbos sucesivos se realizó cada 7 días en los primeros 21 días con el propósito de evitar la competencia por luz, agua y nutrientes con el cultivo de alfalfa.

#### **5.2.7. Evaluación de variables**

Las evaluaciones de altura de mata, número de tallos y hojas, rendimiento por m<sup>2</sup> y materia seca (MS), se hicieron antes del corte del forraje cada 42 días durante 6 meses.

##### **5.2.7.1. Altura de mata**

Se tomaron 5 matas aleatoriamente de cada unidad experimental (tratamiento y testigo), con la wincha se realizó la medida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la mata.

##### **5.2.7.2. Número de tallos por mata**

Se tomaron 5 matas en forma aleatoria de cada tratamiento antes de cada corte, realizando el contado de tallos en estado maduro por cada mata.

##### **5.2.7.3. Número de hojas por tallo**

Al momento del corte, se tomó 3 tallos de forraje de 5 matas tomadas al azar de cada tratamiento y se contaron el número de hojas.

##### **5.2.7.4. Rendimiento por metro cuadrado**

Se lanzó el metro cuadrado, luego se procedió a cortar el follaje que quedó dentro del mismo, se pesó en la balanza digital obteniendo el rendimiento en kg m<sup>2</sup>. Esta actividad se realizó para cada uno de los tratamientos en estudio.

#### **5.2.7.5. Porcentaje de materia seca**

Después de haber realizado el peso del follaje verde, se tomaron muestras de 200 g de follaje de cada tratamiento, posteriormente se llevó a la estufa sometándolo a una temperatura de 75 °C durante 3 días (72 horas). El cálculo de la materia seca se determinó con la siguiente fórmula.

$$MS = \frac{PS}{PV} \times 100$$

**MS:** Materia seca

**PS:** Peso seco

**PV:** Peso verde

#### **5.2.8. Cosecha**

Después de haber realizado las evaluaciones, se hizo el corte de igualada (cosecha) para volver a iniciar las subsiguientes evaluaciones, se hicieron cuatro evaluaciones en total.

#### **5.2.9. Tratamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos en las evaluaciones fueron ordenados en una hoja de Excel, los mismos fueron ordenados, clasificados y agrupados de acuerdo con las exigencias de los análisis a realizar. En primer lugar, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos (fertilizantes foliares). De acuerdo con la prueba anterior y en los casos en donde se encontró diferencias estadísticas, se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad, esta prueba determinó cuáles son los mejores fertilizantes foliares en el rendimiento de alfalfa.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### Efecto de fertilizantes foliares en el rendimiento, materia seca, altura de mata, número de tallos y números de hojas por tallo

**Tabla 8.** Resultados del rendimiento, materia seca, altura de mata, número de tallos y números de hojas por tallo.

Tratamiento	Rendimiento (Kg/m <sup>2</sup> )	Materia seca (%)	Altura de Mata (cm)	Número de tallos	Número de hojas/tallo
Agrofol	2.62 a	27.92 a	71.17 a	80 a	40 a
Biol	2.55 ab	26.25 a	68.9 a	79 a	39 a
Megacrop	2.48 bc	26.25 a	68.1 a	74 a	38 a
Folirey	2.42 c	25.92 a	67.2 a	64 b	38 a
Testigo	2.24 d	25.59 b	61.13 b	56 b	35 b

En la Tabla 8, se presentan las cinco variables evaluadas (rendimiento, materia seca, altura de planta, número de tallos y números de hojas por tallo), y se observa que los mayores resultados se obtuvieron bajo el efecto de los fertilizantes foliares (Agrofol, Folirey, Megacrop y biol), y el menor resultado en todas las variables evaluadas se obtuvo con el testigo. Estos resultados probablemente se deben a los compuestos que presentan los fertilizantes, tales como macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes, los mismos que ayudan al desarrollo y crecimiento de raíces, tallos y hojas, además contienen extractos húmicos lo que permite una mayor traslocación de nutrientes (Torres y Berru 2009). La aplicación de fertilizantes foliares actúa de manera rápida y eficiente en la aportación de nutrientes al cultivo (Escobar 2015).

Por otro lado, los resultados obtenidos con el biol son semejantes a los obtenidos con los fertilizantes comerciales, esto probablemente se debe a que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores (auxinas y giberelinas) que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Guevara 2011), actúa sobre el follaje ampliando la base foliar, favorece al

enraizamiento aumentando y fortaleciendo la base radicular, promoviendo así un aumento de la cosechas (Gomero 2000).

### **Análisis del rendimiento de alfalfa**

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Bloque	0.0041	2	0.0020	1.42	0.296
Tratamiento	0.2500	4	0.0600	43.94	<0.0001
Error	0.0100	8	0.0014		
Total	0.2700	14			

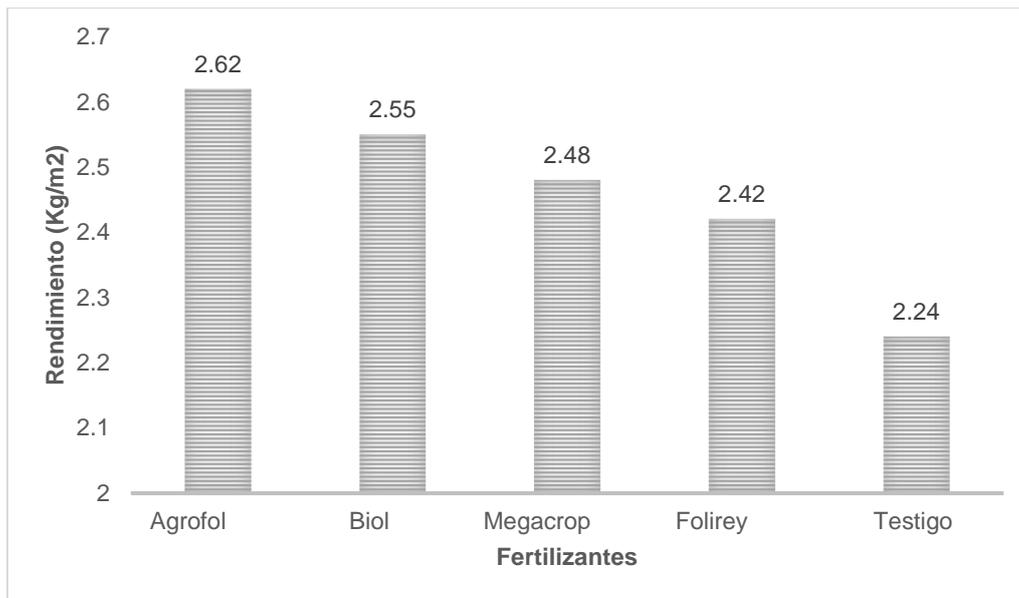
**CV = 1.54 %**

En la Tabla 9, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en los cuales se evidencia que existe homogeneidad entre los resultados obtenidos en los bloques, dado que el valor de significación (p-valor=0.296) es mayor al 5 %. Con respecto a los fertilizantes, existe diferencias significativas, dado que el valor de significación (p-valor = <0.0001) es menor al 0.05 (5 %). Estos resultados indican que el rendimiento obtenido por efecto de cada tratamiento y del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación (CV = 1.54 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada fertilizante, es decir, que se encontraron diferentes rendimientos por el efecto de un fertilizante en sus tres repeticiones.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento del cultivo de alfalfa.

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (Kg m2)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Agrofol	2.62	A
Biol	2.55	A B
Megacrop	2.48	B C
Folirey	2.42	C
Testigo	2.24	D



**Figura 3.** Rendimiento del cultivo de alfalfa.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 10 y Figura 3), se observa que entre el rendimiento obtenido por efecto del Agrofol y por el Biol es de 2.62 y 2.55 kg m<sup>2</sup>, respectivamente, no existe diferencias significativas. Estos resultados juntamente con el rendimiento obtenido con Megacrop, cuyo valor fue de 2.58 kg m<sup>2</sup> fueron los mejores que se encontraron en comparación con el rendimiento del testigo (2.24 kg m<sup>2</sup>).

El mayor rendimiento de alfalfa fue de 2.62 Kg m<sup>2</sup>, que se obtuvo con Agrofol, el cual es un fertilizante foliar líquido concentrado cuyo contenido es 20 % de nitrógeno (N), 20 % de fósforo (P) y 20 % de potación (K), más microelementos que contribuyen al estímulo de crecimiento de las partes verdes (hojas, tallos y frutos inmaduros) (Alba s.f). Según la FAO (s.f), manifiesta que el N, P y K son macronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, y que el nitrógeno influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, el fósforo interviene en la diferenciación de las células y en el desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de las plantas. Meléndez y Molina (2003) mencionan que el potasio influye en la translocación y acumulación de azúcares y almidones, también es un estimulante de la división celular.

El rendimiento obtenido con el biol fue 2.55 kg m<sup>2</sup> siendo menor que el rendimiento obtenido con el agrofol, este resultado probablemente se debe a que el biol es un producto orgánico natural y su efecto es más lento que los demás

fertilizantes, sin embargo, los resultados obtenidos con el biol son mayores a los obtenidos con el Folirrey y Megacrop, según Aparacana (2008) el biol aumenta el nitrógeno amoniacal por lo que la planta tiene mejor disponibilidad de nitrógeno y mejor absorción, además cuenta con fitohormonas (Giberelina, Purinas, Citoquininas entre otras) gracias a los desechos del metabolismo de las bacterias típicas de la digestión anaerobia.

Al respecto, Quiñones *et al.* (2016) manifiesta que en el biol existe presencia de bacterias como el *Lactobacillus* que al ser aplicadas a la superficie de plantas o el suelo actúan sinérgicamente con la microflora benéfica para promover una mejor asimilación de nutrientes. Los *Lactobacillus* también suprimen la propagación de fitopatógenos perjudiciales como el *Fusarium* sp. y nematodos mediante la producción de sustancias bioactivas como el ácido láctico (Córdor *et al.* 2007, citado por Quiñones *et al.* 2016).

Los rendimientos obtenidos con Folirrey (2.42 kg m<sup>2</sup>) y Megacrop (2.48 kg m<sup>2</sup>) fueron más bajos que el obtenido con Agrofol, estos fertilizantes contienen 10 % más de nitrógeno que el Agrofol, y se puede mencionar que el nitrógeno excedente de estos fertilizantes afectó negativamente al rendimiento del cultivo de alfalfa, al respecto, SMART (2020), menciona que el exceso nitrógeno puede provocar un pobre sistema radicular, tejido blando, plantas débiles, retraso en la producción, rendimiento de baja calidad.

En general, los rendimientos obtenidos son semejantes a los que reportó Morales (2016), quien obtuvo un rendimiento promedio de 14059 kg ha<sup>-1</sup> (1.4 kg m<sup>2</sup>) en alfalfa; según Escobar (2015), manifiesta que la aplicación de fertilizantes foliares actúa de manera más rápida y más eficiente en la aportación de nutrientes al cultivo, además el rendimiento podría estar influenciada por la densidad de siembra, época de siembra o por la altitud.

## Análisis de la altura de la mata

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ANOVA) para altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloque	13.76	2	6.88	2.49	0.1439
Fertilizante	168.57	4	42.14	15.28	0.0008
Error	22.07	8	2.76		
Total	204.4	14			

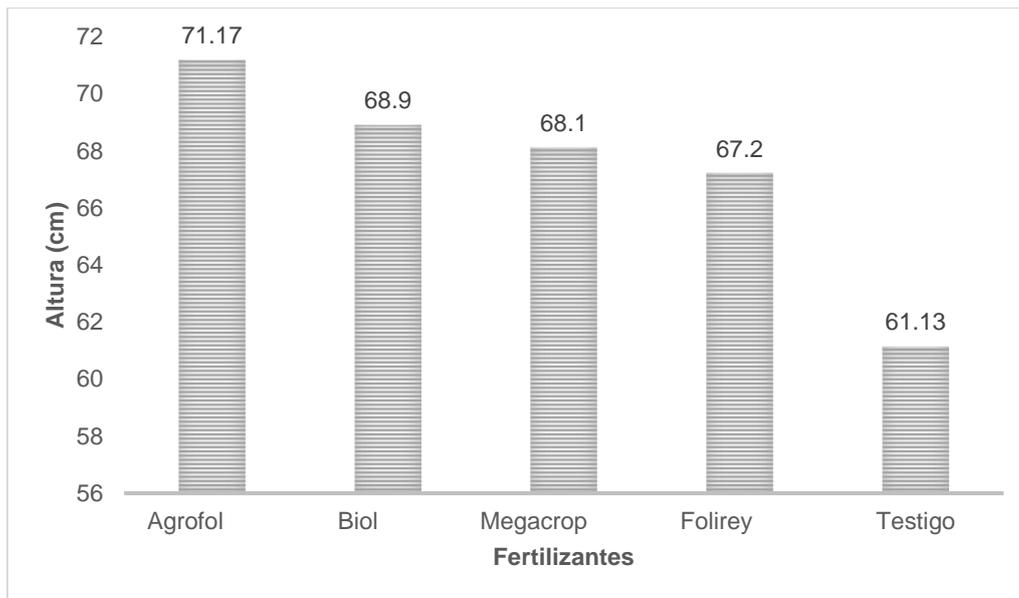
**CV = 2.47 %**

En la Tabla 11, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en los cuales se evidencia que existe homogeneidad entre los resultados obtenido en los bloques, dado que el valor de significación ( $p$ -valor=0.1439) es mayor al 5 %. Con respecto a los fertilizantes, existe diferencias significativas, dado que el valor de significación ( $p$ -valor = 0.0008) es menor al 0.05 (5 %). Estos resultados indican que, las medias de altura obtenidas con cada tratamiento y del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación ( $CV = 2.47 \%$ ), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada tratamiento, es decir, que se encontraron diferentes alturas bajo el efecto de un fertilizante en sus tres repeticiones.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa.

Fertilizantes	Altura mata (cm)	Significación al 5%
Agrofol	71.17	A
Biol	68.9	A
Megacrop	68.1	A
Folirey	67.2	A
Testigo	61.13	B



**Figura 4.** Altura de mata (cm) del cultivo de alfalfa.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 12 y Figura 4), se observa que entre las alturas obtenidas por efecto del Agrofol, Biol, Megacrop y Folirey, cuyos resultados fueron 71.17, 68.9, 68.1 y 67.2 cm, respectivamente, no existe diferencias significativas, estos resultados obtenidos se diferenciaron significativamente del testigo, con el cual se obtuvo una altura de 61.13 cm (menor altura).

Según los resultados obtenidos en esta investigación, el efecto de los fertilizantes comerciales en la altura de planta no se diferencia del biol, esto probablemente se debe a que tanto los productos empleados contienen micro y macro nutrientes que contribuyen al estímulo de crecimiento de las partes verdes (hojas, tallos y frutos inmaduros) (Alba s.f). Según la FAO (s.f) manifiesta que los macronutrientes (N, P y K), son necesarios e influyen en el crecimiento de las plantas, el nitrógeno influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas, el fósforo interviene en la diferenciación de las células y en el desarrollo de tejidos que forman los puntos de crecimiento de las plantas; además de esto, los productos empleados contienen fitohormonas, los mismos que interviene en la elongación celular entre otras funciones (Aparacana 2008).

Por otro lado, Cano (2011) sostiene que los microorganismos presentes en el biol pueden estimular el crecimiento vegetal, bien sea por el aporte de agua y de nutrimentos, o por la solubilización de compuestos orgánicos y la producción de

metabolitos secundarios, que actúan de forma análoga a las fitohormonas, lo cual, influyen directamente en la disponibilidad de nutrientes y en la estimulación del crecimiento vegetal

La altura de planta obtenida con el testigo, fue significativamente diferente y menor a los obtenido con los fertilizantes, esto se debe a que las matas del testigo no se les aplico algún tipo de producto, por consiguiente, las matas no obtuvieron los macro y micronutrientes necesarios para su desarrollo.

En general, los resultados obtenidos son semejantes a los que encontró Timana (2015) que obtuvo una altura promedio de 66 cm en alfalfa variedad Abunda Verde. Estas diferencias probablemente se deban al modo de fertilización aplicada, puesto que según Escobar (2015), la aplicación de fertilizantes foliares actúa de manera más rápida y más eficiente en la aportación de nutrientes al cultivo, además la altura de planta podría estar influenciada por el contenido de nutrientes de cada fertilizante foliar, como también por la densidad de siembra y época de siembra.

### **Análisis del número de tallos por mata**

**Tabla 13.** Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos por mata del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Bloque	7.6	2	3.8	0.42	0.6684
Fertilizantes	1294.27	4	323.57	36.09	<0.0001
Error	71.73	8	8.97		
Total	1373.6	14			

**CV = 4.24 %**

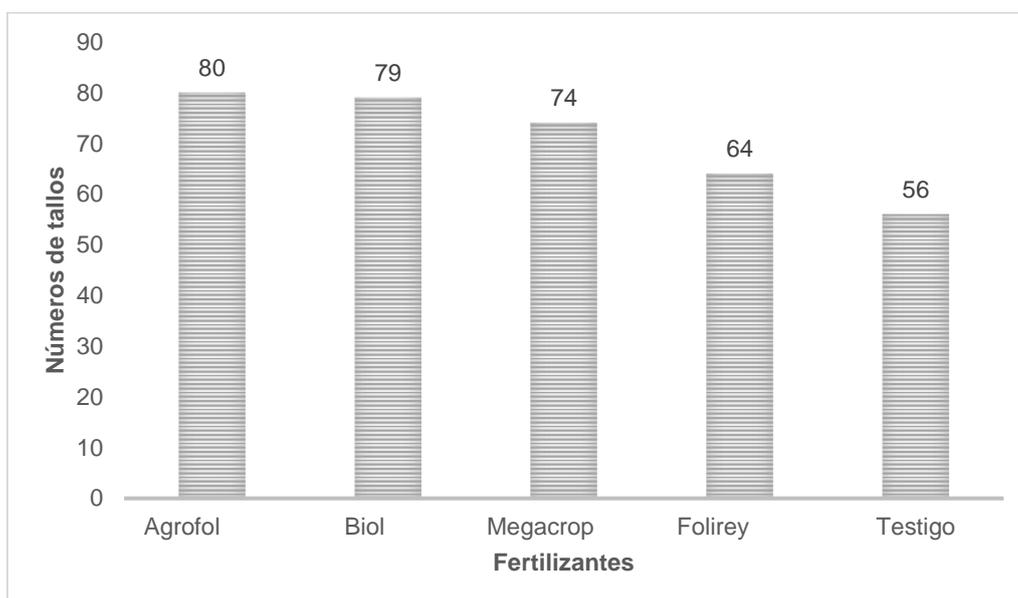
En la Tabla 13, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en los cuales se evidencia que existe homogeneidad entre los resultados obtenido en los bloques, dado que el valor de significación (p-valor=0.6684) es mayor al 5 %. Con respecto a los fertilizantes, existe diferencias significativas, dado que el valor de significación (p-valor = <0.0007) es menor al 0.05 (5 %). Estos

resultados indican que los tallos obtenidos por efecto de cada tratamiento del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación (CV = 4.24 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada fertilizante, es decir, que se encontraron diferentes resultados en el número de tallos bajo el efecto de un fertilizante en sus tres repeticiones.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de tallos por mata del cultivo de alfalfa

Tratamiento	Número de tallos por mata	Significación al 5%
Agrofol	80	A
Biol	79	A
Megacrop	74	A
Folirey	64	B
Testigo	56	B



**Figura 5.** Número de tallos por mata del cultivo de alfalfa.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 14 y Figura 5), se observa que el número promedio de tallos por mata obtenidos por efecto del Agrofol, Biol y Megacrop fueron: 80, 79 y 74, respectivamente, estos resultados

son estadísticamente iguales, y se diferenciaron del Folirey y del testigo, con los cuales se obtuvieron en promedio 64 y 56 tallos, respectivamente.

Los tallos constituyen la vía para el tráfico de minerales a larga distancia dentro de las plantas, tanto en el xilema como en el floema, de la raíz al follaje y viceversa. Los tallos representan a la vez un importante consumidor de recursos minerales para sustentar la producción de tejidos vasculares y accesorios (Meléndez y molina 2002). Según Agrobot (s.f), indica que el número de tallos en el cultivo de alfalfa se encuentra influenciado por la especie, la altura de corte, por las condiciones climáticas y requerimiento de nutrientes, se emplearon fertilizantes foliares comerciales a base de nitrógeno y fósforo totalmente asimilables, recomendado para complementar la fertilización al suelo.

Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente, se fundamenta nuestros resultados, dado que el mayor número de tallos se obtuvieron con los fertilizantes comerciales y con el biol, resultados que fueron mayores a los que se obtuvo con el testigo. Esto probablemente se debe a que los macronutrientes como el fósforo participa como componente de compuestos orgánicos que están presentes en las reacciones bioquímicas originando energía biológicamente útil (fotosíntesis). Esta energía se utiliza dentro y fuera de la célula para producir tejidos y órganos vegetales, además cumple funciones vitales y no puede ser reemplazado por ningún otro nutriente, la deficiencia de este nutriente retarda el brotamiento reduciendo la producción del cultivo (Príncipe 2019).

### **Análisis del número de hojas por tallo**

**Tabla 15.** Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas/tallo del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Bloque	2.53	2	1.27	0.44	0.6561
Tratamiento	48.4	4	12.1	4.25	0.0391
Error	22.8	8	2.85		
Total	73.73	14			

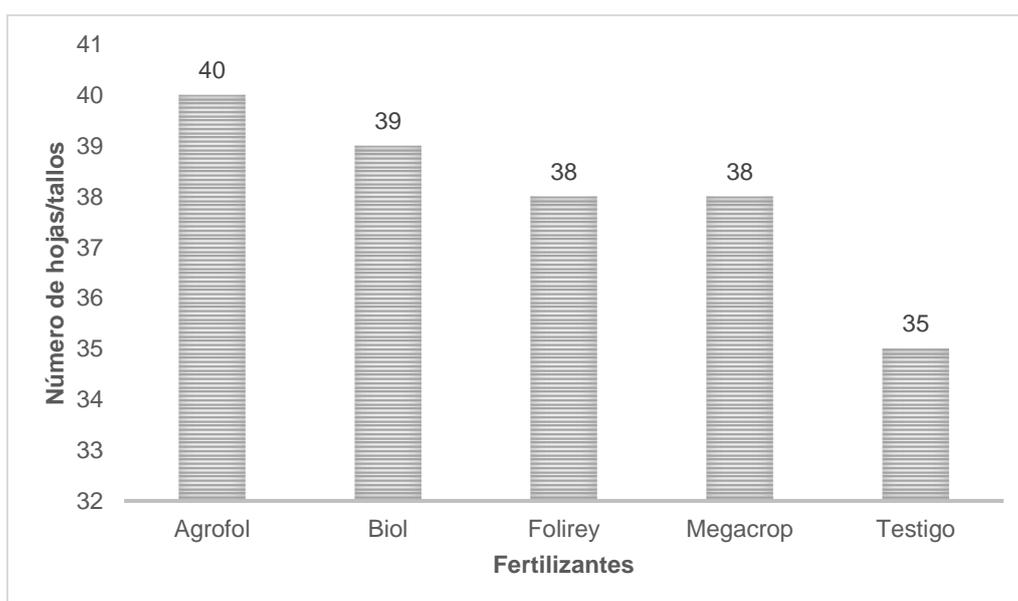
**CV = 4.46 %**

En la Tabla 15, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en los cuales se evidencia que existe homogeneidad entre los resultados obtenidos en los bloques, dado que el valor de significación (p-valor=0.6561) es mayor al 5 %. Con respecto a los fertilizantes, existe diferencias significativas, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0391) es menor al 0.05 (5 %). Estos resultados indican que, las hojas por tallo obtenidas por efecto de los fertilizantes o del testigo, difieren unos de otros.

El coeficiente de variación (CV = 4.46 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada fertilizante, es decir, que se encontraron diferentes resultados en el número de hojas por el efecto de un fertilizante en sus tres repeticiones.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número de hojas/tallo del cultivo de alfalfa.

Tratamiento	Número de hojas/tallo	Significación al 5%
Agrofol	40	A
Biol	39	A
Folirey	38	A
Megacrop	38	A
Testigo	35	B



**Figura 6.** Número de hojas por tallo del cultivo de alfalfa.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 16 y Figura 6), se observa que entre el número de hojas obtenidas por efecto del Agrofol, Biol, Folirey y Megacrop, cuyos resultados fueron 40, 39, 38 y 38 hojas por tallo, respectivamente, no existe diferencias significativas, estos resultados obtenidos se diferenciaron significativamente del testigo, con el cual se obtuvo 35 tallos. Esto evidencia que los fertilizantes comerciales no se diferencian del biol, con respecto al número de hojas por tallo.

Según los resultados obtenidos en esta investigación, el efecto de los fertilizantes comerciales en el número de hojas por tallos no se diferencia del biol. Esto probablemente se debe a que tanto los productos empleados contienen micro y macro nutrientes que contribuyen al estímulo de crecimiento de las partes verdes (hojas, tallos y frutos inmaduros) (Alba s.f). Según la FAO (s.f). Además, los productos empleados contienen fitohormonas, los mismos que interviene en la elongación y multiplicación celular (Aparacana 2008).

El número de hojas por tallos obtenida con es el testigo, fue significativamente diferente y menor a los obtenido con los fertilizantes, esto se debe a que las matas del testigo no se les aplico algún tipo de producto, por consiguientes las matas no obtuvieron los macro y micronutrientes para su desarrollo.

Estos resultados son superiores a los reportados por Timana (2015), quien, indicó que con la aplicación de Bovinaza, fosfato diamónico, sulfato de amonio y sulfato de potasio obtuvo el mayor número de hojas, cuyo valor fue 188 hojas por planta en alfalfa variedad Abunda Verde. Además, menciona que, El número de hojas podría estar influenciada por el contenido de nutrientes que tiene cada fertilizante foliar, como también probablemente haya sido influenciada por la densidad de siembra, época de siembra, altitud, factores ambientales (temperatura, humedad, fotoperiodo), etc.

## Análisis de la materia seca

**Tabla 17.** Análisis de varianza (ANOVA) para materia seca del cultivo de alfalfa por efecto de cuatro fertilizantes.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloque	2	0.67	0.34	0.79	0.4882
Tratamiento	4	9.71	2.43	5.67	0.0183
Error	8	3.43	0.43		
Total	14	13.8			

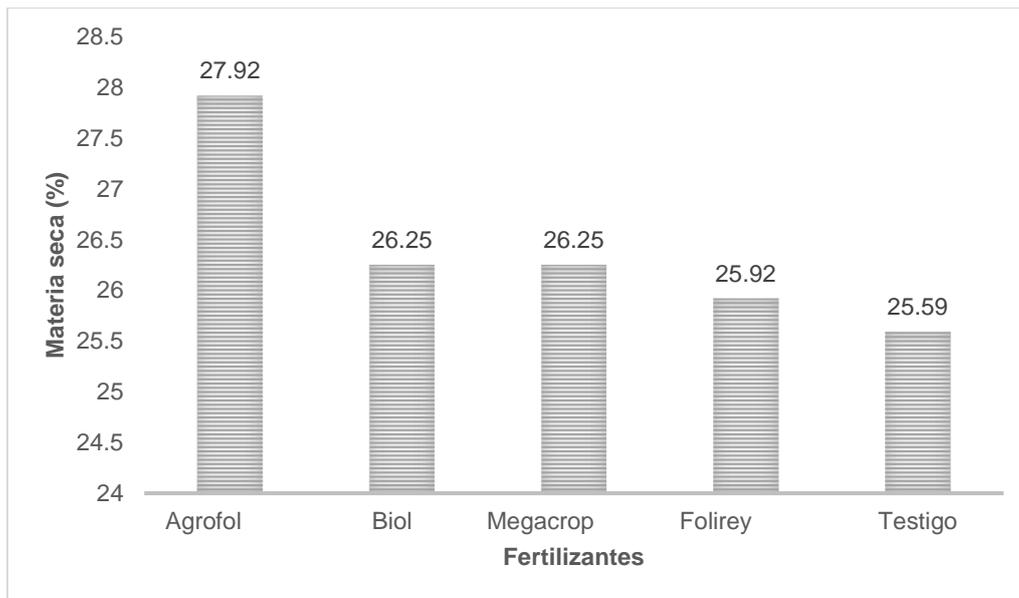
**CV = 2.48 %**

En la Tabla 17, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA), en los cuales se evidencia que existe homogeneidad entre los resultados obtenido en los bloques, dado que el valor de significación ( $p$ -valor=0.296) es mayor al 5 %. Con respecto a los fertilizantes, existe diferencias significativas, dado que el valor de significación ( $p$ -valor = 0.0183) es menor al 0.05 (5 %). Estos resultados indican que la materia obtenida por efecto de los fertilizantes o del testigo, son diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 2.48 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con cada fertilizante, es decir, que se encontraron diferentes contenidos de materia seca con un fertilizante en sus tres repeticiones.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la materia seca del cultivo de alfalfa.

Tratamiento	Materia seca (%)	Significación al 5 %
Agrofol	27.92	A
Biol	26.25	A B
Megacrop	26.25	A B
Folirey	25.92	A B
Testigo	25.59	B



**Figura 7.** Materia seca del cultivo de alfalfa.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 18 y Figura 7), se observa que el rendimiento en materia seca obtenido con Agrofol, Biol, Megacrop fue 27.92, 26.25 y 26.25 %, respectivamente, estos porcentajes no se diferencian entre sí, pero si distan del resultado obtenido con el testigo (25.59 %).

La materia seca obtenida con los fertilizantes comerciales y con el biol son superiores al obtenida con el testigo, esto puede deberse a que los fertilizantes comerciales y el biol están constituidos por micro y macronutrientes los cuales influyen en el desarrollo y crecimiento de las plantas. Según Carpio (2011) el efecto más notable de la fertilización foliar está representado por un incremento de la producción de materia verde y materia seca, esto debido a que los fertilizantes contienen nitrógeno elemento que forma parte de las proteínas y otros compuestos, fósforo que, a diferencia del nitrógeno (N), favorece el rápido desarrollo radicular, interviene en todas las funciones energéticas, constituye compuestos esenciales para la fotosíntesis, es componente de las proteínas, contribuye a la fijación del anhídrido carbónico y facilita la fijación del N atmosférico (Vivas 2004). La mayor parte del fósforo en la planta es rápidamente convertida en compuestos orgánicos que participan en diversas reacciones vitales (Oñate 2019).

Por otro lado, es probable que la presencia de extractos húmicos presentes en los fertilizantes, este influyendo en la materia seca de la alfalfa, son estimulantes

del crecimiento vegetal, facilidad para la absorción foliar de nutrimentos, además transportan a los nutrientes hasta las raíces (Meléndez y Molina 2004)

En general, los resultados obtenidos en la presente investigación son semejantes a los que encontró Morales (2016), quien indicó que con la aplicación N P K Mg obtuvo 27 % de materia seca del cultivo de alfalfa. Además, concluyó, que esto se debe al contenido de nutrientes que tiene cada fertilizante foliar, como también a la influencia de la densidad de siembra, época de siembra, altitud, factores ambientales (temperatura, humedad, fotoperiodo), etc.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- El rendimiento obtenido por efecto del Agrofol y por el Biol fue 2.62 y 2.55 kg m<sup>2</sup>, respectivamente, no existió diferencias entre estos rendimientos, seguido se encontró el rendimiento obtenido con el Megacrop, cuyo valor fue de 2.58 kg m<sup>2</sup>. Estos resultados fueron al rendimiento testigo que fue de (2.24 kg m<sup>2</sup>).
- El promedio de altura de mata obtenido con el Agrofol, Biol, Megacrop y Folirey fue 71.17, 68.9, 68.1 y 67.2 cm, respectivamente, resultados estadísticamente iguales y superior al promedio de altura obtenido con el testigo (61.13 cm).
- El número de tallos por mata obtenidos con el Agrofol, Biol y Megacrop fueron: 80, 79 y 74, respectivamente, los resultados son estadísticamente iguales y se diferenciaron del obtenido con Folirey y el testigo, con los cuales se obtuvieron 64 y 56 tallos, respectivamente.
- El número de hojas obtenidas con el Agrofol, Biol, Folirey y Megacrop, fueron 40, 39, 38 y 38 hojas por tallo, respectivamente, resultados estadísticamente iguales y diferentes al obtenido con el testigo (35 tallos).
- La materia seca obtenida con Agrofol, Biol, Megacrop fueron 27.92, 26.25 y 26.25 %, respectivamente, estos porcentajes no se diferencian entre sí, pero si distan del resultado obtenido con el testigo (25.59 %).

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar trabajo de investigación empleando diferentes dosis de biol en el cultivo de alfalfa, con el fin de estandarizar una dosis adecuada que permita obtener un mejor rendimiento.
- Se recomienda realizar análisis microbiológico del Biol empleado como fertilizante, con el propósito de identificar los microorganismos benéficos y el contenido de fitohormonas.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Agraria. 2020. Producción nacional de leche fresca alcanzó las 2.129.366 t. Consultado el 08/04/2021. Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-leche-fresca-alcanzo-las-2-129-366-to-21655>

Alba, M. S.F. Agrofol. Disponible en <http://www.dmagro.uy/?q=es/productobase/agrofol-n-300>

Agrobit. S.F. Ecofisiología del cultivo de Alfalfa. Disponible en: [http://www.agrobit.com/Documentos/A\\_1\\_1\\_Alfalfa/586\\_ag\\_000003al\[1\].htm](http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_1_Alfalfa/586_ag_000003al[1].htm)

Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de Biogás. Germán ProfECGmbH. Perú, 2-4pp.

Azaña, Y. 2019. efecto de tres tipos de abono foliar biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Tingua, distrito de Mancos, Yungay - Ancash 2019. Tesis Ing. Agrónomo. Ancash, Perú. 81p. Disponible en: [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3499/T033\\_71059192\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3499/T033_71059192_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Barone, D. 2010. Los Fertilizantes Foliare. Grupo Campo Beltramino. Consultado el 22 de marzo de 2019. Disponible en: <http://www.barone.com>.

Becerra, CM. 2003. Productividad de cuatro cultivares y tres líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en un andisol de la región de la Araucanía (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Temuco, Chile. 87p. Disponible en: [http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/01.-Alfalfa/02.-Christian\\_Marcelo\\_Becerra\\_Pea.pdf](http://praderasypasturas.com/rolando/02.-Tesis/01.-Alfalfa/02.-Christian_Marcelo_Becerra_Pea.pdf)

- Cano, MA. 2011. A Review of interaction of beneficial microorganisms in plants: *Mycorrhizae*, *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas* spp. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 15 - 31, 2011. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>
- Cañizares, A.; Sanabria, ME.; Rodríguez, Dorian, A.; y Perozo, Y. 2003. Características de los estomas, índice y densidad estomática de las hojas de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) injertada sobre ocho patrones cítricos. Revista UDO Agrícola 3(1): 59-64. Disponible en: <file:///C:/Users/JUAN%20VASQUEZ/Downloads/Dialnet- CaracteristicasDeLosEstomasIndiceYDensidadEstomati-2221542.pdf>
- Carhuancho, FM. 2012. Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo batch como propuesta al manejo de residuo avícola. Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. 148p. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1769/P06.C375-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carpio, JG. 2011. Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad morada extranjera (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 78p. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/786/1/13T0708%20.pdf>
- Castaldo, A; Pariani, A; Ferrán, A; Giorgis, A; Lamela A, P; Denda, S; Antonucci, P; Quinn, N y Hecker, F. 2016. Efecto de dos niveles de densidad de siembra y fertilización sobre la producción de dos cultivares de alfalfa bajo corte. Análisis productivo y económico del primer año de producción (en línea). Revista Ciencia Veterinaria 18(2): 8-26. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/viewFile/2233/2196>

- Castro, JJ; Solís, MM; Castro, R; Calderón, CL. 2019. Minireview: Uso de fitorreguladores en el manejo de cultivos agrícolas. Frontera Biotecnológica. Sinaloa México. Disponible en: <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol13/pdf/vol-13-3.pdf>
- CROP BUSINESS S.A.C. 2018. Información técnica: Fertilizante foliar Nitrógeno. Disponible en: <https://cropbusiness.com/producto/nitrogeno-2/>
- Gonzales. C. 2007. Uso de fertilizantes líquidos para el fertirriego. Saltillo, Coahuila- México. 64p. Revisión en línea, disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/356/1/Crispin%20Gonzalez%20Argandar.pdf>
- Escobar, WS. 2015. Respuesta del cultivo de fréjol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes Tumbaco, Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Quito, Ecuador. 132p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4547/1/T-UCE-0004-13.pdf>
- Fernández, V.; Sotiropoulos, T. y Brown, P. 2015. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Paris, Francia: Copyright. Disponible en: [https://www.guiaverde.com/files/company/03032016122136\\_libro\\_2015\\_foliar\\_fertilizers\\_spanish\\_def.pdf](https://www.guiaverde.com/files/company/03032016122136_libro_2015_foliar_fertilizers_spanish_def.pdf)
- García, CV. 2013. Comportamiento agronómico del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en el cantón Pimampiro provincia de Imbabura (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. El Ángel, Ecuador. Disponible en: [file:///F:/TESIS%20ALFALFA%20\(REDACCION\)/ART%C3%8DCULOS%20TESIS/ALFALFA/30-T-UTB-FACIAG-AGR-000085.pdf](file:///F:/TESIS%20ALFALFA%20(REDACCION)/ART%C3%8DCULOS%20TESIS/ALFALFA/30-T-UTB-FACIAG-AGR-000085.pdf)
- Gomero, L. 2000. Los biodigestores campesinos una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos (en línea). Disponible en: [http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o\\_id=75455&a\\_id=211&a\\_seq=0](http://www.leisa.info/index.php?url=getblob.hp&o_id=75455&a_id=211&a_seq=0)

- Guanopatin, MR. 2012. aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.) (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UTA, Cevallos, Ecuador. 93p. Disponible en: [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis\\_009agr.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf)
- Guevara, GA. 2011. Evaluación de tres abonos líquidos foliares enriquecido con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de *Medicago sativa* y *Arrhenatheum elatius* (en línea). ESPOCH, Tesis Ing. zootecnista. Riobamba, Ecuador. 100p. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1011/1/17T01050.pdf>
- Huaman BG. 2017. Determinación de la mejor combinación de abono orgánico, suelo y riego en la mejora del crecimiento (cm) de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la Provincia de Melgar-2017 (en línea). Tesis Ing. Estadístico e informático. UNA, Puno, Perú. 114p. Disponible en: [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6109/Huaman\\_Benites\\_Gheydi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6109/Huaman_Benites_Gheydi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA). 2005. Producción de Biol abono líquido natural y ecológico (en línea). Consultado el 23 de marzo de 2019. Disponible en: <http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach>
- Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2005). Tecnología de Producción de Alfalfa en San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. Consultado el 20 de agosto de 2019. Disponible en: <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/>
- INTAGRI S.F. 2019. Importancia del Azufre (S) en las Plantas. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-s-en-las-plantas>
- Japón, LS. 2012. Respuesta a la fertilización química, orgánica y química-orgánica en praderas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en la comunidad de Cochapamba de la parroquia tenta del cantón saraguro de la provincia de

Loja (en línea). Tesis Médico. Veterinario Zootecnista. Loja, Ecuador. 200p. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5410/1/TESIS%20LUI%20SALVADOR%20JAPON%20%E2%80%9CRESPUESTA%20A%20LA%20FERTILIZACI%C3%93N%20QU%C3%8DMICA%2c%20ORG%C3%81NICA%20Y%20QU%C3%8DMICA-vORG%C3%81NICA%20EN%20PRADERAS%20DE%20ALFALFA%20%28Medicago%20sativa%20L.%29%2c%20EN%20LA%20COMUNIDAD%20DE%20COCHAPAMBA.pdf>

León, C. D. 2015. Efecto de tres dosis de trichoderma en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja guaslan (en línea). ESPOCH, Tesis Ing. Zootecnia. Riobamba, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/5292/1/TESIS%20LEON%202.pdf>

López, ES. 1998. Caracterización de bacterias del género (sino)rhizobium que nodulan alfalfa en suelos ácidos de Argentina y Uruguay (en línea). UGR, Tesis doctoral. Granada, España. Consultado el 15/03/2019. Disponible en: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/35629>

Mamani, RE. 2016. Efecto de la frecuencia y altura de corte en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos tipos de suelo (en línea). UNAP, Tesis Ing. Agrónomo. Puno, Perú. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3966/Mamani\\_Belizario\\_Rene\\_Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3966/Mamani_Belizario_Rene_Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Manual de abonamiento con guano de isla (S.F). Cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*). Disponible en. <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20alfalfa.pdf>

Mariñas LM. 2015. Efecto de la asociatividad y uso de fertilizantes orgánicos en las características nutricionales de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y rye grass (*Lolium multiflorum* G.) (en línea). UNTRM, Tesis Ing. Zootecnista.

Chachapoyas, Perú. Disponible en:  
[http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/820/FIZ\\_003.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/820/FIZ_003.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Meléndez, G. y Molina E. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Centro de investigaciones agronómicas de la universidad de costa rica. Costa Rica. 145p. disponible en:  
<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

Meléndez, G. y Molina E. 2003. Fertilizantes: características y manejo. Centro de investigaciones agronómicas de la universidad de costa rica. Costa Rica. 145p. disponible en:  
<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf>

Morales, SH. 2016. Crecimiento y rendimiento de alfalfa con fertilización en base a análisis de suelo y planta (en línea). UAAAN, Tesis Ing. Agrónomo. UAAAN, Coahuila, México. 57p. Disponible en:  
<http://www.repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8325/HERIBERTO%20MORALES%20SANTIAGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Navarro, M.; Febles, G. y Torres, V. (2012). Bases conceptuales para la estimación del vigor de las semillas a través de indicadores del crecimiento y el desarrollo inicial. Pastos y Forrajes, 35(3), 233-246. Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942012000300001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000300001&lng=es&tlng=es).

Oñate, WV. 2019. Fenología, composición química y manejo de las variedades de alfalfa en el Cantón Riobamba. Tesis Ing. Agrónomo. Lima, Perú. 194 p.

- Palate, FR. 2012. Densidad de siembra e inoculación de *Rhizobium (Rhizobium meliloti)* en semillas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en semilleros (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UTA, Cevallos, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2221/1/Tesis-25agr.pdf>
- Príncipe, GJ. 2019. Efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares en tres estados fenológicos en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cieneguillo Centro-Sullana-2018. Tesis Ing. Agrónomo. Piura, Perú. 59 p. Disponible en: [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14202/Tesis\\_62069.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/14202/Tesis_62069.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quiñones, H.; Trejo, W.; Juscamaita, J. 2016. Evaluación de la calidad de un abono líquido producido vía fermentación homoláctica de heces de alpaca. *Ecología Aplicada*, vol. 15, núm. 2, julio-diciembre, 2016, pp. 133-142 Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/341/34149036009.pdf>
- Quiroga, HM. (2013). Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(4), 503-516. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000400002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400002&lng=es&tlng=es)
- Quispe, BA. 2009. Efecto de tres fertilizantes foliares en el rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotipo San Pedro, en el ámbito de la Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNT, Trujillo, Perú. 53p. Disponible en: <http://cip-trujillo.org/ovcipc.dll/uploads/biblioteca/abstract/T002953.pdf>
- REYTA S.A.C. 2016. Información técnica: Potente Fertilizante Foliar: disponible en: <https://reytaperu.com/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-30-12-10.pdf>

- Rios, JL; Ruiz T, J; Cisneros V, JM; Cantú B, JE; Torres M, M y Quiñones A, M. 2008. Producción, productividad y rentabilidad de alfalfa (*Medicago sativa*) irrigada por bombeo en la laguna de 1990 A 2005. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas 7: 145-150. Consultado el 22 de marzo de 2019. Disponible en: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchszaVII1033.pdf>
- SMART. 2020. Manejo de nitrógeno. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/nitrogen/#:~:text=El%20exceso%20de%20nitr%C3%B3geno%20puede,susceptibilidad%20a%20enfermedades%20y%20plagas.>
- Tafolla, JC.; González, A.; Tiznado, ME.; García, LZ. y Báez, R. 2013. Composición, fisiología y biosíntesis de la cutícula en plantas. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (1): 3 – 12. Disponible en: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/36-1/1a.pdf>
- Tecno-Agro del Perú S.A.C. 2018. Información técnica: Foliare orgánicos enriquecidos. Av. Del Aire, San Luis, Lima – Perú.
- Timana, NR. 2015. Efectos de la fertilización química-orgánica en el rendimiento de dos variedades de Alfalfa (*Medicago sativa* L.), en la Comunidad de Calpaqui, provincia de Imbabura (en línea). UTB, Tesis Ing. Agrónomo. UTB, Carchi, Ecuador. 130p. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/738/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000142.pdf>
- Tingal, J. 2015. Evaluación de leguminosas en la región de Cajamarca –Baños del Inca (en línea). Tesis Ing. Zootecnista. UNC, Cajamarca, Perú. 59p. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/984/TESIS%20JHENNY.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Torrez, M. 2010. Influencia del estiércol de ovino en el rendimiento de materia seca en cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) quipaquipani, Viacha (en línea). UMSA, Tesis Ing. Agrónomo. UMSA, La Paz, Bolivia.

110p.

Disponible

en:

<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5205/T1431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vivas, h. 2004. La fertilización como herramienta para incrementar la producción de alfalfa.

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : VASQUEZ SANCHEZ JUAN  
PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA  
MUESTRA DE : BIOL  
REFERENCIA : H.R. 70547  
BOLETA : 3655  
FECHA : 01/04/19

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
1204	-	6.17	24.50	41.88	24.80	1698.87	185.39	3177.50

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
1204	-	2867.50	899.25	562.00

LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
1204	-	36.15	0.96	2.80	132.58	3.02

  
Ing. Braulio La Torre Martínez  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
Celular: 946 - 506 - 254  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 8. Resultados del Análisis de laboratorio del biol.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES  
**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**



Solicitante : JUAN VÁSQUEZ SÁNCHEZ

Departamento : CAJAMARCA  
 Distrito :  
 Referencia : H.R. 73124-105C-20

Bolt.: 4316

Provincia :  
 Predio :  
 Fecha : 01/04/2019

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
8312		7.04	1.04	3.43	6.07	232.9	407	53	21	26	Fr.Ar.A.	23.04	18.49	3.60	0.76	0.18	0.00	23.04	23.04	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		N %
Lab.	Claves	
8312		0.50



*B. La Torre*  
 Ing. Braulio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 Celular: 946-505-254  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

**Figura 9.** Resultado del Análisis del suelo del cultivo de alfalfa.



**Figura 9.** Evaluación de altura de mata.



**Figura 10.** Evaluación de número de tallos por mata.



**Figura 11.** Evaluación de número de hojas por tallo.



**Figura 12.** Evaluación del rendimiento por m<sup>2</sup>



**Figura 13.** Pesado del forraje para saber el rendimiento por m<sup>2</sup>.



**Figura 14.** Evaluación de materia seca.

**Tabla 19.** Primera evaluación de rendimiento (a los 42 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	2.10	2.15	2.00	2.15	2.00
II	2.40	2.05	2.10	2.35	1.90
III	1.90	1.75	1.85	1.65	1.70
Total	6.40	5.95	5.95	6.15	5.60
Prom	2.13	1.98	1.98	2.05	1.87

**Tabla 20.** Segunda evaluación de rendimiento (a los 84 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	2.20	1.90	1.90	1.95	1.85
II	2.10	2.25	1.95	1.95	1.65
III	2.10	1.80	2.10	2.20	2.00
Total	6.40	5.95	5.95	6.10	5.50
Prom	2.13	1.98	1.98	2.03	1.83

**Tabla 21.** Tercera evaluación de rendimiento (a los 126 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	2.50	2.50	2.28	2.45	2.30
II	2.65	2.35	2.45	2.45	2.20
III	2.60	2.00	2.35	2.20	2.00
Total	7.75	6.85	7.08	7.10	6.50
Prom	2.58	2.28	2.36	2.37	2.17

**Tabla 22.** Cuarta evaluación de rendimiento (a los 168 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	2.62	2.44	2.50	2.56	2.25
II	2.64	2.45	2.46	2.61	2.20
III	2.59	2.38	2.48	2.48	2.26
Total	7.85	7.27	7.44	7.65	6.71
Prom	2.62	2.42	2.48	2.55	2.24

**Tabla 23.** Cuarta evaluación de altura de mata (a los 168 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	71.2	68.1	67.1	65.1	60.1
II	73.1	67.3	69.0	71.4	62.2
III	69.2	66.2	68.2	70.2	61.1
Total	213.5	201.6	204.3	206.7	183.4
Prom	71.0	67.0	68.1	69.0	61.13

**Tabla 24.** Cuarta evaluación de número de tallos por mata (a los 168 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	82	59	74.0	80	55
II	76	68	72.0	78	57
III	83	65	75.0	79	56
Total	237	192	221	241	168
Prom	80	64	74	79	56

**Tabla 25.** Cuarta evaluación del número de hojas por tallo (a los 168 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	42	37	40	38	35
II	40	38	35	39	35
III	38	39	38	40	34
Total	117	114	113	120	104
Prom	40	38	38	39	35

**Tabla 26.** Cuarta evaluación de materia seca en porcentaje (a los 168 días).

Repeticiones	Tratamientos				
	Agrofol	Folirey	Megacrop	Biol	Testigo
I	24.92	25.92	25.92	26.92	23.92
II	25.92	24.92	24.92	28.92	27.92
III	27.92	26.92	25.92	27.92	26.92
Total	83.76	77.76	78.76	78.76	76.76
Prom	27.92	25.92	26.25	26.25	25.59