



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE FITOTECNIA



TESIS

“Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento y composición química de la alfalfa (*Medicago sativa* L. Var. Monsefú) durante la estación de otoño en la comunidad de Gallito Alto – San José, Lambayeque”

TESISTAS:

- **Bach. Aldrin Mitchel Alarcón Bernal**
- **Bach. Elar Berrú Padilla**

Dr. Ricardo Chávarry Flores
ASESOR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

APROBADO POR:

Ing. M. Sc. Edgar Vega Figueroa
Presidente del Jurado

Ing. M. Sc. Rodil Leodan Córdova Núñez
Secretario del Jurado

Ing. M. Sc. José Neciosup Gallardo
Vocal del Jurado

Dr. Ricardo Chávarry Flores
Patrocinador

DEDICATORIA

*A nuestros padres y familiares por habernos
Apoyado en la ardua senda de nuestra
Formación como profesionales, para un mejor
futuro.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la vida y la oportunidad de desarrollarnos en una carrera como la nuestra, también a nuestro asesor Dr. Chávarry flores Ricardo y al presidente de jurado Ing. M. Sc. Vega Figueroa, Ing.

M. Sc. Neciosup Gallardo y el Ing. M. Sc. Rodis Córdova por darnos las pautas en la metodología de la investigación del presente trabajo. También se agradece al Ing. M. Sc. Carlos Giuria y el Dr. William Sernaqué por brindarnos productos para la ejecución del proyecto de tesis y en especial a los Teachers Isabel Linares y Bruce Pash por la revisión del abstract, al Dr. Ponce Ayala José por las correcciones del análisis estadístico del presente estudio y al Dr. Francis Villena Rodríguez y el Ing. Turay Iván por haber hecho posible realizar los análisis bromatológicos en el laboratorio de nutrición animal Facultad de Ing. Zootecnia

INDICE

LISTA DE TABLAS	1
LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE IMÁGENES	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	6 I.
INTRODUCCIÓN	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1. Aspectos generales acerca de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.).....	10
2.1.1. Origen de la alfalfa	10
2.1.2. Taxonomía de la alfalfa	10
2.1.3. Características morfológicas	11
2.1.4. Requerimientos edafo-climáticos para el cultivo de alfalfa	12
2.1.4.1. Requerimientos climáticos	12
2.1.4.2. Requerimientos edáficos	14
2.1.5. Manejo del cultivo de alfalfa.....	16
2.1.6. Composición química de la alfalfa	17
2.1.7. Uso de aguas residuales tratadas	19
2.1.8. Bioestimulantes Agrícolas	20
2.2. Antecedentes bibliográficos	23
2.2.1. Aplicaciones con productos foliares en alfalfa	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Medio experimental	28
3.1.1. Localización del campo experimental	28
3.1.2. Duración del experimento	28
3.1.3. Registro de datos meteorológicos	28

3.1.4. Estudio del suelo	29
3.2. Material experimental	31
3.2.1. Forraje	31
3.2.2. Bioestimulantes	31
3.2.3. Materiales y equipos de campo	31
3.2.4. Materiales y equipos de laboratorio	31
3.3. Factores en estudio	32
3.3.1. Factor I: Tratamientos desarrollados en la investigación	32
3.3.2. Factor II: Cultivo de alfalfa	32
3.3.3. Área del campo experimental	33
3.4. Conducción del experimento	33
3.4.1. Instalación y delimitación de los tratamientos	33
3.4.2. Aplicación con los bioestimulantes foliares	34
3.4.3. Control de plagas	35
3.4.4. Control de malezas	35
3.4.5. Cosecha del forraje	35
3.5. Evaluaciones de los componentes de rendimiento en campo	37
3.6. Análisis bromatológicos	39
3.7. Diseño experimental y análisis estadístico	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Análisis de variancia de los parámetros evaluados	47
4.1.1. Altura de planta	49
4.1.2. Diámetro de tallo	51
4.1.3. Número de hojas/tallo	54
4.1.4. Número de ramas/tallo	56
4.1.5. Número de coronas/m ²	59
4.1.6. Número de tallos/corona	61

4.1.7. Proporción hoja/tallo	64
4.1.8. Rendimiento de forraje verde, expresado en kg/ha	67
4.1.9. Rendimiento de materia seca, expresado en Kg/ha.	68
4.2. Porcentaje de materia orgánica	73
4.3. Porcentaje de Cenizas	75
4.4. Porcentaje de proteínas	77
4.5. Porcentaje de fibra detergente ácida (FDA)	81
4.6. Porcentaje de fibra detergente neutra (FDN)	84
4.7. Correlación y regresión lineal de los parámetros de rendimiento vs materia seca/ha	88
VI. CONCLUSIONES	94
VII. RECOMENDACIONES	95
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96
VIII. ANEXOS	101
8.1. Análisis de variancia combinado e individual, para las características evaluadas en campo.....	101
8.2. Morfo - fisiología de la planta de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 01. Datos meteorológicos del trabajo experimental, Lambayeque, 2018	28
Tabla 02. Análisis físico – químico del suelo experimental, fundo Llaja, San José Lambayeque	30
Tabla 03. Análisis de variancia combinado de los parámetros evaluados en campo	48
Tabla 04. Altura y diámetro de tallo de alfalfa, Var. Monsefú durante la estación de otoño en los cortes I, II y III	53
Tabla 05. Número de hojas/tallo y ramas/tallo, evaluados en Var. Monsefú durante la estación de otoño en los cortes I, II y III	58
Tabla 06. Número de coronas/m ² y tallos/corona, evaluados en Var. Monsefú durante la estación de otoño en los cortes I, II y III	63
Tabla 07. Proporción hoja/tallo evaluados en alfalfa en la Var. Monsefú durante la estación de otoño en los cortes I, II y III	66
Tabla 08. Rendimiento de forraje verde y materia seca de la alfalfa Var. Monsefú, según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, expresado en kg/ha	72
Tabla 09. Contenido de materia seca, materia orgánica, cenizas y proteínas de la alfalfa Var. Monsefú expresada en base seca según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, Comunidad de Gallito Alto - San José, Lambayeque 2018	80
Tabla 10. Contenido de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) de la Var. Monsefú, expresada en base seca según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, Comunidad de Gallito Alto, San José, Lambayeque 2018 ...	87
Tabla 11. Análisis de correlación y regresión lineal simple entre materia seca/ha vs los atributos agronómicos	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta, según tratamientos en promedio de los tres cortes.	50	Figura
2. Altura de planta, según cortes en promedio de tratamientos	50	
Figura 3. Diámetro de tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes	52	
Figura 4. Diámetro de tallo, según cortes en promedio de los tratamientos	52	Figura
5. Número de hojas/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes	55	
Figura 6. Número de hojas/tallo, según cortes en promedio de los tratamientos.....	55	
Figura 7. Número de ramas/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes	57	
Figura 8. Número de ramas/tallo, según cortes en promedio de tratamientos	57	Figura
9. Número de coronas/m ² , según tratamientos en promedio de los tres cortes	60	
Figura 10. Número de coronas/m ² , según cortes en promedio de tratamientos	60	
Figura 11. Número de tallos/corona, según tratamientos en promedio de los tres cortes	62	
Figura 12. Número de tallos/corona, según cortes en promedio de tratamientos	62	
Figura 13. Proporción de hoja/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes	65	
Figura 14. Proporción de hoja/tallo, según cortes en promedio de tratamientos	65	
Figura 15. Rendimiento de forraje verde/ha, según tratamientos en promedio de los tres cortes	69	
Figura 16. Rendimiento forraje verde/ha, según cortes en promedio de tratamientos	69	Figura
17. Rendimiento seca/ha, según tratamientos en promedio de los tres cortes	71	
Figura 18. Rendimiento de materia seca/ha, según cortes en promedio de tratamientos.....	71	
Figura 19. Porcentaje de materia orgánica, según tratamientos en promedio de los tres cortes	74	
Figura 20. Porcentaje de materia orgánica, según cortes en promedio de tratamientos	74	
Figura 21. Porcentaje de cenizas, según tratamientos en promedio de los tres cortes.....	76	
Figura 22. Porcentaje de cenizas, según cortes en promedio de tratamientos	76	Figura
23. Porcentaje de proteínas, según tratamientos en promedio de los tres cortes	79	
Figura 24. Porcentaje de proteínas, según cortes en promedio de tratamientos	79	
Figura 25. Porcentaje de fibra detergente ácida, según tratamientos en promedio de los tres cortes	83	

Figura 26. Porcentaje de fibra detergente ácida, según cortes en promedio de tratamientos .	83
Figura 27. Porcentaje de fibra detergente neutra, según tratamientos en promedio de los tres cortes	86
Figura 28. Porcentaje de fibra detergente neutra, según cortes en promedio de tratamientos	86
Figura 29. Análisis de regresión y correlación lineal, para número de ramas vs materia seca/ha	90
Figura 30. Análisis de regresión y correlación lineal, para número de hojas/tallo vs materia seca/ha	90
Figura 31. Análisis de regresión y correlación lineal, para altura de planta vs materia seca/ha	91
Figura 32. Análisis de regresión y correlación lineal, para diámetro de tallo vs materia seca/ha	91
Figura 33. Análisis de regresión y correlación lineal, para número de tallo/corona vs materia seca/ha	91
Figura 34. Análisis de regresión y correlación lineal, número coronas/m ² vs materia seca/ha	92
Figura 35. Análisis de regresión y correlación lineal, para FV/ha vs materia seca/ha	93

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Delimitación de las parcelas demostrativas en el alfalfar	34
Imagen 2. Cosecha del forraje, segadas con hoz	36
Imagen 3. Determinación de materia seca puestas a la estufa a 65°C/48 horas	38
Imagen 4. Conjunto de 10 tallos de alfalfa, muestreadas para determinar la proporción hoja/tallo	39
Imagen 5. Digestor de proteínas (Izq.) y muestra después del proceso de digestión (Der.) ...	40
Imagen 6. Destilación y titulación de las muestras, después del proceso de digestión de proteína	41
Imagen 7. Digestión de fibra FDA y FDN, con sus respectivas soluciones.	43
Imagen 8. Muestras de 1g de alfalfa molida en crisoles, puestos en la estufa a 105°C/12h,	

para determinar la materia seca total.	44
Imagen 9. Muestras de 1g de alfalfa molida en crisoles, puestos a la mufla a 500°C/5h, para la determinar el contenido de cenizas.....	44

RESUMEN

Se trabajó en un alfalfar de un año de establecido en la zona de Gallito Alto – San José, Lambayeque, durante los meses de abril hasta agosto del 2018 con los objetivos de determinar el rendimiento de materia verde, materia seca, evaluar los componentes de rendimiento de la alfalfa y su contenido de proteína cruda, cenizas, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). El diseño utilizado fue de Bloques al Azar con cuatro repeticiones y tres épocas de corte; el proyecto de investigación se hizo con siete tratamientos y además se realizó la prueba de comparación de Tukey a un nivel de confianza del 0.05%. Encontrándose en el parámetro altura de planta que, la máxima altura lo obtuvo el tratamiento T₄ (66.6 cm) segundo corte y, en cuanto al diámetro de tallo el mayor valor fue notado en el T₂ (3.5 mm) segunda evaluación. Observando el número de hojas/tallo el T₁ (23.9) segundo corte, registró el mejor valor numérico. Por otra parte, acorde a la característica ramas/tallo, el T₆ (3.7) primer corte, fue el mayor evaluado. Además, el tratamiento T₅ (51.0) tercer corte, mostró un número de coronas/m² superior a los demás. Por otro lado, el número de tallos/corona el tratamiento T₂ (7.8) segundo corte, registró el mejor resultado, asimismo, la máxima proporción de hojas se observó en el tratamiento T₅ (51.6%) tercer corte y lo de tallos en el T₃ (60%) segundo corte. De acuerdo al rendimiento de forraje verde/ha el tratamiento T₄ (9100 kg) segunda evaluación, mostró el mejor peso y, en lo que se refiere a materia seca/ha el tratamiento T₅ (3026 kg) en el mismo corte superó a todos. Los análisis bromatológicos muestran un mayor porcentaje proteico en el tratamiento T₅ (25.6%) segundo corte y, un máximo valor porcentual de materia orgánica en el T₅ (90.7%) en el mismo corte. Además, el contenido promedio de cenizas, el mejor porcentaje se registró en el T₆ (14.7%) primer corte. Respecto al porcentaje de FDA el tratamiento T₃ (40.9%) segundo corte, superó a todos los tratamientos y, analizando el FDN encontramos en el T₁ (69.6%) primer corte, siendo el máximo porcentaje alcanzado. Por otro lado, reportando el análisis de regresión, solo el parámetro hojas/tallo y ramas/tallo manifestaron una dependencia negativa cuando se le compara con la materia seca/ha, en los demás atributos se puede observar una tendencia positiva en cada respectivo gráfico.

Palabras clave: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), proteína, cenizas, materia orgánica, materia seca (MS), base seca (B.S).

ABSTRACT

The study was conducted in a one-year-old alfalfa field that had been established in the area of Gallito Alto - San José, Lambayeque, during the months from April to August 2018 with the objectives of determining the yield of green matter, dry matter, evaluate the yield components of alfalfa and its crude protein content, ashes, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA). The design used was Random Blocks with four repetitions and three cutting times; the research project was made with seven treatments and furthermore the Tukey comparison test was performed at a confidence level of 0.05%. Being in the height of the plant parameter, the maximum height was obtained by the treatment T₄ (66.6 cm) second cut and, as for the stem diameter, the highest value was noted in the T₂ (3.5 mm) second evaluation. Observing the number of leaves / stem on T₁ (23.9) second cut, identifying the best numerical value. On the other hand, according to the characteristic branches / stem, the T₆ (3.7) first cut was the highest evaluated. In addition, the treatment T₅ (51.0) third cut, showed a number of crowns / m² higher than the others. At the same time, the number of stems / crown treatment T₂ (7.8) second cut, determined the best result; also, the maximum proportion of leaves was observed in the treatment T₅ (51.6%) third cut and that of stems in T₃ (60%) second cut. According to the green forage yield / ha the treatment T₄ (9100 kg) second evaluation, showed the best weight and, as regards to the dry matter / ha the treatment T₅ (3026 kg) in the same cut exceeded all. The bromatological analysis show a higher protein percentage in the treatment T₅ (25.6%) second cut and a maximum percentage value of organic matter in the T₅ (90.7%) in the same cut. In addition, in the average ash content, the best percentage was recorded in the T₆ (14.7%) first cut. Regarding the percentage of FDA, the treatment T₃ (40.9%) second cut exceeded all treatments and, analyzing the FDN we found in the T₁ (69.6%) first cut, the maximum percentage reached. On the other hand, reporting the regression analysis, only the leaves / stem and branches / stem parameter showed a negative dependence when compared with dry matter / ha, in the other attributes can see a positive trend and can be observed in each respective graphic.

Key words: neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), protein, ashes, organic matter, dry matter (MS), dry basis (B.S).

I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa L*), considerada la reina de los forrajes, por sus rendimientos y valor nutritivo; es el cultivo forrajero que más área sembrada se tiene en la región Lambayeque. En cuanto a la producción de alfalfa expresada en toneladas por hectárea para el año 2016 fue de 84.914 y con una superficie cosechada de 2.602 hectáreas, obteniendo un rendimiento en kilogramos por hectárea de 32.634 y con un precio en chacra de S/. 0.25 (MINAGRI, 2016). Asimismo, las zonas que están cerca al mar, poseen condiciones de clima y suelo aptas para el cultivo de alfalfa, cuya cosecha es continua durante todo el año, generando una actividad fluida en lo económico y social. También es conocido que en diversos eventos ligados a la producción de leche y carne; existe consenso de que, frente a cualquier problemática del sector ganadero, una primera alternativa de solución es ampliar el área forrajera actual, porque esta representa la fuente de mayor disponibilidad en el mundo entero y la modalidad más económica para satisfacer gran parte de los requerimientos nutricionales de los rumiantes y más aún cuando se trata de forrajes cultivados como lo es la alfalfa. Además, los agricultores no efectúan en gran parte las buenas prácticas de manejo que necesita este cultivo, afectándolos no solo a una baja producción de leche de sus animales sino también en su comercialización por sus bajos rendimientos. De ahí que se necesita incrementar los rendimientos y calidad de la alfalfa, usando bioestimulantes foliares que hasta la fecha en dicha zona no se viene utilizando; lo que va a servir para aumentar el forraje verde, materia seca y mejorar su composición química de la alfalfa durante la estación de otoño. Es por esto que es necesario prepararnos para afrontar los momentos críticos, planificando y diseñando estrategias para satisfacer los requerimientos de forraje, especialmente durante épocas críticas del año. Ante esta situación, el presente trabajo busca investigar qué respuesta producen en la planta los bioestimulantes foliares sobre el rendimiento y composición química en la estación de otoño de la alfalfa Var. Monsefú de un año de edad en el sector “Gallito Alto” del distrito de San José – Lambayeque; proponiendo para esto los siguientes objetivos:

▪ **Objetivo general**

- Determinar el efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento de forraje verde, materia seca, y mejorar la composición nutritiva en el cultivo de alfalfa, durante la estación de otoño.

▪ **Objetivos específicos**

- Evaluar algunos atributos agronómicos relacionados con el rendimiento, como: Altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, proporción hoja/tallo, número de tallos/corona, número de coronas/m², número de ramas/planta.
- Determinar mediante análisis bromatológicos: proteína cruda, materia orgánica, cenizas, fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN).
- Determinar los rendimientos de forraje verde y materia seca/ha, después de la aplicación con los bioestimulantes.
- Determinar el análisis de regresión simple entre el rendimiento de materia seca/ha y los atributos agronómicos evaluados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales acerca de la alfalfa (*Medicago sativa* L.)

2.1.1. Origen de la alfalfa

Del Pozo (1983), hace referencia sobre el origen de la alfalfa en Asia menor y sur del Cáucaso, abarcando esta zona geográfica de Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Pakistán y Cachemira. De aquí es probable que se extendiese el cultivo a Grecia, como consecuencia de las guerras médicas (aproximadamente 470 años A.C). Serían, los griegos quienes dieron el nombre de médica, que recogido por los Romanos se ha conservado hasta nuestros días como denominación de su género botánico. Con la caída del imperio romano, el cultivo casi desaparece de Europa, pero quedarán algunos sitios que luego fue aprovechado para su difusión; los árabes la transportaron a través de África, desde Persia hasta la reciente conquistada España, desde la península Ibérica se transportaría al resto del mundo.

2.1.2. Taxonomía de la alfalfa

Belizario (2016), citando a Lozano (2006) añade en su trabajo la siguiente descripción botánica, siguiendo el método de clasificación botánica según A. Engler: Reino: vegetal

Sub Reino: Phanerogamae

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Sub Clase: Archyclamidae

Orden: Rosales

Familia: Fabaceae

Sub Familia: Papilionoideae

Tribu: Trifoleae

Género: *Medicago*

Especie: *Medicago sativa* L.

2.1.3. Características morfológicas

UPNA (s.f), menciona la siguiente información acerca de la morfología de la alfalfa: planta perenne de 10-80 cm, herbácea, de pilosidad variable; hojas trifoliadas, foliolos

ovalados más o menos estrechos, con el margen aserrado en su extremo y el central peciolulado, estípulas subenteras; flores color violeta a púrpura o amarilla, presentando una inflorescencia con numerosas flores en racimos densos terminales, con un pedúnculo más largo que la hoja adyacente; como fruto posee una legumbre espiralada (2-3 espiras abiertas). Además, incluye dos subespecies, *M. sativa* subsp. *sativa*, con legumbre espiralada y flores violetas; *M. sativa* subsp. *falcata* L. la cual tiene las flores amarillas, con estrías pardas, y la legumbre falciforme. Entre ambas, tratadas también como especies independientes, existe una gradación continua, incluyéndose los ejemplares intermedios en la subsp. “x” varía, de origen hibridógeno.

Del Pozo (1983), describe las siguientes características morfológicas: hojas compuestas, presentando estípulas, peciolo, raquis, peciólulos y folíolos; en cuanto a la flores presentan características de la subfamilia de las Papilionoidea, con colores vistosas que suelen variar del amarillo al violeta, presentan cinco pétalos distintos (pentámeras), recibiendo el nombre de: estandarte, es el pétalo superior (suele ser el mayor); las alas, situadas en ambos lados del estandarte y separados del mismo, los dos últimos delanteros se encuentran soldados por uno de los bordes y forman la quilla; la corola formada por tres pétalos separados y dos unidos en una sola pieza. Además, posee un cáliz formado por cinco sépalos, formando el tubo del cáliz (posee un androceo formado por diez estambres, generalmente diadelfos (nueve soldados en su base y uno libre), formando en su base un tubo (gineceo o pistilo).

INFOAGRO (2004), alude que la alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas, se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto; presentando una raíz principal pivotante (para el caso de *M. sativa*, porque en *M. falcata* esta característica de la raíz cambia, presentando una raíz “fasciculada”), robusta y muy desarrollada hasta 5 m. de longitud, con numerosas raíces secundarias. Además, posee una corona que sale del terreno (en cambio *M. falcata*, posee una corona bajo la superficie del suelo, lo que la hace “tolerante a las heladas y al pastoreo”) de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos, estos a su vez, son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, también son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega; en cuanto a sus hojas, estas son trifoliadas, aunque las primeras hojas

verdaderas son unifoliadas, estas son las que emergen después de las cotiledonales, posee márgenes que son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados. Posee unas flores, características de esta familia es la de la subfamilia Papilionoidea, estas son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas (para *M. falcata*, las flores son amarillas); *M. sativa* presenta un fruto que es una legumbre indehiscente sin espinas que contiene entre 2 y 6 semillas amarillentas, arriñonadas, de 1.5 a 2.5 mm de longitud.

2.1.4. Requerimientos edafo-climáticos para el cultivo de alfalfa

2.1.4.1. Requerimientos climáticos

- **Temperatura**

INFOAGRO (2004), menciona acerca de la temperatura con la que germina la semilla es de 2 a 3 °C, pero cuanto más alta sea la temperatura, antes germinará la semilla, estando su óptimo en 28-30 °C. Esta planta es muy resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -15 °C, también es resistente a la sequía, aunque necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca (800 litros de agua para producir 1 kg de materia seca). Si queremos que este cultivo sea aún más resistente a la sequía tendremos que hacer aportaciones importantes de potasio. Además, en el invierno, podría tolerar los encharcamientos de agua durante 2 ó 3 días (no siendo favorable en el período de crecimiento vegetativo), si el encharcamiento se prolongase las raíces morirían por asfixia radicular.

ECOHORTUM (2013), reporta que, la temperatura óptima para el cultivo de alfalfa es de 18-28 °C. La semilla de la alfalfa podría germinar a temperaturas de 2-3 °C, el aumento de las temperaturas (hasta un óptimo de 28-30 °C) acelera la germinación. Es importante destacar que temperaturas mayores a 35 °C resultan perjudiciales para la planta; durante el invierno con sus bajas temperaturas, la alfalfa detiene su crecimiento hasta la primavera.

Becker (s.f), manifiesta que en primavera, debido al incremento de la temperatura del aire y del suelo, y de la cantidad de horas luz, las plántulas de alfalfa tienen un mayor desarrollo de tallos y hojas en relación al de raíces.

- **Radiación solar**

INFOAGRO (2004), señala que, es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región. Además, la radiación solar favorece la técnica del presecado en campo en las regiones más cercanas al ecuador, y dificulta el secado en las regiones más hacia el norte.

Durand (2014), citando a Choque (2005), sostiene que, la radiación solar afecta principalmente en el proceso fotosintético de la planta, también en el desarrollo estructural, desarrollo reproductivo, floración, producción de semillas y en el fotoperiodo de la planta.

Becker (s.f), señala que las siembras de fines de verano, época en que disminuye la cantidad de horas de luz, favorecen el crecimiento de raíces por sobre la producción de tallos y hojas; las siembras de fin de verano son más convenientes que las de primavera. Las principales razones están en la posibilidad de realizar una mejor preparación del suelo antes de la siembra, la menor probabilidad de incidencia de malezas y plagas, la adecuada temperatura del suelo y la utilización durante toda la temporada del crecimiento siguiente. El alfalfar logrado en esta época tendrá en su próxima temporada de crecimiento, una vez que aumente la temperatura y la cantidad de horas de luz, un vigoroso rebrote por poseer un sistema radical bien desarrollado.

- **Precipitación pluvial**

Soriano (2003), al citar a (Krogman y Lutwick) fijan como cifra mínima para climas frescos de montaña en Canadá los 450 milímetro de lluvia, mientras que para climas cálidos, áridos y desérticos este límite se eleva a los 1400 milímetros, en cambio para climas mediterráneos sitúa las necesidades de agua en 1200mm.

2.1.4.2. Requerimientos edáficos

- **pH del suelo**

INFOAGRO (2004), sugiere que el suelo no debe tener una acidez elevada, si el pH estuviese por debajo de 6 habría que encalar los suelos cada dos años; para tal caso una

enmienda al suelo sería lo recomendable; como los efectos del calcio son muy beneficiosos para la alfalfa, pues: elevan el pH, aumentan el contenido del ión calcio y frena la absorción de aluminio y manganeso (perjudiciales para la planta), siendo el óptimo de pH 6.5 a 7.5 para este cultivo. Se menciona que, cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo, esto no ocurre cuando la planta tiene mayor porte. Por otra parte, los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para cultivar alfalfa.

Lus (2015), menciona que la alfalfa es una especie que se caracteriza por tolerar un rango de pH de suelos muy amplio, este forraje se desarrolla adecuadamente con un Ph de 6 a 7.5 siendo más sensible a la acidez que a los pH elevados. Es por este motivo que, ante la presencia de pH superior a 7.5 puede analizarse la posibilidad de seguir utilizando esta especie como productora de forraje. En cuanto al exceso de sales en el suelo, afecta principalmente a la capacidad de producción vegetal entre otras cosas, ya que, al aumentar el potencial osmótico del suelo, somete a la planta a una sequía fisiológica al retener el agua y no dejarla disponible para el vegetal, es decir, cuánto más sales estén en la solución del suelo, menos agua tendrán disponible las plantas.

- **Tipos de suelos**

Duarte (2016), infiere que la alfalfa requiere suelos bien aireados porque es muy sensible al anegamiento (encharcamiento del agua); la fotosíntesis puede quedar más afectada en esas condiciones que en las situaciones de déficit hídrico, la magnitud del daño dependerá del estado fisiológico de la planta y de la temperatura ambiental. Además, esta leguminosa no desarrolla bien en suelos de textura fina y tampoco le son favorables los salinos o alcalinos, ya que poseen conductividades eléctricas superiores a los 8 milimos, que reducen la producción en un 50 o 65 por ciento.

Morales (2013), señala en cuanto al tipo de suelo, esta leguminosa requiere suelos profundos y aireados, por lo que los suelos para la siembra deben ser de textura liviana e intermedia; los suelos pesados, arcillosos y arcillo limosos no son aconsejados por ser una especie sensible a la asfixia radicular (más de 24 horas con agua en superficie produce la muerte radicular). Además, antes de la selección de lote a sembrar se debe llevar a cabo la preparación del suelo y efectuarse el análisis de los niveles de salinidad,

debido a que induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea (sobre todo en estado de plántula). Por otro lado, el laboreo del suelo, será necesario hacer labores profundas para mejorar la aireación del mismo y permitir el correcto desarrollo evitando la asfixia radicular del cultivo, haciendo uso del cincel y subsolador; en cuanto al ancho de las melgas o surcos, eso dependerá del tipo de suelo de la finca, pero es importante considerar que sea el múltiplo exacto del ancho de corte de la segadora o cortadora de pasto (en el caso de usarse cosechadora).

- **Salinidad**

Soriano (2003), dice que la alfalfa es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado y arroseteado. Además, el incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea, así como el efecto que tiene sobre la limitante de la absorción de agua por la planta.

Lus (2015), añade acerca del factor salinidad, dice que valores superiores a 4 dS/m los que determinan problemas de salinidad en el suelo. El exceso de sales en el suelo, afecta principalmente a la capacidad de producción vegetal entre otras cosas, ya que, al aumentar el potencial osmótico del suelo, somete a la planta a una sequía fisiológica al retener el agua y no dejarla disponible para el vegetal. Cuánto más sales estén en la solución del suelo, menos agua tendrán disponible las plantas. Para el caso de la alfalfa, una conductividad eléctrica de 6 dS/m implica una reducción del 25% en el rendimiento potencial, siendo del 50% para 8 dS/m y prácticamente nula la posibilidad de producción para valores superiores a 10 dS/m.

2.1.5. Manejo del cultivo de alfalfa

- **Densidad de siembra**

Paulletti (s.f), menciona acerca de la siembra puede realizarse en otoño o en primavera, la densidad de siembra usada es de 12 a 15 kilos/ha, con semilla de buena calidad, recomendando desinfección con insecticidas sistémicos como Imidacloprid o Thiamethoxam que controlan el ataque inicial de pulgones que cada vez es más frecuente en alfalfa. La siembra no debe ser muy profunda, no debe ser más de 2.5 a 3

cm pudiendo sembrarse un poco más profundo en primavera ya que el suelo está más caliente y el agua se va más rápido; en el caso de las siembras en semilleros es aconsejable disminuir la densidad de siembra a 10 kilos, ya que, se ha visto que a bajas densidades producen más semilla.

Casado (2011), recomienda que la semilla a utilizar tiene que ser de buena calidad y debe inocularse con *Rhizobium meliloti* para que tenga una mejor captación natural del nitrógeno ambiental. La densidad de siembra recomendada es de 10 a 12 kg de semilla por hectárea, la que deberá ser depositada a una profundidad no mayor a 2cm. La alfalfa suele sembrarse pura, lo más probable es que la siembra se haga sobre terreno preparado con anticipación, pero también puede realizarse en siembra directa.

- **Fertilización**

AEFA (s.f), comentan en cuanto a la fertilización del cultivo, no es una planta muy exigente, pero habrá que aportarle fósforo y potasio en la cuantía de las extracciones del cultivo, y si el desarrollo nodular es el adecuado no necesitará de incorporación de abono nitrogenado.

Duarte (2016), hace referencia en sus investigaciones que los requerimientos nutricionales varían según el nivel de producción y el manejo al que está sometido el cultivo, por ejemplo, las necesidades son máximas cuando la alfalfa se usa exclusivamente para corte, porque no existe un reciclado de nitrógeno a través de la orina del ganado o del potasio y fósforo mediante la bosta. Estos últimos se pueden reciclar en un 70 u 80 por ciento; el fósforo es necesario para lograr un establecimiento exitoso y un buen desarrollo de las raíces; el nitrógeno lo obtiene mediante su relación simbiótica con la bacteria *Rizobium melliloti*, los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada de N depende del número de plantas que tiene la pastura. El potasio es demandado en altas cantidades y es esencial para aumentar la tolerancia al frío y también para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades.

- **Recolección del forraje en campo**

AEFA (s.f), hace referencia que, para las labores de recolección, la siega se suele hacer cada 30-35 días, con 5 ó 6 cortes anuales, para el caso de lugares con climas contrastantes, como un invierno intenso que impide el brotamiento; para la siega debe

buscarse el momento que el 10% de las plantas se encuentren en floración, que es cuando se logra el mayor equilibrio entre la cantidad y la calidad. El volteado e hilerado (del forraje segado en el campo), se lleva a cabo trascurridas unas 24 horas con la finalidad de que en la recogida, la humedad del producto sea lo más homogénea posible. El presecado en campo (horas entre siega y recogida), es variable dependiendo del destino; en el caso de ir a la deshidratación este será de unas 48 horas en verano y si el destino es el empacado para rama, este periodo se dilata hasta unos cinco o seis días. En cuanto a la recolección, el sistema de recogida también es variable dependiendo del destino, en el caso de ir para rama se utilizan empacadoras que la prensan en forma rectangular o redondo; si el destino es la industria deshidratadora la recogida se hace con carro picador el 80% de la superficie y con picadora y remolque en el 20% restante. Además, se menciona que, en las zonas de cultivo más tradicionales estos pueden situarse entre 13 y 15 t/ha de rendimiento al 12% de humedad.

2.1.6. Composición química de la alfalfa

Hoyos (2007), citando a Mc Dowell *et al.* (1974) en una de sus investigaciones indican que: el alfalfar en el primer y tercer corte, el contenido de cenizas estuvo entre 10.9 y 10.1 %, 22.8% y 22.4% de fibra cruda, 3.9% y 5.2% de extracto etéreo (grasa), 23.2% y 20.9% en proteína cruda, respectivamente, todo fue analizado en base seca.

Romero *et al.* (1997), infieren acerca de la composición química de la alfalfa, encontrando unas proporciones adecuadas en dicho forraje de: 19,5% de materia seca (MS), 23,5% de proteína bruta (PB), 41% de fibra detergente neutro (FDN), 30% de fibra detergente ácido (FDA), 65,5% de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y 2,4 megacalorías de energía metabolizable por kilogramo de materia seca.

Cruz y Sánchez (2000), informan acerca de los análisis de FDA y FDN las cuales son obtenidas al hervir una muestra de alimento o forraje durante una hora en una solución detergente ácida o detergente neutra respectivamente; en cuanto a FDA el ácido disuelve la hemicelulosa, así que la FDA es una medida de la celulosa, lignina, cutina y sílica; esta fracción se correlaciona negativamente con la digestibilidad de los alimentos y por

consiguiente con su aporte de energía. El contenido de FDA de los alimentos fibrosos se ha utilizado para estimar el contenido de energía de los mismos; la principal limitación de las ecuaciones que se basan en la FDA, es que al basarse en una única variable son específicas para una población, a partir de la FDA se determinan los contenidos de lignina y sílica. Además, un análisis de FDN ofrece una estimación más precisa del total de fibra o pared celular en el alimento; FDN es una medida de la celulosa, hemicelulosa, lignina, cutina y sílica, de las diferentes fracciones de los alimentos y forrajes, la FDN es la que mide mejor la capacidad de los mismos de ocupar volumen en el tracto gastrointestinal, por lo que generalmente se asocia con el llenado físico del animal o sea con su capacidad de consumo de materia seca (MS).

FEDNA (2016), argumentan que la alfalfa de calidad contiene alrededor de un 50% de pared celular, con una composición de fibra muy equilibrada. Por término medio incluye un 8% de pectinas, un 10% de hemicelulosas, un 25% de celulosa y entre 7 a 8% de lignina. Por ello, asegura un rápido tránsito digestivo, un aporte significativo de fibra soluble y una alta capacidad tampón, esto unido a su elevada palatabilidad, hace de la alfalfa un ingrediente de elección en piensos para vacas y conejos de alta producción; debido a su alto contenido en pectinas y otras fuentes solubles de fibra, el valor energético digestible de la alfalfa es muy superior (hasta en un 20%). La alfalfa es una buena fuente de macrominerales, especialmente de calcio, cloro y potasio, lo que a veces puede ser un inconveniente incluso sus niveles de fósforo y magnesio son aceptables. Además, el P de la alfalfa no se encuentra en forma de fitatos por lo que su disponibilidad para monogástricos es muy elevada en cuanto al contenido en microminerales (manganeso, cinc, cobre, hierro), vitaminas (especialmente vitamina E, vitamina D, biotina, colina, provitamina A y pigmentos es elevado, alrededor de un 25% de la proteína bruta es nitrógeno no proteico altamente soluble en el contenido ruminal, por otro lado, la alfalfa, también contiene cenizas 10.6 %, humedad 9.9 %, FDN 38.0 %, FDA 28.6 %, Almidón 0.5 % y azúcares 3.4 %.

2.1.7. Uso de aguas residuales tratadas

Moscoso (2016), advierte acerca del riesgo potencial de transmitir enfermedades entéricas por el uso de las aguas residuales en el riego agrícola. Por eso ya desde 1968

el Estado de California estableció que solo se podían utilizar para el riego agrícola aquellas aguas residuales que logren reducir de 23 a 2.3 coliformes totales CT/100 ml, según el cultivo. Esta alta exigencia de calidad demandaba un tratamiento de las aguas residuales casi igual que su potabilización. También, era incongruente frente al límite de 1,000 CT/100 ml, exigido en el uso de las aguas superficiales como ríos. Por otro lado, los CT pueden existir en los ambientes naturales, sin que indiquen una contaminación fecal. Además, dicho autor citando a la (OMS, 1974), la cual propuso utilizar aguas residuales con no más de 100 coliformes fecales (CF) por 100 ml para el riego agrícola sin restricciones (todo tipo de cultivo), valor más accesible y enfocado en un indicador directo de contaminación fecal; como es difícil detectar y cuantificar a los patógenos causantes de estas enfermedades, los ingenieros sanitarios y las autoridades de salud pública utilizan como organismo indicador de la contaminación a los coliformes fecales y usan la prueba del número más probable de coliformes fecales en 100 ml de agua (NMP/100 ml). Estos organismos actualmente se les conocen como coliformes termo tolerante (CTT).

Salas (2017), hace mención que el tratamiento de las aguas residuales para fines de reutilización, tiene como principal fin la reducción considerable de los microorganismos patógenos, además de la eliminación de malos olores u otras sustancias que generen un efecto negativo; por ejemplo, en el caso de riegos agrícolas, los sólidos en suspensión que pueden obstruir las boquillas de los aspersores y goteros. Además, señala que el riego se debe interrumpirse dos semanas antes de la recolección de la cosecha de productos de consumo humano en fresco y para el caso de árboles frutales, se advierte que la fruta no debe ser recogida del suelo, sugiere que el sistema de riego apropiado debe ser por goteo, y no el empleado por aspersion o microaspersion ya que existe la posibilidad de que se produzca aerosolización, es decir, la dispersión del fluido en forma de aerosol, sobre todo cuando se trabaja con presiones medias-altas ; en este caso deben cumplirse las siguientes exigencias para evitar o minimizar el contacto de las personas con el agua.

2.1.8. Bioestimulantes Agrícolas

Zandonadi et al. (2007), exponen que las crecientes evidencias sobre las sustancias húmicas pueden inducir el crecimiento y la productividad de las plantas al funcionar como una fuente ambiental de actividad auxínica. Se propone una visión complementaria del mecanismo de crecimiento ácido en el que una activación concertada de las bombas de plasmasma y tonoplast H⁺ desempeña un papel clave en el proceso de expansión de la célula en la raíz conducido por moléculas derivadas del entorno dotadas de actividad auxínica, como el de las sustancias húmicas.

Calvo (2014), manifiesta que los efectos de los bioestimulantes a menudo se han atribuido a la presencia de hormonas de crecimiento y compuestos de bajo peso molecular responsables de los efectos potenciadores de crecimiento en las plantas; como aumento de la formación de raíces laterales, volumen total de raíz y longitud, así también como, la absorción de nutrientes. El extracto de algas tiene un efecto positivo sobre el desarrollo de las plantas, mejora el índice de crecimiento, prolificidad del sistema radicular y mejora la tolerancia al estrés biótico y abiótico; además el extracto de algas marinas estimula el crecimiento de alfalfa y la nodulación de las raíces al mejorar la asociación con *Rhizobium meliloti* a los pelos radiculares.

Kloepper et al. (2014), sugieren que los bioestimulantes fomentan el crecimiento y desarrollo de plantas a lo largo del ciclo de vida del cultivo desde la germinación de la semilla hasta la madurez de la planta en varias formas demostradas, que incluyen pero no se limitan a mejorar la eficiencia del metabolismo de la planta para inducir aumentos de rendimiento y mejorar la calidad del cultivo; aumentar la tolerancia de la planta y la recuperación de tensiones abióticas; facilitando la asimilación, translocación y uso de nutrientes; mejorar los atributos de calidad de los productos, incluidos el contenido de azúcar, el color, la siembra de frutas, etc. También hace que el uso del agua sea más eficiente; mejorar ciertas propiedades fisicoquímicas del suelo y fomentar el desarrollo de microorganismos complementarios del suelo.

Canellas et al. (2015), detallan que la evidencia actual de los efectos de bioestimulantes de las sustancias húmicas se caracterizan por cambios estructurales y fisiológicos en las raíces y brotes relacionados con la absorción, asimilación y distribución de nutrientes

(rasgos de eficiencia de uso de nutrientes). Además, pueden inducir cambios en el metabolismo primario y secundario de la planta relacionado con la tolerancia al estrés abiótico que modulan colectivamente el crecimiento de la planta y promueven la aptitud física. En conclusión, la aplicación exógena de sustancias húmicas dentro de los sistemas agronómicos puede utilizarse para ayudar al desarrollo de la intensificación sostenible; como la mayoría de las sustancias húmicas utilizadas en la agricultura se derivan actualmente de recursos no renovables como el carbón y la turba, la promoción de esta tecnología también requiere el desarrollo de nuevas fuentes sostenibles de productos húmicos, por ejemplo, desechos orgánicos.

Granados (2015), al citar a Nuñez (1998), nombra que los bioestimulantes activan sin alterar los procesos naturales del metabolismo de las plantas; su forma de actuar se concreta básicamente en dos formas, que son: aumenta el nivel de prolina, este aumento se produce en el interior de las plantas proporcionándole una mayor defensa frente a los estados de estrés, bien sea hídrico, térmico, por enfermedad o plaga entre otros.

Proporcionando grupos tiónicos (-SH) a la planta; la expresión externa de esta potenciación se traduce en un efecto benéfico sobre la producción, con incrementos de la cosecha acompañados de una mejor calidad de los frutos y de otros aspectos relacionados con los mismos como coloración, textura de la piel, uniformidad y aumento de tamaño, menor pérdida de peso pos-cosecha, entre otros, además, proporciona un mejor desarrollo vegetativo y mayor vigor en las brotaciones, así como un aumento de la masa radicular.

Usca (2015), citando a Grijalva (2005), reporta que la fertilización foliar es una técnica que permite la incorporación del fertilizante en la planta por medio de las hojas; de este modo se logra que el producto se encuentre disponible para el cultivo inmediatamente, sin necesidad de lluvia para la incorporación, factor primordial en los fertilizantes sólidos por poseer absorción en la raíz. También, cabe destacar que este método genera numerosas ventajas, ya que, su resultado es la producción rápida de pastaje a un muy bajo costo recuperando el capital inicial en muy corto tiempo; el momento de aplicación en alfalfas va desde que las mismas poseen 15 cm de altura hasta 10 días antes del pastoreo.

García (2017), expresa con respecto a una definición de bioestimulante, que es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de éstas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido en nutrientes de la sustancia. También se considera como un bioestimulante vegetal a los productos comerciales que contienen mezclas de estas sustancias o microorganismos; los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el. Además menciona que los bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética.

Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes.

2.2. Antecedentes bibliográficos

2.2.1. Aplicaciones con productos foliares en alfalfa

García et al. (1987), quienes hicieron una investigación considerando 75 muestras de alfalfa deshidratada en granulada, destinada al comercio exterior; el estudio se hizo durante cuatro años con muestras procedentes de 8 empresas, para tener datos representativos, como resultado se obtuvo: los valores de humedad oscilaron entre 7.2% y 15.4%, cenizas 9.8% a 19.3%, proteína 8.2 a 22.7%, FDA 28.3% al 46.7% los cuales variaron entre el contenido medio porcentual global de 37.3%, sin embargo, el 65% de las muestras estuvieron entre 34.4% a 40.8%, FDN 32.6% a 63.9%, obteniéndose un valor global de 49.1%, en cambio el 83% de las muestras están en un intervalo de 41% al 56%. En definitiva, puede afirmarse, en términos generales, que las alfalfas presentan caracteres diferentes en cuanto a su composición de acuerdo con la procedencia de las muestras.

Romero et al. (1997), relatan acerca de su investigación, en la cual se utilizó en una pastura de alfalfa de segundo año en muy buen estado, realizándose el corte con una segadora acondicionadora de rodillos de caucho y todos los rollos se confeccionaron con una roto-enfardadora tipo “John Deere”, como resultado se obtuvo que la calidad

promedio de la pastura al momento del corte fue: 19,5% de materia seca (MS), 23,5% de proteína bruta (PB), 41% de fibra detergente neutro (FDN), 30% de fibra detergente ácido (FDA), 65,5% de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y 2,4 megacalorías de energía metabolizable por kilogramo de materia seca (EM).

Lima (2004), menciona acerca del contenido de cenizas que estuvo entre 7.8% a 7.9%, proteína 21.3% a 22.3%, FDA 25.9% a 26.4%, FDN 34.5% hasta 44.9% evaluadas en época húmeda y seca, respectivamente. Además, hace mención acerca de una marcada diferencia en el contenido de materia seca, puesto que en época seca los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina están presentes en la planta en mayor cantidad, determinando de esta forma el menor contenido de agua y la proteína tuvo tendencia a aumentar en esta época. Además, en este análisis se advierte que, en la época seca la planta se encuentra en etapa de maduración, factor por la cual existe más producción de FDA y también en esta estación se acelera el estado de madurez de la planta y la presencia de componentes como celulosa y lignina son más frecuente (FDN). La calidad digerible de un forraje decrece con la época, por lo general obedecen al proceso de lignificación de las paredes celulares de la planta.

Hoyos (2007), informa en su trabajo de tesis, habiendo evaluado en la variedad la Var. Monsefú 65.4, 56.3, 58.3 cm de altura de planta, 2.6, 4.0 y 3.0 mm de diámetro, 9.1, 11.6, 10.6 tallos/corona, y con 48/52%, 50.1/49.9%, 57.5/42.5% de la proporción hoja/tallo; además obtuvo 5.875, 8.071 y 11.275 t/ha de forraje verde; y en cuanto a materia seca evaluó 1.249, 2.179 y 2.119 t/ha, en su primer, segundo y tercer corte respectivamente. Por otro lado, calculó un porcentaje promedio de proteínas del 19.2% en su primer corte y al cuarto corte reporta un 16.8%, también menciona un valor promedio del 25.6% para FDA y los datos de FDN con un valor del 36.3%.

Ciarlo y Lagrassa (2008), relatan acerca de aplicaciones de un fertilizante líquido, basado en calcio de rápida asimilación, generó importantes aumentos iniciales en la productividad de pasturas de alfalfa, estas aplicaciones deben ser muy bien consideradas, debido a que, el cultivo de alfalfa es un gran extractor de calcio del suelo.

Además, sugiere que sería importante evaluar el efecto residual de la aplicación foliar de este fertilizante sobre dicha productividad a más largo plazo.

Vásquez *et al.* (2010), el objetivo de esta investigación fue, evaluar la producción y el valor nutritivo del forraje de tres variedades de alfalfa fertilizadas con estiércol de bovino y con riego por goteo sub-superficial, las variedades fueron: CUF 101, Sandor y Altaverde, a las cuales se aplicaron cinco tratamientos de estiércol (0, 40, 80, 120, 160 t/ha) y uno de fertilizante químico (30-100 kg/ha de N y P) como testigo, reportando un rango de valores porcentuales para FDN y FDA desde 33.4% hasta 34.6%” y 28.4 a 29.5%, para cada análisis bromatológico respectivamente.

Salgado (2012), relata acerca de la aplicación en los tratamientos a base de bioestimulantes foliares, los cuales influyeron positivamente en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo en relación con el testigo, en su investigación registró una mayor altura de planta con el bioestimulante foliar Nutriplant Plus en dosis de 2 y 1 litro por hectárea, además , el tratamiento con aplicación del bioestimulante foliar Bioforte en dosis de 2,0 cc/lt de agua, registró el mayor número de hojas por rama, y un mayor peso de materia verde y seca y por ende el mayor rendimiento por hectárea. También, señala que la aplicación de bioestimulantes vía edáfica, influyen positivamente en el rendimiento del cultivo.

Suarez (2013), argumente que los bioestimulantes foliares aplicados en maíz, produjeron efectos positivos en los caracteres evaluados en comparación con el testigo; con la aplicación del bioestimulante foliar Biozyme TF (2,0 y 1,5 l/ha), incrementándose significativamente los caracteres de longitud y diámetro de mazorca, peso de 100 granos y consecuentemente el mayor rendimiento del grano. Los bioestimulantes foliares como: Evergreen (2,0 y 1,5 l/ha) y Goemar BM-86 (4,0 y 3,0 l/ha) también registraron buen rendimiento del grano, superiores a los mostrados por el testigo (sin bioestimulante) y el mayor beneficio neto se observó con la aplicación de Biozyme TF (2,0 l/ha).

Durán (2014), manifiesta datos de cultivo puro y asociado en alfalfa, desarrollada bajo condiciones de clima que fueron: 15.4 máxima, 4.4 mínima, 94.6 mm de precipitación pluvial, además el suelo fue Franco Limoso, y solo se fertilizó con 173.91 kg/ha para

compensar el fósforo en el suelo, más una cantidad de cal viva de 3 t/ha, para corregir el pH del suelo, obteniendo como resultado, 25.6, 31.5 y 27.9 cm de altura de planta, 7.104, 10.615 y 9.347 t/ha de forraje verde, y 1.993, 3.215, 2.915 de materia seca en t/ha, para el primer, segundo y tercer corte respectivamente. Además, muestra un 18.1% de proteína cruda, 33.4% de FDN, y en la asociación alfalfa + dactylis + trébol rojo mostraron los valores más bajos 2,110 ,3.443, 2.920 t/ha de materia seca, 7.699, 11.068, 9.534 t/ha de forraje verde, el contenido de fibra y proteína estuvo entre 38.6 y 18.9% según corresponde, mostrando dicha asociación datos menores cuando se le cultivó a la alfalfa en monocultivo.

Usca (2015), al realizar su trabajo de investigación sobre aplicación foliar en alfalfa, encontró que la producción de materia seca en t/ha, registró diferencias estadísticas en los tratamientos estudiados, obteniendo el mayor rendimiento de materia seca, con el producto Bioplus como fertilizante foliar, cuya media fue de 2.980 t/ha, superando al tratamiento testigo con una producción de 2.770 t/ha.

YARA (2016), al evaluar la respuesta de la alfalfa a la fertilización foliar combinando boro con nitrógeno, fósforo y potasio más otros micronutrientes, encontró una diferencia de 394 kilos de materia seca por hectárea a favor de la parcela fertilizada frente al testigo. Por otro lado, se observó una mayor cantidad de hojas producidas por las plantas, lo que mejora la calidad forrajera, ya que, es en las hojas donde se encuentra la mayor parte de los nutrientes de alto valor, como las proteínas.

Belizario (2016), señala en su trabajo haber evaluado en el cultivo de alfalfa las siguientes características agronómicas, tales como: forraje verde 49189 kg/ha y 43522 kg/ha, y 11059 kg/ha y 10049 kg/ha de materia seca, con 18.9% de proteína y 44.3% de fibra detergente neutra (FDN), 18.4% proteína y 43.3% FDN, resultados que se obtuvieron después de evaluar en un suelo Franco Arcilloso y Franco Arenoso, respectivamente. Este estudio da a notar que, en suelos arenosos el rendimiento disminuye incluso el contenido de fibra y proteínas.

Aguilar (2017), quien desarrolló una investigación en el cultivo de alfalfa, señala que durante la ejecución del proyecto las temperaturas máximas promedio fueron de 28.1°

C y la mínima entre 15.39 °C, además, según el análisis de suelo muestra que fue Franco Arenoso, lo cual es el adecuado para dicho cultivo, obteniendo como resultado un rendimiento de forraje verde/ha de 14.0 y 12.7 t/ha, y 2.8 y 3.1 t/ha de materia seca, 63.0 y 76.7 cm de altura de planta, 3.6 y 3.7 tallos/corona, porcentaje de materia orgánica de 87.3% y un valor de 12.8% en cuanto a cenizas, evaluadas en la Var. Monsefú para el primer y segundo corte respectivamente. También, registró solo para el segundo corte un porcentaje proteico del 23.6%.

Mogollón *et al.* (2018), señalan haber evaluado la productividad y la calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa: Cuf 101, Moapa 69, SW-8210 y SW-8718; las mediciones de producción de biomasa verde y calidad nutricional se determinaron en el estadio de botón floral, a los 210 días de la siembra, el valor porcentual de proteína varió entre 18.8 a 21.1%, con una media del 20.0%, en cuanto a fibra detergente neutra se obtuvo un rango de medias que osciló entre el 45 al 54%, además, muestra que para fibra detergente ácida de las cuatro variedades de alfalfa los datos estuvieron entre 33.53 y 40.56 %, también menciona acerca del porcentaje de cenizas, la cual estuvo entre el 13.20 y 17.26%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Medio experimental

3.1.1. Localización del campo experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en el fundo “Llaja”, ubicado en el sector “Gallito Alto” del distrito de San José – Lambayeque a una altitud de 8 m.s.n.m. con sus coordenadas geográficas: 6°47’54 de latitud sur y 79°59’30 de longitud sur.

3.1.2. Duración del experimento

El experimento desarrollado se llevó a cabo durante los meses de abril hasta agosto del 2018, incluyendo las tomas de datos de campo y los análisis bromatológicos; las evaluaciones requeridas en laboratorio se hicieron por corte, en las tres ocasiones, cada una seguida después de su respectiva siega del forraje.

3.1.3. Registro de datos meteorológicos

Los datos meteorológicos de temperatura máxima, mínima, media, humedad relativa, precipitación pluviométrica y horas sol, fueron proporcionadas por la “Estación Meteorológica de la UNPRG”, como se observa en la, **Tabla N° 01**.

Tabla N° 01. Datos meteorológicos del trabajo experimental, Lambayeque, 2018.

	Temperatura °C) (mm)	Humedad Sol (h/d.)	Precipitación	Horas de	Meses	Máxima	Mínima	Relativa
	Mayo	25.7	19.5	74	--	6.0		
	Junio	22.5	17.3	71	0.1	3.4		
	Julio	22.6	16.8	71	--	3.9		
	Agosto	23.0	16.6	72	--	5.2		
				Promedio	22.8	17.6		72
0.1	4.6							

Fuente: Estación Climatológica Principal, UNPRG- Lambayeque, 2018

La **Tabla N° 01**, señala el promedio de la temperatura máxima y mínima estuvo dentro del rango permisible para el normal desarrollo del alfalfar, en cuanto a humedad relativa esta fue alta en toda la duración del experimento; por otro lado, no hubo precipitación pluvial al iniciar el experimento, tan solo se manifestó una escasa precipitación en el mes de junio, las horas de sol fueron bajas con respecto a las necesidades del cultivo.

3.1.4. Estudio del suelo

□ Muestreo del suelo

Se tomó muestras simples de suelo al azar, en el área del campo experimental, de los cuales se extrajo una muestra compuesta tomada a una profundidad de 20 cm, la misma que fue llevada al laboratorio de suelos de la empresa “GYSAC E.I.R.L” para el análisis de sus características físicas y químicas, cuyos datos se muestran en la **Tabla N° 02**.

En la **Tabla N° 02**, se observa los resultados del análisis físico-químico del suelo experimental, el cual presenta una textura, Arena Franca; un pH, medianamente alcalino; una conductividad eléctrica < 2 dS/m, considerándose este nivel como no salino y tampoco se muestra presencia de carbonato de calcio. Además, se observa un porcentaje de M.O bajo con 0.50 siendo $< 2\%$; presenta un alto nivel de fósforo >14 mg/kg; K^+ disponible bajo < 100 mg/kg; con 1.64 gr/cm³ de densidad aparente alta significa que es un suelo compactado. En cuanto a los cationes intercambiables, se observa una categoría media para Ca^{2+} por estar entre los rangos $5.01 - 9$ meq/100g. Por otro lado, el Mg^{2+} intercambiable es adecuado por ser >1.01 y < 2 meq/100g; en cuanto al K^+ intercambiable es < 0.15 meq/100g considerándose muy bajo, presencia de Na^{2+} muy alto por ser >0.51 meq/100g y el PSI =20 lo que indica un alto nivel; de acuerdo a la relación Ca^{2+}/Mg^{2+} (7.6/1.40) no presenta deficiencia de calcio, ya que la relación está dentro del rango de valores entre $5 - 9$ meq/100g, acorde a Ca^{2+}/K^+ (7.6/70) muestra una deficiencia de calcio, Mg^{2+}/K^+ (1.4/0.179) se muestra una deficiencia de potasio por ser >2.5 meq/100g y la relación K^+/Mg^{2+} (0.051/1.40) también se observa deficiencia de potasio por ser <0.2 meq/100g.

Tabla N° 02. Análisis físico-químico del suelo experimental, fundo Llaja, San José, Lambayeque.

Características	Resultado
▪ Análisis físico	
%Ao	88.9
%Lo	3.6
%Ar	7.4
Clase textural	Ao Fo
▪ Análisis químico	
p H (1:1)	7.7
CE (1:1) dS/m	1.2
CO₃ Ca (%)	0
M.O (%)	0.5
P (ppm)	20
K (ppm)	70
Dens. real (gr/cm³)	1.6
C.I.C (meq/100g)	11.6
Ca²⁺ (meq/100g)	7.6
Mg²⁺(meq/100g)	1.4
K+ (meq/100g)	0.2
Na+ (meq/100g)	2.4
PSB	100

Fuente: Laboratorio GYSAC E.I.R.L, Pj. La Molina, Chiclayo

3.2. Material experimental

3.2.1. Forraje

El presente trabajo de investigación se instaló en un alfalfar ya establecido de un año, con la variedad Monsefú, con siete tratamientos incluido el testigo y cuatro repeticiones, con tres épocas de corte en la estación de otoño.

3.2.2. Bioestimulantes

Se utilizó seis diferentes bioestimulantes, aplicando uno a la vez para cada tratamiento, siendo estos los siguientes: “EM-1”, “Bioalgasil”, “Apu”, “Rebearth”, “Super Húmics”, “Rebearth Plus”.

3.2.3. Materiales y equipos de campo

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron: cartillas de evaluación, lápiz, wincha, lapiceros, cuaderno de apuntes, estacas de caña brava, paja rafia, balanza electrónica de precisión, etiquetas (para cada tratamiento con su respectiva repetición), mochila fumigadora, hoz, cuadrante de madera (1m²), cámara de celular, otros.

3.2.4. Materiales y equipos de laboratorio

- Digestor de fibra
- Digestor de proteína Micro Kjeldal
- Equipo de destilación de proteína
- Balanza de precisión calibrada en gramos
- Estufa
- Mufla
- Papel filtro
- Reactivos para la solución de fibra detergente ácida (FDA)
- Reactivos para la solución de fibra detergente neutra (FDN)
- Cocina eléctrica
- Agua destilada

- Vasos de precipitación (500 ml)
- Probeta graduada de vidrio (50 ml)
- Bureta graduada de 50 ml (para la titulación de proteína)
- Soporte universal
- Balón de vidrio (500ml)

3.3. Factores en estudio

3.3.1. Factor I: Tratamientos desarrollados en la investigación

En el experimento se evaluaron 07 tratamientos:

T₀ : Alfalfa, sin la aplicación de ningún bioestimulante

T₁ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**EM-1**”, que contiene: Bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras y con una dosis de 2 Lt/ha.

T₂ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**BIOALGASIL**”, que contiene: Extracto de algas + giberelinas, auxinas y citoquininas adicionalmente contiene elementos como: N, P, K, Mg, Ca, Zn, B, Mn, Mo y con una dosis de 2 Lt/ha.

T₃ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**APU**”, que contiene: Giberelinas 0.005 %, auxinas 0.007 %, citoquininas 0.10 % adicionalmente contiene elementos como: N, P, K, Mg, Ca, Zn, B, Mo, Fe y con una dosis de 0.5 Lt/ha.

T₄ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**REBEARTH PLUS**”, que contiene: Ormus + ácidos húmicos + Rebeearth + elementos como: N, P, K, Mg, Ca, Zn, y Oro monoatómico y con una dosis de 3 Lt/ha.

T₅ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**SUPER HÚMICO**”, que contiene: Ácidos húmicos + elementos como : N, P, K, Mg, Ca, Zn, B y con una dosis de 2 Lt/ha.

T₆ : Alfalfa con la aplicación del bioestimulante “**REBEARTH**”, que contiene: agua + Oligoelementos, menos de 1 ppm c/u: Ca, Mg, Fe, S, Mn, Zn, Si, Cu, Md, Al, con una dosis de 3 Lt/ha.

3.3.2. Factor II: Cultivo de alfalfa

Se trabajó en el cultivo de alfalfa Var. Monsefú de un año de establecido, durante la estación de otoño, en la cual se efectuaron tres cortes.

3.3.3. Área del campo experimental

El área del trabajo posee una topografía plana con agua permanente proveniente de aguas servidas de los distritos de Chiclayo, La Victoria, José Leonardo Ortíz y que son tratadas en las pozas de oxidación ubicadas en el distrito de San José. El campo experimental contó con un área neta de 910 m² (lote en experimento), con unas medidas para cada tratamiento de 6 m de largo y con un ancho de 4.50m (07 tratamientos incluyendo al testigo), y con una separación entre tratamientos y bloques de 0.50 m más un largo de cada bloque de 35 m de largo por 6 m de ancho (04 bloques) en la que se distribuyeron todos los tratamientos.

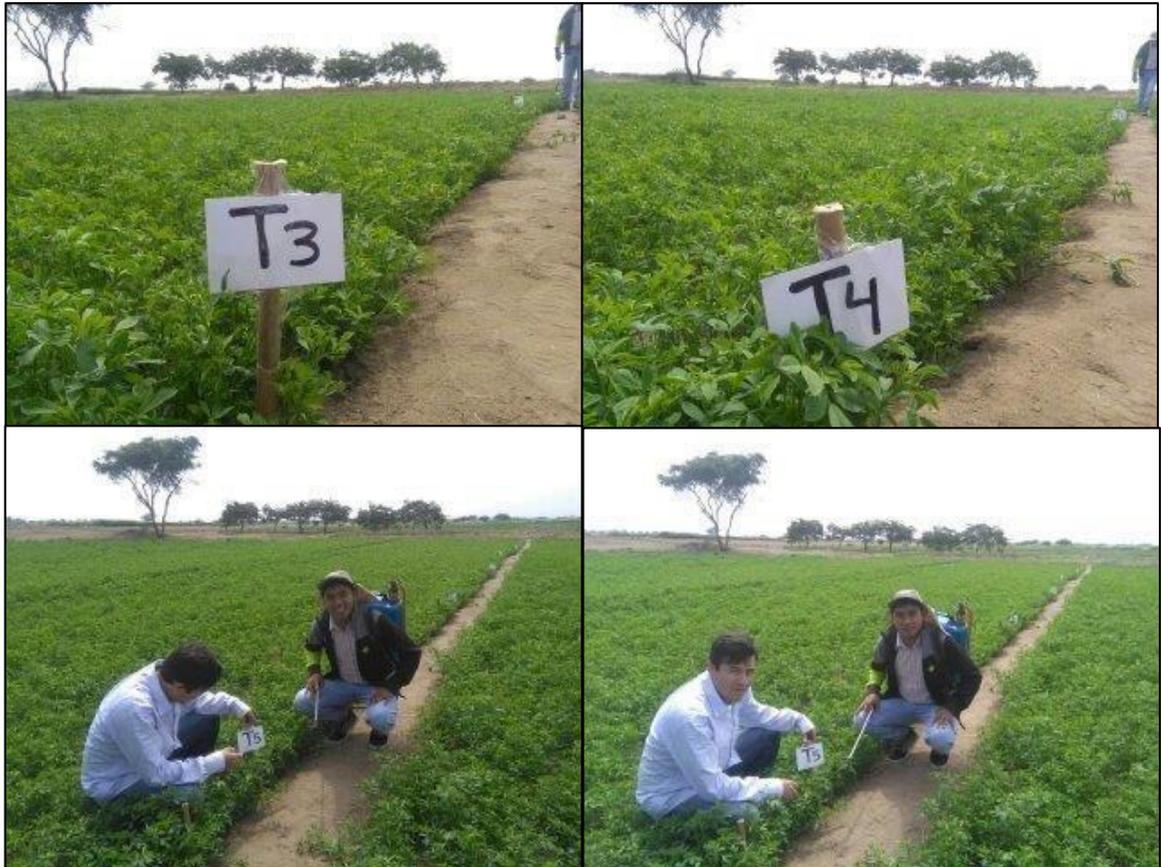
3.4. Conducción del experimento

3.4.1. Instalación y delimitación de los tratamientos

Se procedió a delimitar los respectivos tratamientos en el alfalfar, usando para esto estacas de caña brava, previamente medidos con wincha, para separar las dimensiones de las parcelas. Se trabajó en el cultivo que fue sembrado al voleo, nivelado y limpio de malezas, se marcó los bloques y parcelas experimentales correspondientes según los tratamientos en estudio con estacas y enumerando los tratamientos y a la vez utilizando paja rafia para hacer la respectiva distribución. Se marcó los tratamientos, con estacas en la orilla de cada bloque, cada tratamiento estuvo constituido por 4.5 metros de ancho por 6 metros de largo y para separarlos, se dejó una franja de alfalfa sin aplicar (50 cm de ancho y 6 m de largo), con el objetivo de separar los tratamientos.

Para cada tratamiento se colocó una estaca y el nombre de dicho tratamiento con un pequeño cartel y se aplicó un bioestimulante diferente a los 14 días después de la siega de la alfalfa, tal como se observa en la, **Imagen N° 01**.

Imagen N° 01. Delimitación de las parcelas demostrativas en el alfalfar.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor en el campo experimental.

3.4.2. Aplicación con los bioestimulantes foliares

Esta labor se llevó a cabo en las primeras horas de la mañana para aprovechar la fisiología de la planta, ya que, los estomas están abiertos en estas horas cuando la temperatura y radiación son bajas; así que, primeramente se procedió hacer una prueba en blanco para ver el gasto de agua por cada tratamiento, y proceder a la respectiva dosificación, teniendo en cuenta la dosis recomendada por el laboratorio de procedencia. El gasto de agua por cada tratamiento fue de 5 litros, para dicho gasto se hizo el cálculo de dosificación (regla de tres simple) y se procedió a la aplicación del producto; en el siguiente cuadro, se puede observar la dosificación de cada producto, dada por el fabricante y la dosis utilizada por cada tratamiento.

Tratamiento	Producto	Dosis del fabricante	Dosis /tratamiento
T ₀	Testigo	-	-
T ₁	“EM-1”	2 Lt/ha	50 ml
T ₂	“BIOALGASIL”	2 Lt/ha.	50 ml
T ₃	“APU”	0.5 Lt/ha.	12.5 ml
T ₄	“REBEARTH PLUS”	3 Lt/ha	75 ml
T ₅	“SUPER HÚMICO”	2 Lt/ha	50 ml
			75 ml
T ₆	“REBEARTH”	3 Lt/ha	

3.4.3. Control de plagas

Para control de gusano cogollero (*Crococsona aporema*, antes llamado *Epinotia aporerma*) se fumigó con insecticidas y para usar una buena práctica de control, se procedió a rotar los plaguicidas agrícolas utilizados, que fueron los siguientes:

- Larvin 375 F Oxima carbamato
- Coloso 50 SG - Emamectin Benzoate 5%

3.4.4. Control de malezas

Esta labor solo fue utilizada en los primeros días después de la siega, así que, solo se procedió a extraer las malezas por medio manual, ya que, estas aparecieron por focos.

3.4.5. Cosecha del forraje

La toma de muestras de alfalfa se realizó un día antes de la siega (corte), y en una etapa fisiológica antes de la floración, segándola con una hoz (**Imagen N° 02**), de 3 a 5 cm sobre el suelo en forma manual. En cada tratamiento solo se segó la alfalfa dentro del cuadrante 1m² de madera, para luego pesarlo mediante una balanza de precisión electrónica y obtener el rendimiento de materia verde, previamente se procedió a evaluar los componentes de rendimiento en campo, tales como: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/tallo, número de ramas/tallo, número de coronas/m², número de tallos/corona, peso de forraje verde/m². Finalizada esta labor, se pesó 200g de alfalfa verde por cada m² de su respectivo tratamiento y repetición, previamente identificándola

con una etiqueta por cada tratamiento con su respectiva repetición y de cada bloque. Luego las muestras fueron llevadas al laboratorio y colocadas a la estufa a 65 °C/48h. Pasado el tiempo necesario en la estufa se pesó el manajo de alfalfa, lo que sirvió para determinar el rendimiento de materia seca. Esta misma operación se realizó en cada uno de los cortes efectuados:

Primer corte (mayo - 2018), segundo corte (junio - 2018) y el tercer corte (julio - 2018).

Imagen N° 02. Cosecha del forraje fresco en campo, segada con hoz.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor en el campo experimental.

3.5. Evaluaciones de los componentes de rendimiento en campo

Para

efectuar las evaluaciones de los componentes de rendimiento en alfalfa, se usó un cuadrante de madera de un 1m², lanzado al azar en cada uno de los tratamientos y sus respectivos bloques; se evaluaron los siguientes parámetros de rendimiento del cultivo:

- **Altura de planta**

Se tomaron 10 plantas al azar medidas desde el suelo hasta la hoja más alta, esta operación se realizó por cada tratamiento.

- **Diámetro de tallo**

De las 10 plantas que se usaron para medir la altura, se procedió a medir el diámetro de tallo expresado en “mm”, midiendo en la cuarta parte del tallo con respecto al suelo de cada planta, usando como herramienta el “vernier” o “pie de rey”.

- **Número de hojas por tallo**

De las 10 plantas tomadas anteriormente se contaron el número de hojas/tallo.

- **Número de ramas/tallo**

De las 10 plantas tomadas al azar se contabilizaron el número de ramas/tallo.

- **Número de coronas/ m²**

Se evaluaron todas las coronas dentro del cuadrante de madera de 1m².

- **Número de tallos/corona:**

Se contaron el número de tallos por corona de cada tratamiento, tomando 10 coronas al azar dentro del 1m².

- **Rendimiento de forraje verde**

De cada m² lanzado al azar por parcelas, se cortaron todos los tallos de 2 a 3 cm sobre el nivel del suelo, para posteriormente pesarlo, mediante el uso de una balanza de precisión, cuyo peso se extrapoló para calcular el rendimiento de forraje verde en t/ha.

- **Rendimiento de materia seca**

Se procedió a poner los manojos de 200g de alfalfa de cada tratamiento previamente identificados y puestos en bandejas a la estufa a 65°C por un tiempo de 48 horas (**Imagen 03**), para luego ser pesadas inmediatamente después de sacarlas de la estufa y poder expresar el peso de materia seca en porcentaje, dato que sirvió para calcular el rendimiento de materia seca en t/ha, mediante la regla de tres simple. Primeramente, se calculó el porcentaje de humedad y por diferencia se encontró el porcentaje de materia seca, mediante las siguientes fórmulas:

$$\% H^{\circ} = \frac{MH - M}{MH}$$
$$\% MS = 100 - \% H^{\circ}$$

Donde:

H°: humedad

MH: peso de muestra húmeda

MS: peso de muestra seca

%MS: materias seca

Imagen N° 03. Determinación de materia seca, puestas a la estufa a 65°C/48 horas.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor a las muestras de alfalfa en el laboratorio.

□ Proporción de hoja/tallo

Por cada punto de muestreo se tomó de cada tratamiento 10 tallos al azar, los cuales fueron identificados y luego llevados al laboratorio (**Imagen N° 04**). Las muestras fueron deshojadas y puestas en sobres separados tanto las hojas de los tallos e identificados; posteriormente, fueron puestas a la estufa por un tiempo de 48 horas a 65°C, luego de pesados por separado las hojas de los tallos en una balanza de precisión, y mediante una regla de tres simple directa, se obtuvo dichos porcentajes.

Imagen N° 04. Conjunto de 10 tallos de alfalfa, muestreados para determinar la proporción hoja/tallo.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor a las muestras en el laboratorio.

3.6. Análisis bromatológicos

Los respectivos análisis se realizaron en el laboratorio de nutrición de la “Facultad de Ingeniería Zootecnia”, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Para la determinación de los análisis bromatológicos, se utilizó el mismo manajo de forraje verde de 200g que fueron llevados a la estufa para determinar el peso de materia seca; luego, se procedió a moler la muestra desecada en el molino de forrajes (Willey Mill); posteriormente, las muestras molidas fueron envasadas en tapers de plástico e identificadas para proceder a realizar los análisis, tales como: determinación de proteína, materia orgánica, cenizas, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

□ Determinación de proteína cruda

El contenido porcentual de nitrógeno de las muestras de alfalfa, fue determinada mediante el método Micro Kjeldal (**Imagen N° 05 y 06**), obtenido este valor, se procedió a insertarlo en una fórmula para expresar el porcentaje de proteína cruda, cuya fórmula es la siguiente:

$$\%N = \frac{HCL * 0.02 * 0.014}{0.3} * 100$$

Donde:

%N: la concentración de nitrógeno estimada en porcentaje

HCL: gasto de ácido clorhídrico utilizado en la titulación de la muestra; luego de haber calculado el porcentaje de nitrógeno, se multiplicó por un factor de 6.25 dado en la fórmula establecida para la determinación de proteína cruda, como se aprecia en la siguiente fórmula:

$$\%P = \%N * 6.25$$

Donde:

%P: porcentaje de proteína cruda

%N: porcentaje de nitrógeno

Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor a las muestras de alfalfa procesadas para la determinación de proteínas en el laboratorio de nutrición animal, UNPRG – Facultad Ing. Zootecnia.

Imagen N° 06. Destilación y titulación de las muestras, después del proceso de digestión de proteínas.

Imagen N° 05. Digestor de proteínas (Izq.) y muestra después del proceso de digestión (Der.)





Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor en el proceso de determinación de proteínas en el laboratorio de nutrición animal, UNPRG – Facultad Ing. Zootecnia.

□ **Determinación de fibra detergente neutra (FDN)**

Con el objetivo de encontrar el porcentaje de fibra es que se hace este análisis bromatológico (**Imagen N° 07**), siendo la fibra de los forrajes el componente principal de las raciones dadas al ganado. Es una medición de la hemicelulosa, celulosa y lignina representando toda la parte fibrosa del forraje; estos 3 compuestos representan las paredes celulares de los forrajes y se denominan en general como “carbohidratos estructurales”. El contenido elevado de FDN en las dietas o forrajes se correlaciona en forma negativa con el consumo de alimento. Vale decir, el FDN en exceso va a determinar un menor consumo de alimento por parte del animal. El mejor ejemplo es la paja de trigo, ya que, este forraje contiene elevadas cantidades de FDN y su aporte en exceso va a limitar el consumo de materia seca por parte del animal. Para este respectivo análisis se utilizó los siguientes componentes, que fueron: 6 Lt de agua destilada, 180g de Lauril Sulfato, 111.65g de FDTA (IDRANAL III), 27.35g Fosfato de Sodio y 60 ml de Ethylenc Glycol, formando con esto una solución detergente neutra.

Para la determinación de este análisis bromatológico se realizó el método de Van Soest, ya que, la determinación de fibra se basa en la solubilidad de los componentes de la pared celular.

$$\% FDN = \frac{CM - CV}{MST} \times 100$$

Donde:

CM: Peso del crisol más muestra

CV: Peso del crisol vacío

MST: Peso materia seca total

□ **Determinación de fibra detergente ácida (FDA)**

Este método permite tener una aproximación del grado de digestibilidad de la fibra del alimento. La muestra es digerida por medio de Bromuro de amonio (N-cetyl-N, N, N-trimethyl-ammonium bromide GR), diluido en agua destilada (5.825 ml) y ácido sulfúrico (174 ml), formando una solución detergente ácida, el residuo de la muestra procesada es considerada como la fibra no digerible (**Imagen N° 07**); para la determinación de este análisis bromatológico se utilizó el método de Van Soest, cuya fórmula usada fue la siguiente:

$$\% FDA = \frac{CM - CV}{MST} \times 100$$

Donde:

CM: Peso del crisol más muestra

CV: Peso del crisol vacío

MST: Peso materia seca total

Imagen N° 07. Digestión de la fibra FDA y FDN, con sus respectivas soluciones.



Fuente:
Imágenes
propias,
tomadas
por el
autor fibra
en el
laboratorio
de
nutrición
animal,
UNPRG a
las

muestras de alfalfa para determinación de – Facultad Ing. Zootecnia.

□ **Determinación de materia orgánica y cenizas**

Se procedió a pesar 1g de alfalfa molida en un crisol previamente pesado, luego se llevó a la estufa por espacio de 12 h a una temperatura de 105 °C, posteriormente pesamos para obtener la materia seca total. Después de este procedimiento, las mismas muestras se llevaron a la “mufla” para ser incineradas por espacio de 5h a 500 °C, luego se pesó en la balanza de precisión, y por diferencia entre el peso de materia seca total y peso de cenizas se determinó la proporción de materia orgánica, ya que, la diferencia del peso de cenizas del total de peso de la materia seca total, viene a ser la materia orgánica, **Imagen N° 08 y 09.** Siendo las cenizas una medición del contenido total de minerales de la muestra, dentro de los minerales a medir tenemos los macrominerales Calcio (Ca), Fosforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na), Azufre (S), Cloro (Cl) y los microminerales Fierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Selenio (Se), Molibdeno (Mo), Manganeso (Mn) y Iodo (I), según (Meléndez, 2015).

Imagen N° 08. Muestras de 1g de alfalfa molida en crisoles, puestos a la estufa a 105°C/12h, para determinar la materia seca total.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor a las muestras de alfalfa para determinación de materia seca total en el laboratorio de nutrición animal, UNPRG – Facultad Ing. Zootecnia.

Imagen N° 09. Muestras de 1g de alfalfa molida en crisoles, puestos a la mufla a 500°C/5h, para determinar el contenido de cenizas.



Fuente: Imágenes propias, tomadas por el autor a las muestras de alfalfa para determinación de cenizas total en el laboratorio de nutrición animal, UNPRG – Facultad Ing. Zootecnia.

3.7. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño respectivo empleado fue el Diseño de bloques al Azar, con un análisis individual y combinado, además se realizó la prueba de contrastación de promedios de Tukey (**Romero, 2013**), los tratamientos estuvieron conformados por cuatro repeticiones, en la estación de otoño con los siguientes modelos lineales.

- Análisis de variancia individual cuyo modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \text{ Siendo}$$

Y_{ijk} : Toneladas de forraje verde por hectárea referente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque o repetición del k-ésimo corte.

U : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j : Efecto del i-ésimo bloque

E_{ijk} : Efecto aleatorio del error

	G.L	F uentes
de variabilidad		
Bloques	03	
Tratamientos	06	
Error Experimental	18	
TOTAL		

- Análisis de variancia combinado de tratamientos por corte.

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_{j/k} + L_k + (TL)_{ik} + E_{ijk}$$

Siendo

Y_{ijk} : Toneladas de forraje verde por hectárea referente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque o repetición del k-ésimo corte.

U : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_{j/k}$: Efecto del i-ésimo bloque en el k-ésimo corte

L_k : Efecto del k-ésimo corte

$(TL)_{ik}$: Efecto de la intersección dentre el i-ésimo tratamiento y el k-ésimo corte.

E_{ijk} : Error experimental asociado a la observación Y_{ijk}

FUENTES DE VARIABILIDAD	G.L	
Bloques	03	
Tratamientos	06	
	18	
Tratamientos/Corte	56	
Error Experimental	83	TOTAL

En las características que dieron diferencias significativas para las fuentes de variabilidad, se hizo la prueba de Rango Múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$). Así, como se realizó un análisis de regresión y correlación simple entre el rendimiento de materia seca/ha y los componentes del rendimiento evaluados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de variancia de los parámetros evaluados

Los datos obtenidos en lo que concierne a los parámetros de rendimiento evaluados en campo fueron sometidos al análisis de variancia individual por cada corte. Adicionalmente, se hizo un análisis de variancia combinando los tres cortes para ver el efecto del bioestimulante en las tres distintas épocas de siega; como se manifiesta en los siguientes resultados:

El análisis estadístico combinado realizado para las características evaluadas en campo, a un grado de confiabilidad del 0.05%, señala que para la fuente de variación “Corte”, muestra diferencias significativas para todas las características en estudio con excepción de la altura de planta y materia seca. Asimismo, la fuente de variación “Tratamientos”, registró significación estadística solamente en número de ramas/tallo, proporción hoja/tallo, coronas/m² y número de tallos/corona. En tanto la interacción “Corte por Tratamiento”, indica que los atributos altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/tallo, número de coronas/m² y número de tallos/corona, fueron significativos. De allí que las fuentes de variación que tuvieron significación estadística señalan que exhibieron comportamientos diferentes en cada una de las características registradas debido al efecto de los tratamientos. Además, los coeficientes de variación presentan rangos del 10 al 40%, considerables aceptables para el estudio. **Tabla N° 03 y Anexos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07.**

Tabla N° 03. Análisis de variancia combinado de los parámetros evaluados en campo.

Cuadrados medios					
	Características	Cortes	Tratamientos	Cortes/Trat.	CV%
□	Altura de planta, “cm”	990.5 N.S	6.5 N.S	6.9*	10
□	Diámetro de tallo, “mm”	3.3 *	3.0 N.S	0.1*	14
•	Número de hojas/Tallo	188.0*	2.4 N.S	8.7*	18
•	Número de ramas/tallo	20.4*	0.6*	0.4 N.S	40
□	Número de coronas/ m ²	31.6*	16.7*	14.5*	21
□	Número de tallos/corona	24.3*	0.6*	0.5*	20
•	Peso forraje fresco kg/ha	84791.7*	457.1 N.S	1647.1N.S	16
•	Peso materia seca kg/ha	690526.7 N.S	76883.7 N.S	1247.1 N.S	18
□	Proporción de hoja/tallo	43.5*	4.7*	1.4 NS	20

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores (N.S): No significativo (*) : Significación estadística.

(N.S): No significativo

(CV): Coeficiente de variabilidad

4.1.1. Altura de planta

La **Tabla N° 04**, señala el parámetro altura de planta para cada de uno de los tratamientos/corte y muestra que no hubo diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos evaluados en el primer corte, pero se observa que la mayor altura numérica lo obtuvo el tratamiento T₂ (57.3 cm) y el menor dato fue registrado en el tratamiento

T₄ (52.6 cm); por otra parte en el segundo corte, tampoco se mostraron diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos, sin embargo el tratamiento T₄ (66.6 cm) fue el que obtuvo el máximo valor en dicha evaluación. Además, al evaluar el tercer corte, se observa que no hubo diferencias estadísticas al haber sometido a los tratamientos a la prueba de Tukey, pero el mayor dato en cuanto a altura de planta se registró en el tratamiento T₄ (56.8 cm), y el menor valor en el tratamiento T₃ (53.5 cm), esto demuestra que la altura está en función al tipo de bioestimulante utilizado en la fumigación, ya que, en dichos tratamientos se utilizaron los productos aplicados vía foliar y sus alturas fueron superiores al testigo. Estos resultados difieren con lo reportado por **Aguilar (2017)**, quien menciona en su estudio alturas promedio para el primer y segundo corte de 63.0 y 76.7 cm respectivamente, que, al ser comparado con los datos del presente trabajo, estos fueron superiores en altura a los valores obtenidos en el primer y segundo corte. Sin embargo, los resultados de la presente investigación coinciden con las evaluaciones publicadas por **Hoyos (2007)**, quien al estudiar el parámetro altura de planta de la misma variedad en tres distintos cortes, encontró valores para el primer, segundo y tercer corte de 56.3, 58.3 y 72.2 cm de altura de planta respectivamente, siendo los dos primeros cortes inferiores, pero en el tercer corte obtuvo un máximo valor superando a la mayor altura evaluada de los datos del presente estudio. Por otro lado, respecto a **Duránd (2014)** señala alturas de 25.6, 31.5 y 27.9 cm, siendo valores mucho menores al presente estudio.

La **Tabla N° 04 y Figura N° 01**, muestra el comportamiento de los tratamientos en promedio de los tres cortes, donde todos los tratamientos que se le suministraron los productos bioestimulantes, superaron en altura de planta al testigo, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos, siendo el mayor valor promedio para altura de planta el tratamiento T₂ (59.9 cm), y la menor altura el testigo T₀ (57.6 cm), entonces se asume que, las respuestas de los tratamientos que tenían el producto ejercieron efecto positivo en el parámetro evaluado. Por otro lado, en la altura promedio registrada de cortes en promedio de tratamientos, se observa que, el segundo corte con 65.6_{cm} superó al primer y tercer corte con 55.2 cm y 55.4 cm respectivamente, tal como lo señala la **Figura N° 02**.

Figura

N° 01. Altura de planta, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

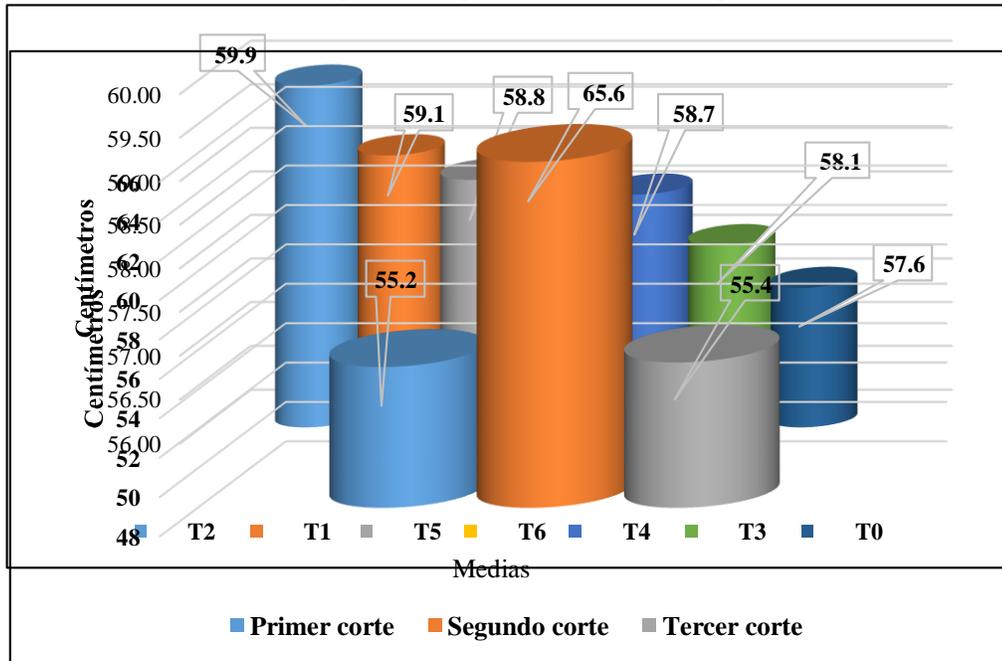


Figura
N° 02.

Altura de planta, según cortes en promedio de

tratamientos.

4.1.2. Diámetro de tallo

Al analizar, el diámetro de tallo en cada uno de los tratamientos por cada corte (**Tabla N° 04**), se notó que en el primer corte no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos; además, se puede observar que los tratamientos T₀ (2.7mm) y T₂ (2.7mm), fueron iguales y mayores numéricamente a los demás. Asimismo, todos los tratamientos evaluados en el segundo corte no registraron diferencias estadísticas, pero presentaron un incremento en cuanto a diámetro de tallo, esto comparándolo con los datos del primer

corte, alcanzando un mayor valor el tratamiento T₂ (3.5 mm). En cambio, para el tercer corte, el diámetro de tallo fue numéricamente descendente comparándolo con el segundo corte, siendo el máximo diámetro alcanzado con el tratamiento T₆ (2.7mm), pero tampoco hubo diferencia estadística entre ellos. Sin embargo, si comparamos todos los tratamientos que se le suministraron los productos en contraste con el tratamiento testigo, estos tuvieron un mayor diámetro en todos los cortes, lo que demuestra que el diámetro de tallo, fue influenciado por la acción de los productos utilizados en los tratamientos, ya que, en comparación con el testigo, este fluctuó sus valores promedios de 2.7 hasta 2.9mm, mientras que los tratamientos donde se suministró los bioestimulantes, estos llegaron en sus máximos valores a sobrepasar los 3.0 mm de diámetro de tallo. Acorde con la tesis desarrollada por **Hoyos (2007)**, informa acerca del parámetro diámetro de tallo para su primer, segundo y tercer corte valores de 2.6, 4.0 y 3.7 mm respectivamente, observando los datos de su segunda y tercera evaluación fueron superiores a los del presente trabajo, solo superándolo en el primer corte con el mayor valor encontrado del estudio en mención que fue de 3.2 mm; el mismo autor citando a Mendoza y Vega (2000), quienes hacen referencia también a la variedad Monsefú, afirmando haber evaluado en sus tratamientos un diámetro de (1.9 mm), siendo este valor menor a lo reportado en la presente investigación, no superando a ningún tratamiento registrado.

En la **Tabla N° 04** y **Figura N° 03**, señala que cuando se toma en cuenta el promedio de tratamientos de los tres cortes, hubo similitud estadística entre todos los tratamientos, pero el mayor diámetro se evaluó en el T₂ (2.9 mm) y el menor en el T₄ (2.8 mm), este resultado demuestra que los tratamientos que recibieron la fumigación química, influyeron en un mayor grosor de tallo. Por otro lado, tomando en cuenta los cortes en promedio de todos los tratamientos, el diámetro de tallo en el segundo corte (3.2 mm) fue mejor y estadísticamente diferente al primer y tercer corte los cuales tuvieron (2.6 mm) y (2.6 mm), respectivamente, **Figura N° 04**.

Figura N° 03. Diámetro de tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

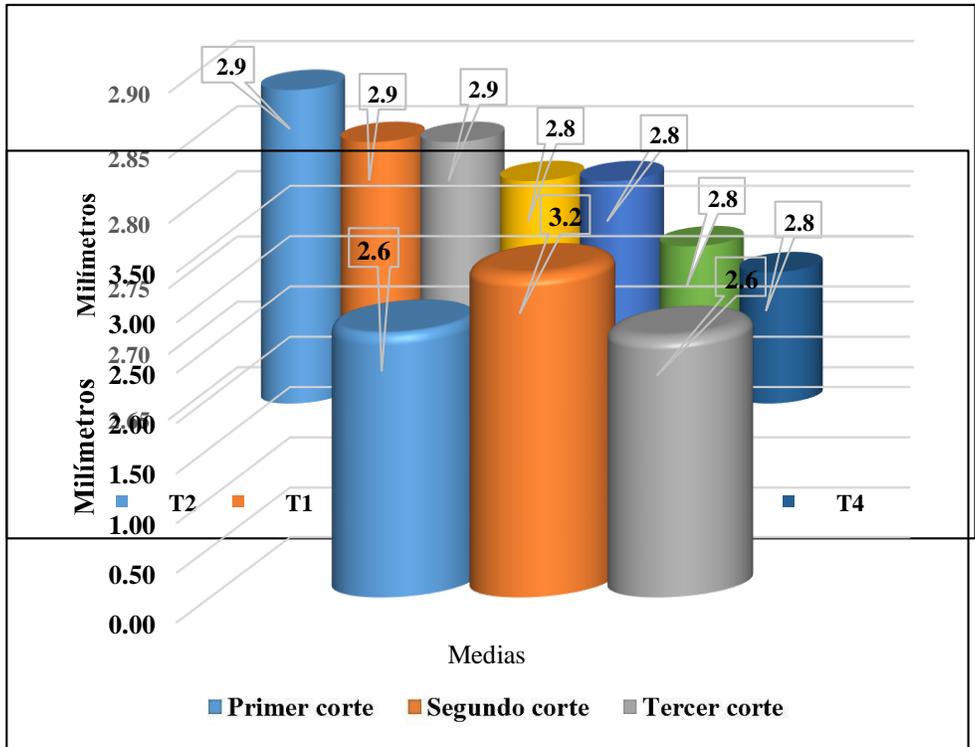


Figura N° 04. Diámetro de tallo, según cortes en promedio de los tratamientos

54.8	66.1	55.3	58.7
a	a	a	a
55.2	65.6	55.4	58.7
b	a	b	

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores a: Letras iguales, indican similitud estadística.
b: Letras diferentes, señalan diferencias estadísticas

4.1.3. Número de hojas/tallo

Al analizar, el número de hojas de cada uno de los tratamientos por cada corte (**Tabla N° 05**), se observa en el primer corte que no hubo diferencia estadística entre tratamientos, además, se puede ver que el tratamiento T₆ (21.2 hojas/planta), superó en número de hojas a todos los demás tratamientos evaluados, y la menor cantidad lo obtuvo el T₁ (18.5 hojas/planta). Del mismo modo, en el segundo corte no se manifestaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero en el cual se observó el mayor dato fue en el T₁ (23.9 hojas/tallo), superando numéricamente a todos los demás tratamientos, incluyendo al testigo. Para el caso del tercer corte, todos los tratamientos mostraron similitud estadística, pero el tratamiento T₅ (24.1 hojas/tallo), fue el que obtuvo el máximo número de hojas; además, este tratamiento muestra que fue superior numéricamente a todos, en los tres cortes realizados; demostrando que, el atributo agronómico indicado fue afectado positivamente por el producto fumigado en el tercer corte, más que en los dos primeros. Acorde a las evaluaciones efectuadas por **Hoyos (2007)** en su trabajo de tesis, dicho autor registró un mayor número de 39.1 hojas/tallo, este dato fue superior comparándolo con el máximo número de hojas registrado en la presente investigación, con un valor de T₅ (24.1 hojas/tallo), siendo este dato mucho menor a lo citado.

La **Tabla N° 05**, **Figura N° 05**, muestra que no hubo diferencias estadísticas en promedio de tratamientos/cortes, pero se observa que el tratamiento T₆ (19.9 hojas/tallo) fue el de mayor valor promedio registrado, superando a todos los demás incluyendo al testigo T₀ (18.9 hojas/tallo), el cual tuvo el menor dato. Además, el promedio de cortes/tratamientos el mayor número de hojas se encuentra en el segundo corte con 20.8 hojas/tallo, siendo este, superior al primer y tercer corte; pero tampoco se registraron diferencias estadísticas, **Figura N° 06**.

Figura N° 05. Número de hojas/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

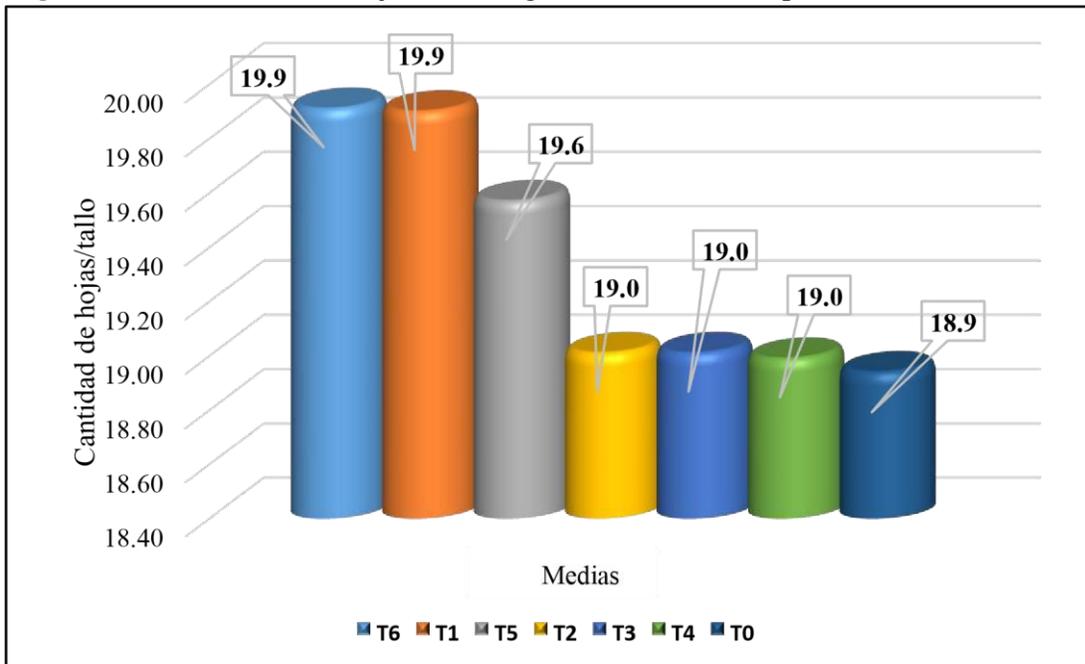
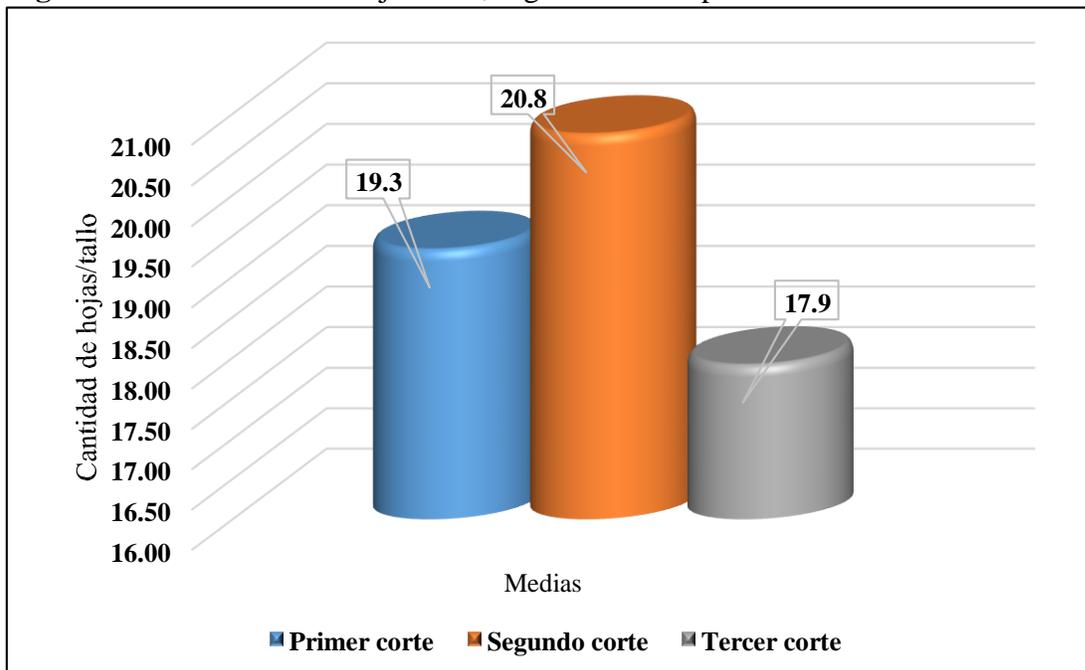


Figura N° 06. Número de hojas/tallo, según cortes en promedio de los tratamientos.



4.1.4. Número de ramas/tallo

Verificando el número de ramas/tallo en cada uno de los tratamientos por cada corte (**Tabla N° 05**), se observa que en el primer corte no hubo diferencias estadísticas entre todos los tratamientos; pero se registró el máximo valor numérico en el tratamiento T₆ (3.6 ramas/tallo) y el menor dato observado fue en el tratamiento T₄ (2.2 ramas/tallo). Al analizar el segundo corte, se observa que, los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, pero el que alcanzó un mayor número de ramas fue el tratamiento T₁ (2.8 ramas/tallo); en tercer corte, el número de ramas fue descendente comparando con los dos primeros cortes realizados, siendo el máximo valor alcanzado con el tratamiento testigo T₀ (1.4 ramas/tallo); sin embargo, no se mostraron diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos. Esto demuestra que, en el tercer corte el número de ramas/tallo, hubo baja influencia por parte de los productos utilizados en los tratamientos, ya que, en comparación con el testigo, su valor fue mayor respecto a los tratamientos donde se le suministró los bioestimulantes.

En la **Tabla N° 05**, **Figura N° 07**, muestra que, cuando se toma en cuenta el promedio de tratamientos/cortes, hubo similitud estadística entre todos los tratamientos, solo notándose una mínima diferencia de 0.6 en número de ramas/tallo entre el mayor valor evaluado que pertenece al tratamiento T₆ (2.5) y el menor valor registrado T₂ (1.9) de ramas/tallo respectivamente; siendo este último donde se observó el menor dato. Este resultado demuestra que los tratamientos que recibieron la fumigación química, fueron influenciados positivamente en un incremento de mayor número de ramas/tallo, pero entre ellos no hubo diferencias estadísticas. Además, cuando se le compara el promedio de cortes/tratamientos, el valor promedio del primer corte (2.7), superó a los datos del segundo (2.4) y tercer corte (1.1) en cuanto a ramas/tallo, y también se puede observar que el primer y segundo corte fueron estadísticamente iguales, pero diferentes al tercero, **Figura N° 08**.

Figura N° 07. Número de ramas/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

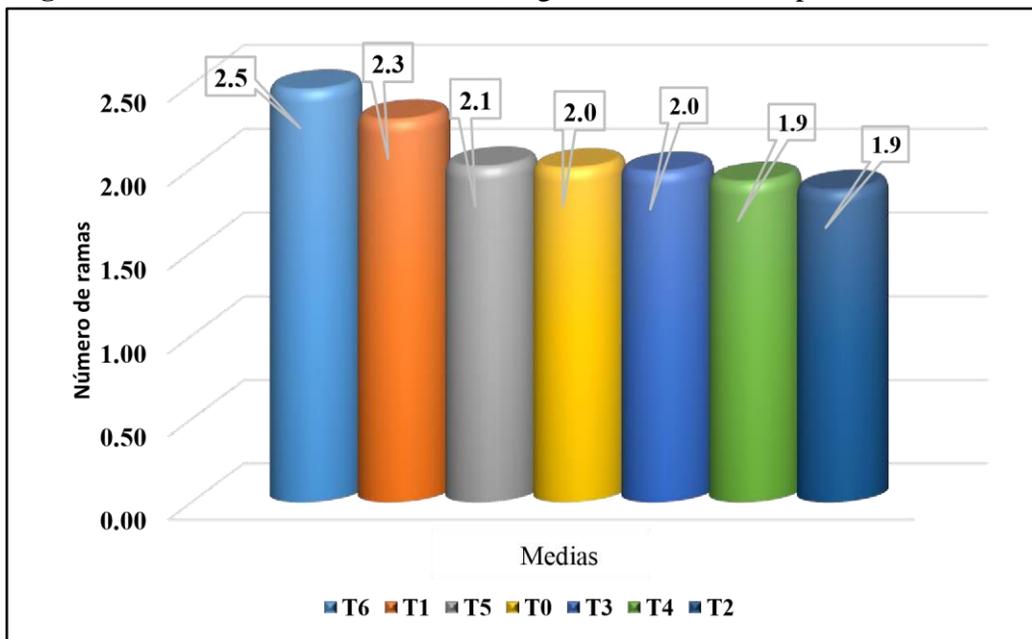


Figura N° 08. Número de ramas/tallo, según cortes en promedio de tratamientos.

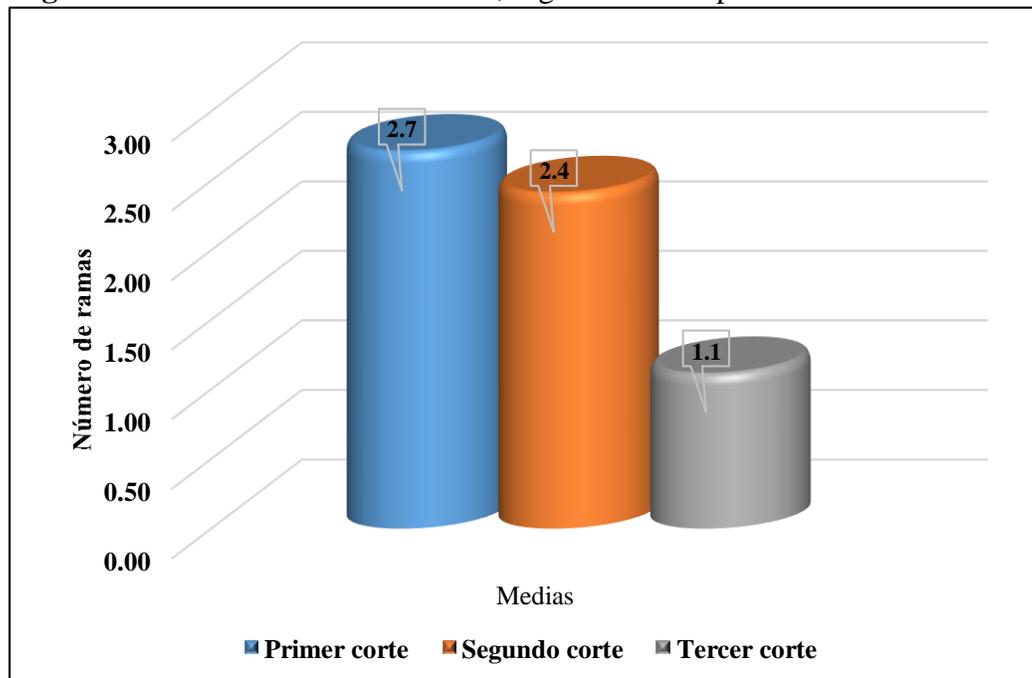


Tabla N° 05. Número de hojas/tallo y ramas/tallo evaluado en alfalfa Var. Monsefú durante la estación de otoño en los cortes I, II y III.

Tratamientos	CORTE I		CORTE II		CORTE III		PROMEDIO	
	Hojas/Tallo (N°)	Ramas/Tallo (N°)						
T₀	19.6 a	2.4 a	19.3 a	2.2 a	18.2 a	1.4 a	18.9 a	2.0 a
T₁	18.5 a	3.0 a	23.9 a	2.8 a	17.4 a	1.2 a	19.9 a	2.3 a
T₂	18.9 a	2.3 a	22.8 a	2.6 a	15.4 a	0.8 a	19.0 a	1.9 a
T₃	20.1 a	2.7 a	20.6 a	2.2 a	16.4 a	1.0 a	19.0 a	2.0 a
T₄	18.6 a	2.2 a	21.1 a	2.3 a	17.3 a	1.4 a	19.0 a	1.9 a
T₅	18.8 a	2.8 a	15.9 a	2.2 a	15.9 a	1.0 a	19.6 a	2.0 a
T₆	21.2 a	3.7 a	21.8 a	2.7 a	16.7 a	1.1 a	19.9 a	2.5 a
Promedio	19.3 a	2.7 a	20.8 a	2.4 a	17.9 a	1.1 b	19.3	2.1

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores a:
Letras iguales, indican similitud estadística.
b: Letras diferentes, señalan diferencias estadísticas

4.1.5. Número de coronas/m²

La **Tabla N° 06**, señala el número de coronas/m² para cada uno de los tratamientos/corte. Así, tenemos que en el primer corte no mostraron diferencias estadísticas ninguno de los tratamientos, pero se observa que el mayor valor lo obtuvo el tratamiento T₁ (50.0 coronas/m²) y el menor número de coronas fue registrado en el T₆ (40.0 coronas/m²); en el segundo corte realizado, tampoco hubo diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos evaluados, sin embargo, el tratamiento T₃ (50.0 coronas/m²) mostró un valor mayor de coronas frente a los demás tratamientos. En el caso del tercer corte, todos los tratamientos mostraron similitud estadística, pero el tratamiento T₅ (51.0 coronas/m²) fue en el cual se evaluó el mayor valor, y en el tratamiento T₀ (19.3 coronas/m²) se registró el menor número de coronas. Sin embargo, no se atribuye que la característica evaluada de mayor número de coronas/m² haya sido afectado por acción de los bioestimulantes, ya que, el alfalfar tenía un año de establecido para cuando se realizó dicho experimento; esto no implica que, la acción de los productos no pueda hacer que la planta emita más tallos por corona, sino indicar que las coronas evaluadas ya estuvieron formadas anteriormente.

La **Tabla N° 06 y Figura N° 09**, muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, donde todos los tratamientos que se le suministraron los productos bioestimulantes, superaron en número de coronas/m² al testigo, cuyo valor fue menor que todos los demás tratamientos, observándose el mayor valor en el tratamiento T₅ (45.8), y el menor número en el testigo T₀ (33.8). Sin embargo, realizada la prueba de Tukey (0.05), no se mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por otro lado, el promedio de cortes/tratamientos, muestra que el primer y tercer corte con (42.7) y (42.8) coronas/m² respectivamente, superaron al segundo corte (41.1 coronas/m²), pero no se registraron diferencias estadísticas, **Figura N° 10**.

Figura N° 09. Número de coronas/m², según tratamientos en promedio de los tres cortes.

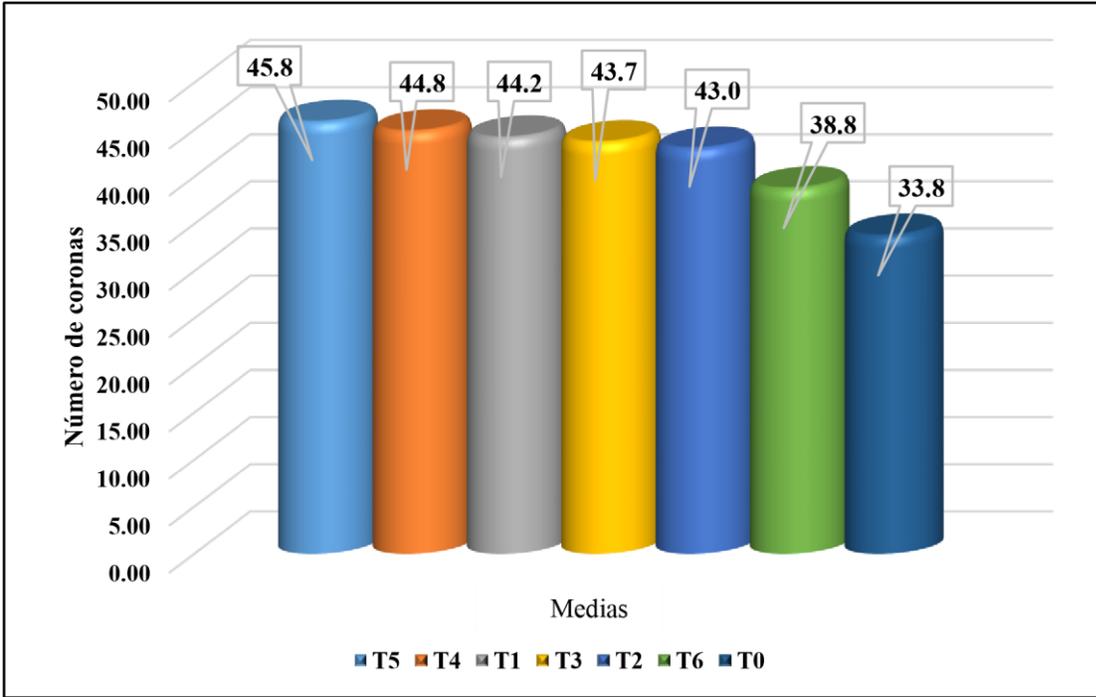
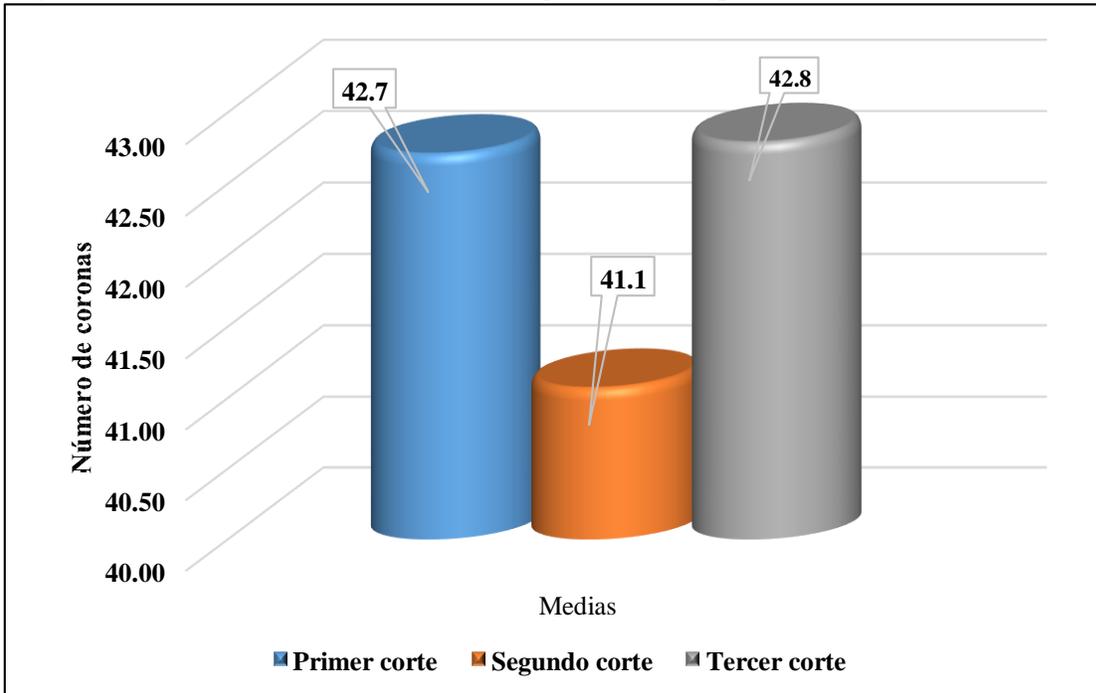


Figura N° 10. Número de coronas/m², según cortes en promedio de tratamientos.



4.1.6. Número de tallos/corona

La **Tabla N° 06**, manifiesta el número de tallos/corona para cada de uno de los tratamientos/corte. Así, tenemos que, en el primer corte, no se mostraron diferencias estadísticas, pero se observa el mayor número de tallos en el tratamiento T₅ (6.5) y el menor número en el tratamiento T₄ (5.7) del parámetro tallos/corona. En el segundo corte realizado, tampoco se registró diferencias estadísticas, pero se encontró en el T₂ (7.8) un mayor número de tallos que en los demás tratamientos evaluados, y los menores datos fueron notados en los tratamientos T₁ (6.5) y T₄ (6.5) de tallos/corona, respectivamente. En el caso del tercer corte, todos mostraron una similitud estadística, pero el tratamiento T₆ (5.4) de tallos/corona, superó numéricamente a los otros tratamientos en estudio. Estos datos en contraste con el autor **Hoyos (2007)**, quien hace mención acerca del número de tallos/corona, reportando un valor promedio para el primer, segundo y tercer corte de 9.1, 11.6 y 10.6 tallos/corona, respectivamente; cuyos datos fueron superiores a los registrados en el presente trabajo, lo cual tendrá que atribuirse a que su alfalfar tuvo un más amplio espacio sembrado entre coronas y un mejor suelo en el cual pudo desarrollarse, para así emitir más tallos. Por otro lado, **Aguilar (2017)** hace referencia acerca del parámetro evaluado en su tesis, encontrando para el primer y segundo corte un valor de 3.6 y 3.7 tallos/corona correspondientemente, cuyos datos fueron inferiores a lo reportado en el presente estudio, lo que podría deberse a que el alfalfar del presente experimento fue de más antigua instalación, sumado a esto la fumigación con los bioestimulantes, así que, esto causaría efectos positivos en la capacidad de emitir nuevos tallos.

La **Tabla N° 06 y Figura N° 11**, muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, donde el tratamiento T₆ (6.3 tallos/corona) superó numéricamente a todos los demás tratamientos en estudio, y el menor valor se encontró en el tratamiento T₃ (5.8 tallos/corona), pero no se reportó diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos estudiados. Además, el promedio de cortes/tratamientos, muestra que el primer y segundo corte fueron estadísticamente iguales, con 6.1 y 6.9 tallos/corona respectivamente, pero fueron estadísticamente diferentes al tercer corte con 5.1 tallos/corona, **Figura N° 12**.

Figura N° 12. Número de tallos/corona, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

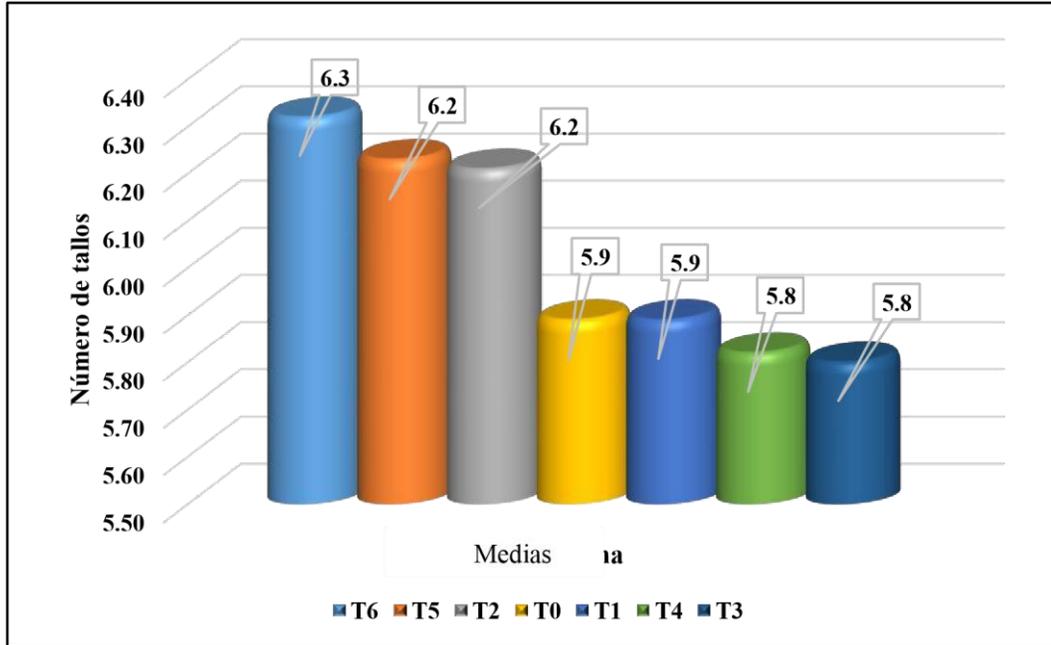


Figura N° 11. Número de tallos/corona, según cortes en promedio de tratamientos.

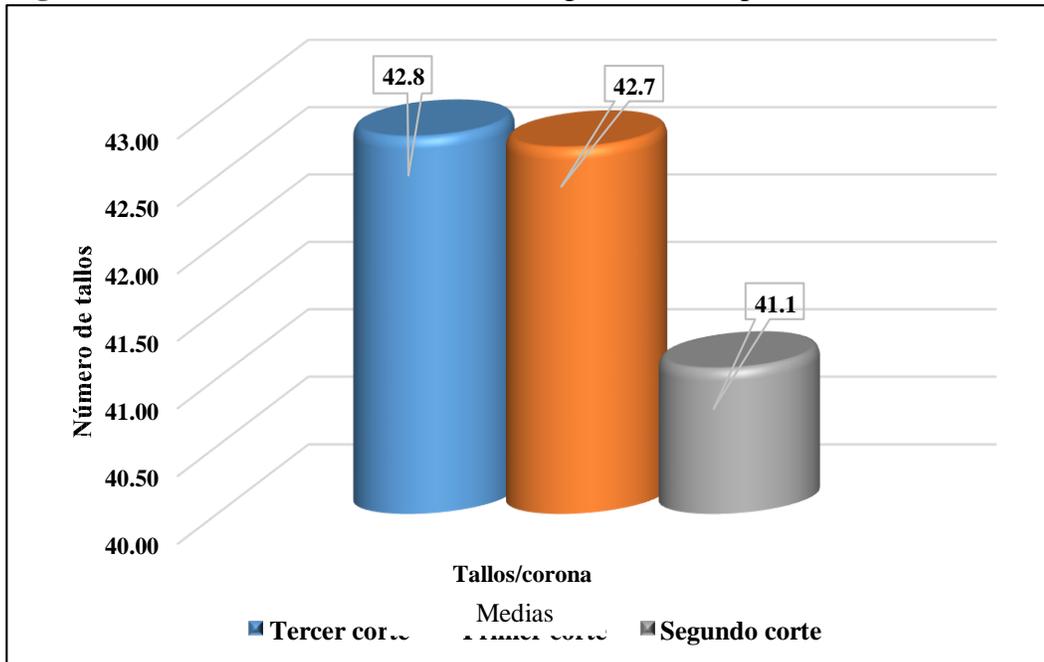


Tabla N° 06. Número de coronas/m² y tallos/corona, evaluados en alfalfa Var. Monsefú, durante la estación de otoño en los cortes I, II, III.

Tratamientos	CORTE I		CORTE II		CORTE III		PROMEDIO	
	Coronas/m (N°)	² Tallo/Corona (N°)						
T₀	40.5 a	6.0 a	41.5 a	6.8 a	38.5 a	4.9 a	33.8 a	5.9 a
T₁	50.0 a	6.3 a	41.5 a	6.5 a	41.0 a	4.9 a	44.2 a	5.9 a
T₂	40.5 a	5.6 a	40.0 a	7.8 a	48.5 a	5.2 a	43.0 a	6.2 a
T₃	41.0 a	6.1 a	50.0 a	6.5 a	46.5 a	4.7 a	43.7 a	5.8 a
T₄	40.5 a	5.7 a	43.5 a	6.5 a	50.5 a	5.3 a	44.8 a	5.8 a
T₅	46.5 a	6.5 a	40.0 a	7.1 a	51.0 a	5.1 a	45.8 a	6.2 a
T₆	40.0 a	6.2 a	37.5 a	7.3 a	41.0 a	5.4 a	38.8 a	6.3 a
Promedio	42.7 a	6.1 a	41.1 a	6.9 a	42.8 a	5.1 b	42.0	6.0

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores

a: Letras iguales, indican similitud estadística.

b: Letras diferentes, señalan diferencias estadísticas

4.1.7. Proporción hoja/tallo

En la **Tabla N° 07**, muestra el parámetro evaluado proporción hoja/tallo para cada uno de los tratamientos/corte, observándose que en el primer corte no hubo diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos, pero el T₁ (46.2%) fue el que obtuvo el mayor valor porcentual de hoja; en cambio, el tratamiento T₃ (59.8%) fue en el cual se registró el mayor porcentaje de tallo. En cuanto al segundo corte llevado a cabo, tampoco hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, pero el mayor porcentaje de hojas se registró en el T₁ (46.2%), el cual superó numéricamente a todos los tratamientos; en cambio, el tratamiento T₃ (60.0%) de tallo, obtuvo el mayor valor porcentual. Analizando el tercer corte, de igual manera no se mostraron diferencias estadísticas en ningún tratamiento estudiado, pero el T₅ (51.6%) de hoja, obtuvo un máximo porcentaje en contraste con los demás. Por otro lado, el mayor porcentaje de tallo, se registró en el tratamiento T₂ (54.6%), siendo este el más alto porcentaje de tallo, para dicho corte. Es datos en comparación con **Hoyos (2007)** quien hace referencia en cuanto a la proporción hoja/tallo realizado en su trabajo de tesis argumentando que, evaluó una proporción promedio en el primer, segundo y tercer corte unos valores porcentuales de 48/52, 50.1/49.9 y 57.5/42.5% de proporción hoja/tallo, respectivamente. Así que, de acuerdo a sus datos muestra su mayor porcentaje de hojas que fue de 57.5% siendo mayor en comparación con los datos del presente trabajo. Por otro lado, analizando el porcentaje de tallos, en el presente informe de tesis se registró un mayor peso porcentual de tallos con 60%, que fue mucho más elevado a lo reportado por dicho autor, con tan solo 52% de tallos, todos estos datos fueron pesados y registrados en base a materia seca.

La **Tabla N° 07 y Figura N° 13**, muestra el promedio de tratamientos de los tres cortes, no habiéndose registrado diferencias estadísticas en ningún tratamiento evaluado, pero se observó que el tratamiento T₄ (47.3%) de hoja superó en porcentaje a los demás tratamientos en estudio, y en cuanto al valor porcentual de tallo, el tratamiento T₃ (57.8%), este dato comparándolo con todos los otros tratamientos, los superó. Además de esto, los promedios mostrados de cortes/tratamientos, se puede observar que el mayor porcentaje promedio de hoja, fue registrado en el tercer corte; en cambio, el mayor valor porcentual

de tallo fue evaluado en el segundo corte; para este caso, tampoco se mostraron diferencias estadísticas entre promedios de cortes, **Figura N° 14**.

Figura N° 13. Proporción hoja/tallo, según tratamientos en promedio de los tres cortes

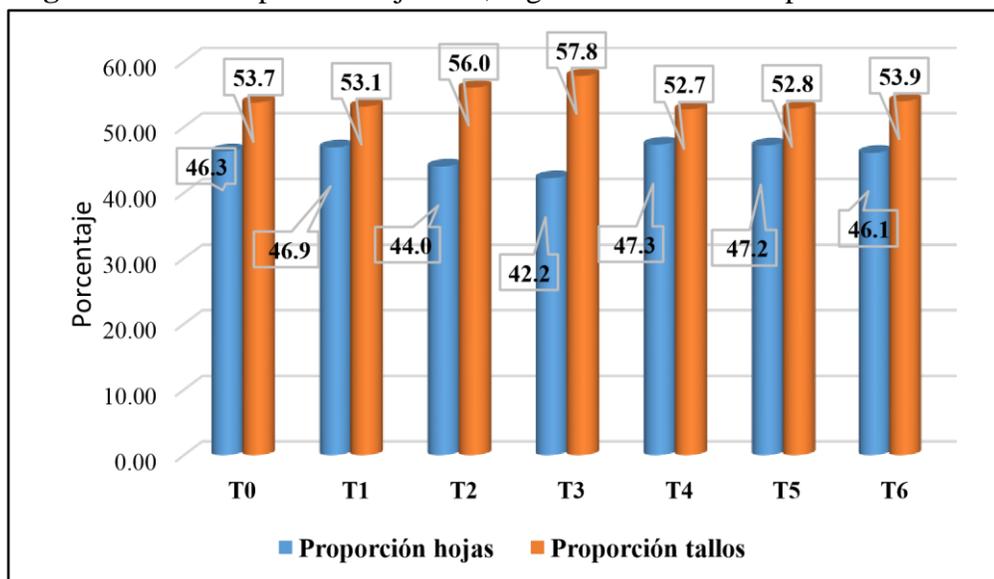


Figura N° 14. Proporción hoja/tallo, según cortes en promedio de tratamientos

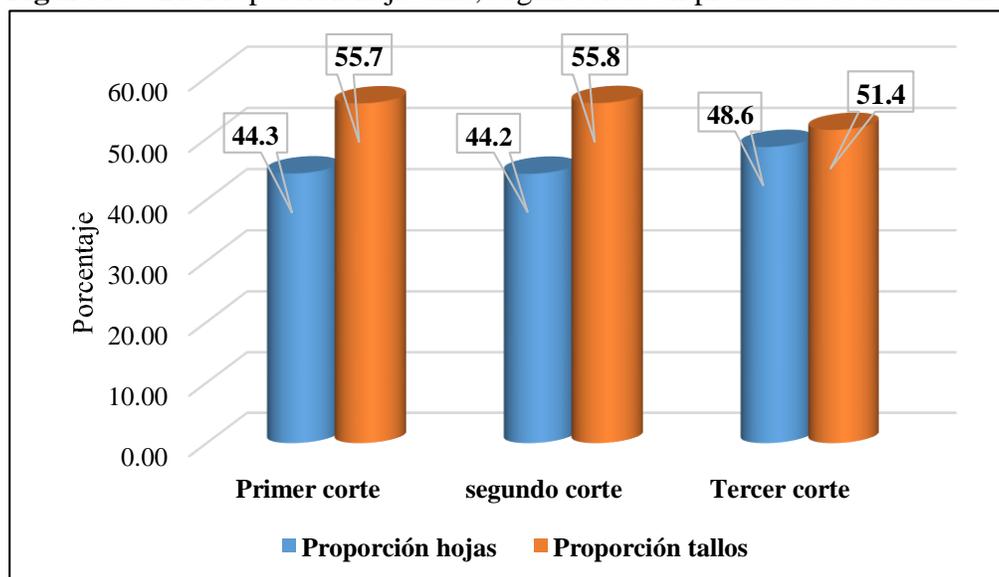


Tabla N° 07. Proporción hoja/tallo evaluado en alfalfa Var. Monsefú, durante la estación de otoño en los cortes I, II, III.

TRAT.	CORTE I		CORTE II		CORTE III		PROMEDIO	
	Hoja	Tallos	Hoja	Tallos	Hoja	Tallos	Hoja	Tallos
T₀ (g)	4.0	5.0	4.0	5.0	3.3	3.3	3.7	4.4
(%)	44.4a	55.6a	44.4a	55.6a	50.0a	50.0a	46.3a	53.7a
T₁ (g)	4.5	5.2	4.5	5.3	3.5	3.8	4.2	4.7
(%)	46.2a	53.8a	46.2a	53.9a	48.3a	51.7a	46.9a	53.1a
T₂ (g)	4.0	5.2	4.0	5.3	3.8	4.5	3.9	5.0
(%)	43.3a	56.7a	43.2a	56.7a	45.5a	54.6a	44.0a	56.0a
T₃ (g)	3.5	5.2	3.5	5.3	3.3	3.8	3.4	4.7
(%)	40.2a	59.8a	40.0a	60.0a	46.4a	53.6a	42.2a	57.8a
T₄ (g)	4.2	4.9	4.3	5.0	4.1	4.3	4.2	4.7
(%)	46.0a	54.0a	46.0a	54.1a	50.0a	50.0a	47.3a	52.7a
T₅ (g)	4.4	5.4	4.5	5.5	4.0	3.8	4.3	4.9
(%)	44.9a	55.1a	45.0a	55.0a	51.6a	48.4a	47.2a	52.8a
T₆ (g)	4.2	5.2	4.3	5.3	4.0	4.3	4.2	4.9
(%)	45.0a	55.1a	44.7a	55.3a	48.5a	51.5a	46.1a	53.9a

Prom. (%)	44.3a	55.7a	44.2a	55.8a	48.6a	51.4a	45.7	54.3
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores
a: Letras iguales, indican similitud estadística. b:
Letras diferentes, señalan diferencias estadísticas

4.1.8. Rendimiento de forraje verde, expresado en kg/ha

La **Tabla N° 08**, registra el peso de forraje verde en kg/ha para cada de uno de los tratamientos/cortes. Así, tenemos que en el primer corte no hubo diferencias estadísticas, pero se obtuvo el mayor peso de forraje en el tratamiento T₁ (7360 kg/ha) y el menor peso de forraje fue registrado en el T₄ (6010 kg/ha); en el segundo corte, de igual manera que en la primera evaluación no se mostraron diferencias estadísticas, pero se manifestó en el tratamiento T₄ (9100 kg/ha) el máximo peso de forraje verde. Por otro lado, analizando el tercer corte, se notó que hubo similitud estadística entre todos los tratamientos, pero se observa que en el T₄ (7910 kg/ha), fue en el cual se registró el mayor peso de forraje verde, y el menor peso se registró en el tratamiento T₁ (7020 kg/ha). Estos datos contrastados en lo reportado con su trabajo de tesis, según **Hoyos (2007)** quien describe en cuanto al parámetro evaluado, encontrando para la Var. Monsefú un rendimiento promedio de 5.875, 8.071 y 11.275 t/ha en el primer, segundo y tercer corte, respectivamente, así que, de acuerdo a este estudio el parámetro forraje verde/ha fue en aumento durante los tres cortes realizados, y dado que, el mayor dato de la presente investigación fue 8.755 t/ha, solo superando en rendimiento a su primera y segunda evaluación en forraje verde/ha de lo registrado por dicho autor. Por otro lado, respeto a **Duránd (2014)** señala rendimientos de 7.104, 10.615 y 9.347 t/ha de forraje verde, siendo mayor su segunda y tercera evaluación al presente estudio. Además, estos datos fueron menores a los rendimientos reportados por **Belizario (2016)**, señalando en su trabajo de tesis que el rendimiento de forraje verde obtenido, fue de 43.522 kg/ha, en un alfalfar segado a 5cm de altura; esto hace alusión a que el contraste de rendimiento se deba a que en el estudio en mención se ha segado a los 30 días antes de que la planta esté en el 10% de floración que es lo recomendable para la siega, y también, dicho investigador afirma que, los datos evaluados los obtuvo en un suelo Franco Arenoso, siendo esta clase textural de suelo el mejor para el desarrollo de un alfalfar; así que, es de esperar que se reportase un mayor rendimiento en cuanto a materia verde, ya que, la alfalfa requiere una condición de suelo de textura suelta para su mejor desarrollo radicular. El presente informe muestra un menor rendimiento de forraje verde/ha, se cree que se deba a un alto nivel de sodio encontrado cuando se realizó el análisis de suelo, ya que, este elemento impide la absorción de otros elementos necesarios para la planta, y además de esto, el suelo en el

que se desarrolló la investigación posee una alta compactación según en el análisis nos muestra una densidad aparente alta.

La **Tabla N° 08 y Figura N° 15**, muestra el promedio de los tratamientos/cortes, donde el tratamiento T₁ (7787 kg/ha) superó en peso a los demás tratamientos en estudio, pero no se encontró diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos evaluados. En cuanto al promedio de cortes/tratamientos, muestra que el segundo y tercer corte fueron estadísticamente iguales, con 8670 y 7430 de kg/ha de forraje verde respectivamente, pero fueron estadísticamente diferentes al primer corte (6680 kg/ha) de forraje verde, **Figura N° 16**.

4.1.9. Rendimiento de materia seca, expresado en Kg/ha.

Al observar, el rendimiento de materia seca en cada uno de los tratamientos por corte, la **Tabla N° 08**, señala que en el primer corte, el rendimiento de ms/ha, el mayor peso registrado lo obtuvo el tratamiento T₆ (1870 ms/ha), y el más bajo rendimiento/ha fue notado en el tratamiento T₀ (1410 ms/ha), además nos muestra que, hubo diferencia estadística entre el tratamiento T₀ en comparación con los tratamientos T₅ y T₆; así que, se puede inferir que hubo más contenido acuoso en el tratamiento testigo, ya que, cuando se pesó su materia seca, su peso en fresco descendió a un valor más inferior que los otros tratamientos tratados con los bioestimulantes en dicha evaluación. En lo que concierne al segundo corte, el tratamiento testigo T₀ fue estadísticamente igual al T₁, pero estadísticamente diferente en contraste con los demás; observándose el mayor peso de materia seca en el tratamiento T₅ (3026 ms/ha), y se puede ver que, el tratamiento testigo en este corte vuelve a tener el menor valor con T₀ (1674 ms/ha). En el caso del tercer corte, el tratamiento T₀ (1863 ms/ha) mostró el máximo peso, y el menor peso se registró en el tratamiento T₁ (1564 ms/ha), sin embargo, solo se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos T₀ y T₁. Esto en comparación con **Hoyos (2007)** quien describe en cuanto al parámetro evaluado en su investigación, señala un rendimiento de ms/ha de 1.249, 2.179 y 2.119 t/ha en el primer, segundo y tercer corte, correspondientemente, estos datos comparados con el presente informe, en el cual se registró un mayor rendimi-

Figura N° 15. Rendimiento de forraje verde/ha, según tratamientos en promedio de cortes

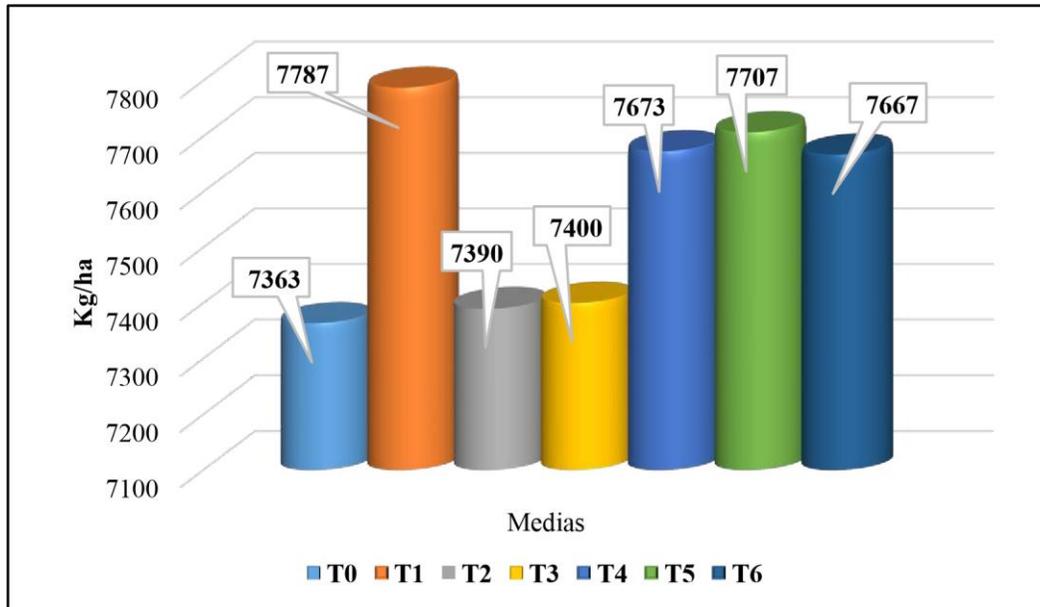
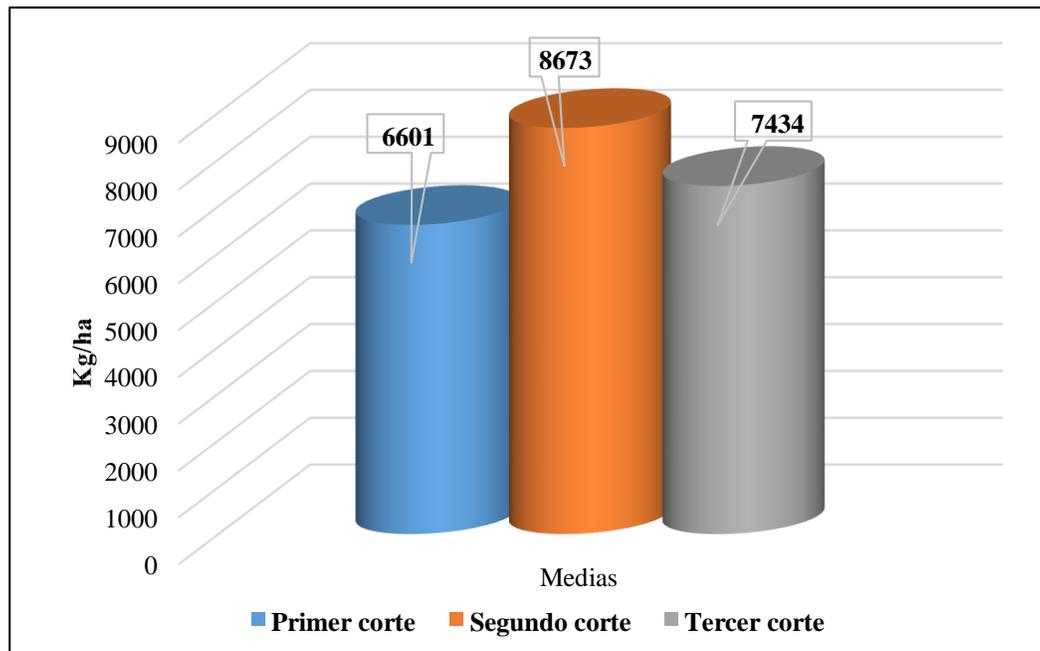


Figura N° 16. Rendimiento de FV/ha, según cortes en promedio de tratamientos



-ento comparado con su primer corte, pero en cuanto al segundo y tercer corte, dicho autor evaluó mayores rendimientos de materia seca/ha. Además, el mismo autor citando a Terrones & Chiclote (2000) quienes desarrollaron una investigación en la “Estación de Baños del Inca” Cajamarca, encontrando unos rendimientos de materia seca de 7.6, 4.5 y 6.5 t/ha respectivamente”, sin embargo, en el presente trabajo se ha evaluado un menor rendimiento/ha, con un máximo de 3 t/ha de materia seca, con lo referente a los datos mostrados por dichos autores, es posible que se deba sus mayores valores a la época de corte y a la diferente zona geográfica desarrollada, ya que, la presente experiencia se ha segado a temprana edad del forraje, y es posible que no haya formado una buena biomasa forrajera cuando se le evaluó. Respecto a **Duránd (2014)** señala rendimientos de 1.993, 3.215, 2.915 t/ha de materia seca, siendo su segunda evaluación mayor a todos los valores reportados en la presente investigación. Estos datos fueron menores a los rendimientos reportados por **Belizario (2016)**, quien señala en su trabajo de tesis que el rendimiento de materia seca fue de 10.049 kg/ha promedio, pero en el presente informe se obtuvo un menor rendimiento/ha de materia seca con 3026 kg para el mayor valor alcanzado, se cree que este contraste de rendimiento se deba a, que se ha segado a los 30 días, es decir antes de que la planta esté en el 10% de floración que es lo recomendable para el corte y tener una adecuada biomasa forrajera. Además, según dicho autor alude que el rendimiento/ha lo obtuvo en un suelo Franco Arenoso, siendo esta clase textural de suelo el mejor para el desarrollo de la alfalfa así que, es de esperar que reportase un mayor rendimiento/ha en cuanto a materia seca, ya que la alfalfa requiere una condición de suelo de textura suelta para su mejor desarrollo radicular.

Al verificar el promedio de tratamientos/cortes para dicho atributo agronómico (**Tabla N° 08, Figura N° 17**), se aprecia que el promedio de tratamientos de los tres cortes, el tratamiento T₄ (2043 ms/ha) fue superior a los demás tratamientos evaluados incluyendo al T₁ (1638 ms/ha), siendo este en el cual se registró el mínimo peso, además, se observa que solo los tratamientos T₀ y T₁, fueron estadísticamente diferentes a los tratamientos T₄ y T₅, respectivamente. Al mostrar, los promedios de los cortes/tratamientos, fue en el segundo corte, donde se obtuvo el máximo peso de materia seca con un valor de 2.332 ms/ha, siendo el segundo corte estadísticamente diferente al primero y tercero, **Figura N°**

18.

Figura N° 17. Rendimiento de materia seca/ha, según tratamientos en promedio de cortes.

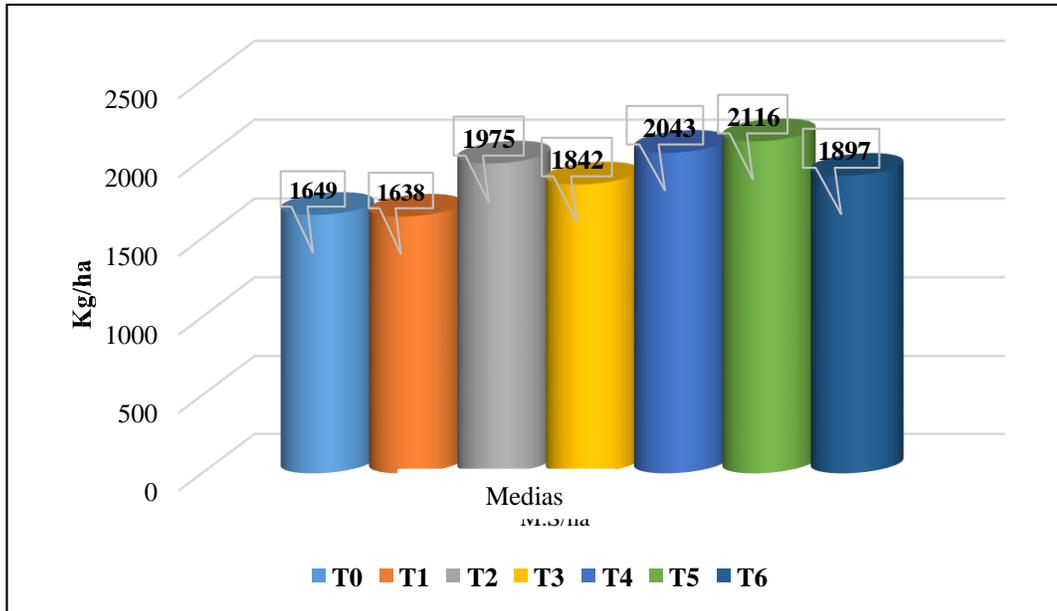


Figura N° 18. Peso de materia seca/ha, según cortes en promedio de tratamientos

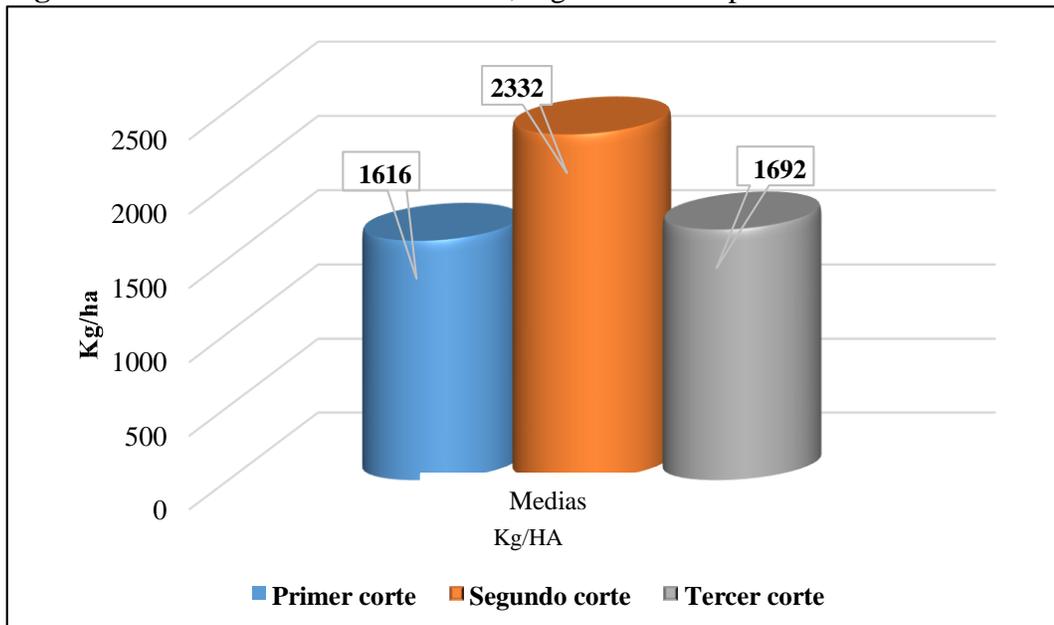


Tabla N° 08. Rendimiento de forraje verde y materia seca de la alfalfa Var. Monsefú, según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, expresado por hectárea.

	CORTE I		CORTE II		CORTE III		PROMEDIO Tratamientos	
	FV (Kg/ha)	MS (Kg/ha)	FV (Kg/ha)	MS (Kg/ha)	FV (Kg/ha)	MS (Kg/ha)	FV (Kg/ha)	MS (Kg/ha)
T₀	6020 a	1410 b	8690 a	1674 b	7380 a	1863 a	7363 a	1649 b
T₁	7360 a	1640 ab	8980 a	1709 ab	7020 a	1564 b	7787 a	1638 b
T₂	6460 a	1670 ab	8010 a	2534 a	7700 a	1720 a	7390 a	1975 ab
T₃	6330 a	1510 ab	8580 a	2337 a	7290 a	1678 ab	7400 a	1842 ab
T₄	6010 a	1510 ab	9100 a	2964 a	7910 a	1656 ab	7673 a	2043 a
T₅	7150 a	1700 a	8710 a	3026 a	7260 a	1621 ab	7707 a	2116 a

T₆	6880 a	1870 a	8640 a	2077 a	7480 a	1744 a	7667 a	1897 ab
Promedio	6601 b	1616 b	8673 a	2332 a	7430 a	1692 b	7570	1880

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de los autores
a: Letras iguales, indican similitud estadística. b: Letras diferentes, señalan diferencias estadísticas

P

La

4.2. orcentaje de materia orgánica

Tabla N° 10, registra el porcentaje de materia orgánica (M.O) para cada de uno de los tratamientos/corte. Así, tenemos que en el primer corte el mayor porcentaje de M.O expresada en base seca (B.S), se registró en el tratamiento T₁ (89.0 %) superando a todos los demás, y los menores datos fueron notados en los tratamientos T₅ (89.0%) y T₆ (89.0%). El porcentaje de materia orgánica en el segundo corte llevado a cabo, el tratamiento T₅ (90.7%), fue el que superó numéricamente a todos, y los menores valores se mostraron en los tratamientos T₀ (87.4%) y T₁ (87.4%). En lo que concierne al tercer corte, el tratamiento T₃ (88.3 %), registró el mayor porcentaje evaluado y el menor valor se evaluó en el T₀ (87.6%). En comparación con lo registrado por **Aguilar (2017)**, quien en sus evaluaciones realizadas, encontró que: el porcentaje de materia orgánica estuvo un promedio alrededor del 87.3 a 88.6% para el primer y segundo corte, respectivamente, pero en la presente investigación se registró un mayor porcentaje en contraste a lo que expone dicho autor.

La **Tabla N° 10 y Figura N° 21**, también muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, siendo el tratamiento T₄ (88.3%), en el cual se observó el mayor valor porcentual de materia orgánica, y el menor valor lo obtuvo el tratamiento T₆ (87.4 %). Por otro lado, el porcentaje de M.O registrada por cortes en promedio de los tratamientos, el segundo corte superó al primer y tercer corte, con un valor porcentual de 88.5%, **Figura N° 22**.

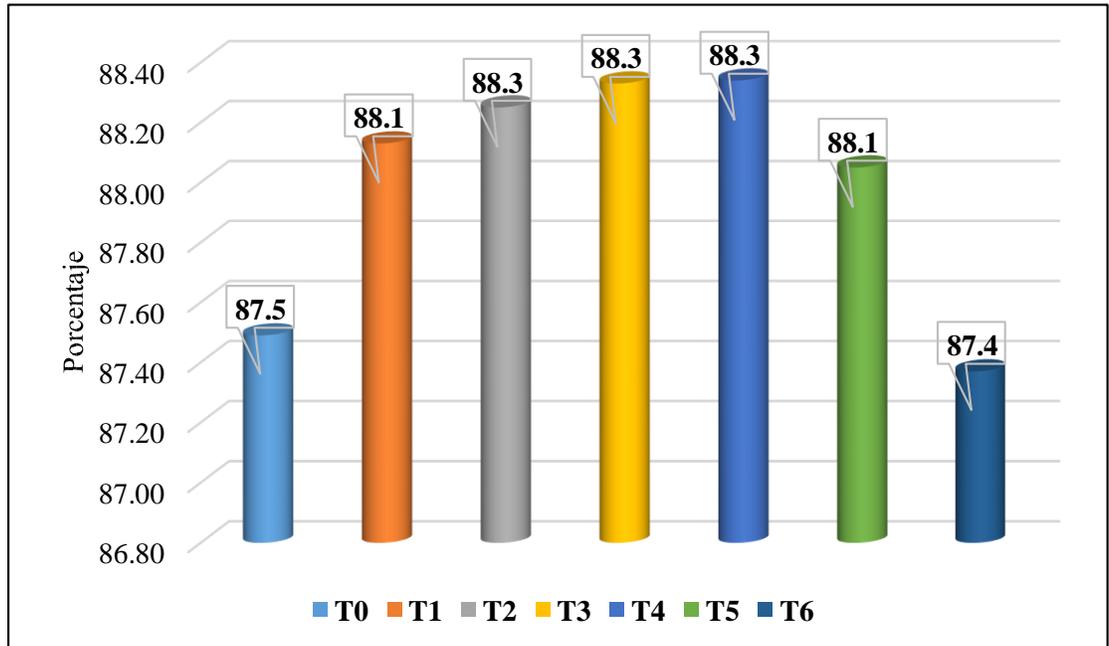
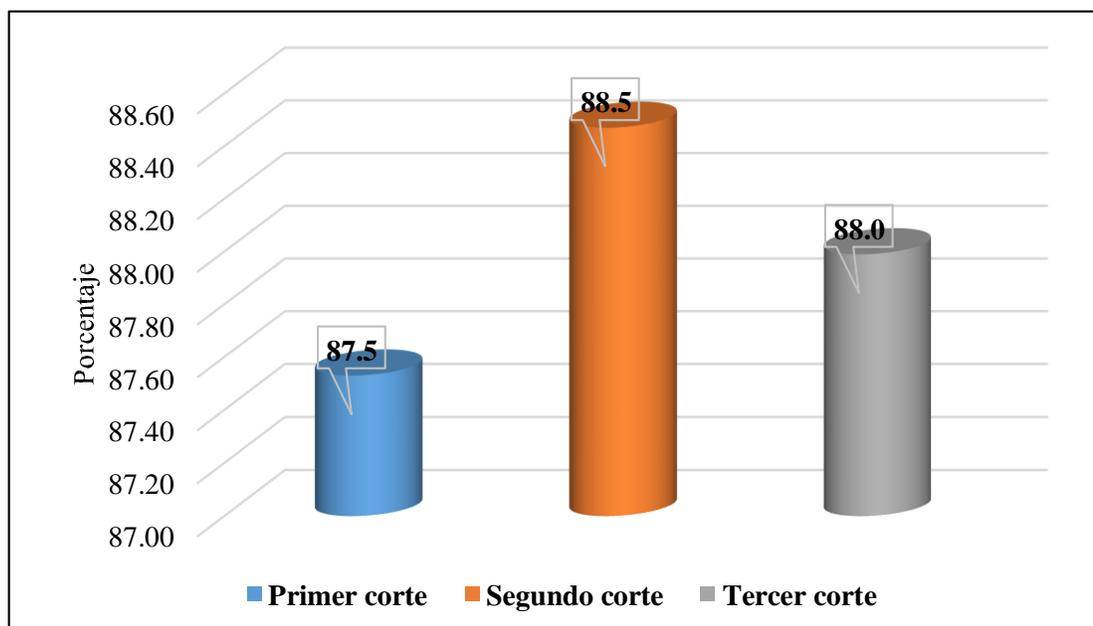


Figura N° 19. Porcentaje de materia orgánica, según tratamientos en promedio de cortes.

P

La

Figura N° 20. Porcentaje de materia orgánica, según cortes en promedio de tratamientos



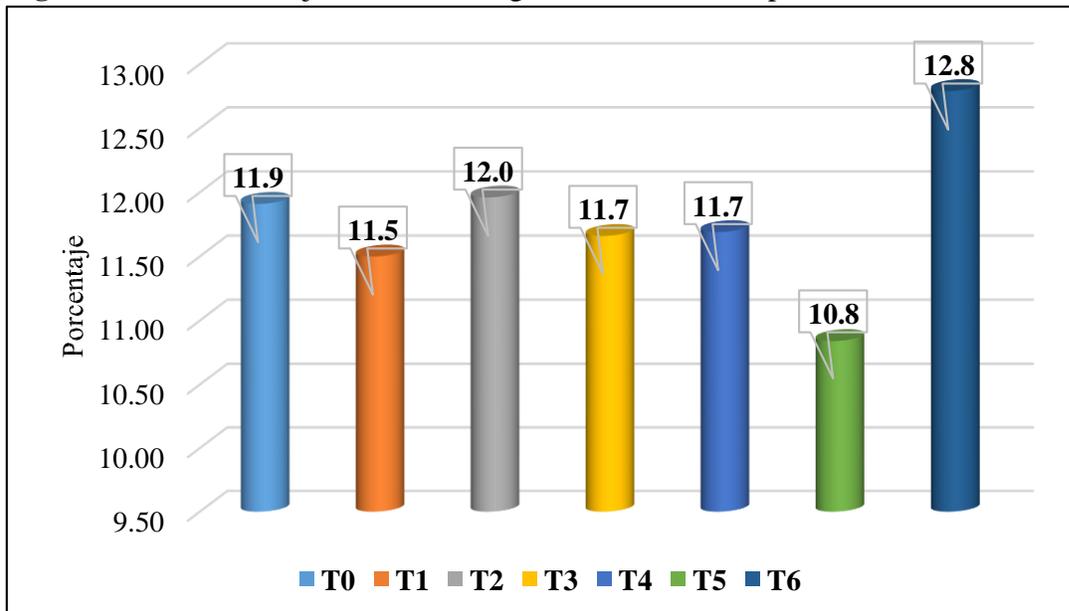
4.3. orcentaje de Cenizas

Tabla N° 11, expresa el porcentaje de cenizas para cada de uno de los tratamientos/corte. Así, nos muestra que en el primer corte el mayor porcentaje de cenizas expresada en B.S, el tratamiento T₆ (14.7%) superó numéricamente a todos y, el tratamiento T₁ (10.9%), fue en el cual se pudo notar el menor valor porcentual. El porcentaje de cenizas en el segundo corte llevado a cabo, el tratamiento T₂ (11.8%), superó a todos los tratamientos en dicha evaluación, y el menor dato se observó en el tratamiento T₅ (9.3%). En lo que concierne al tercer corte, en lo reportado acerca del porcentaje de cenizas, los tratamientos T₀ (12.3%) y T₅ (12.3%), registraron los mayores porcentajes. En comparación con lo argumentado por **Aguilar (2017)**, en sus evaluaciones realizadas, halló que: el porcentaje de cenizas para su primer y segundo corte fue de 12.8% y 11.4% respectivamente, datos que fueron obtenidos al realizar un estudio en la Var. Monsefú, siendo esta variedad en la que el presente trabajo de investigación se enfocó, notándose valores porcentuales de cenizas mayores a lo que expone dicho autor. Por otro lado, según **FEDNA (2016)**, argumenta que la alfalfa de calidad contiene un porcentaje de

cenizas alrededor del 10.6%, esto en contraste con la presente investigación, se registró un mayor porcentaje de cenizas, lo que equivale a una mayor concentración de biomasa formada en la planta. Además, según **Mogollón et al. (2018)** en su trabajo encontró datos mucho más elevados que a los del presente estudio, los cuales fluctuaron desde 13.2 al 17.3% de cenizas.

La **Tabla N° 11 y Figura N° 23**, muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, siendo el tratamiento T₆ (12.8%), en el cual se observó el mayor valor porcentual de cenizas y el menor dato lo obtuvo el tratamiento T₅ (10.8%). Al observar, el porcentaje de cenizas registradas de los cortes en promedio de los tratamientos, el primer corte 12.1% superó al segundo y tercer corte 11.2 y 12.0, respectivamente, **Figura N° 24**.

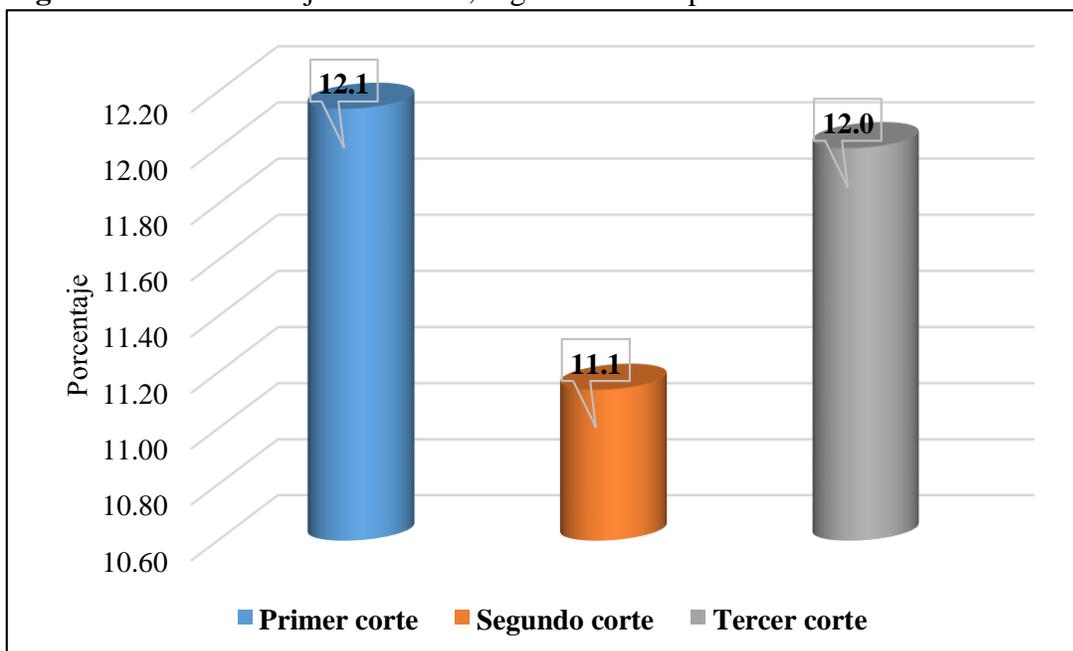
Figura N° 21. Porcentaje de cenizas, según tratamientos en promedio de los tres cortes.



P

La

Figura N° 22. Porcentaje de cenizas, según cortes en promedio de tratamientos.



4.4. orcentaje de proteínas

Tabla N° 09, señala el porcentaje de proteínas para cada de uno de los tratamientos/corte. Así, observamos que en el primer corte el mayor porcentaje de proteínas lo obtuvo el tratamiento T₄ (20.6%) expresada en B.S el cual superó a todos los demás tratamientos; se infiere que, los productos utilizados surgieron efectos positivos en el incremento de la concentración proteica del alfalfar, ya que, en contraste con el testigo los tratamientos donde se aplicó los productos registraron un mayor porcentaje proteico en dicha evaluación. Verificando, el porcentaje de proteínas en el segundo corte llevado a cabo, el tratamiento T₅ (25.6%), superó a todos los tratamientos en el dicho corte, también da a notar de igual manera que en la primera evaluación que, al contrastarlo con el testigo T₀ (23.4%) el cual fue el de menor porcentaje, así que, se asume que el efecto positivo en cuanto al incremento del porcentaje de proteínas se deba a la aplicación de los productos. Analizando el tercer corte, el tratamiento T₁ (24.9%), fue superior a los demás tratamientos evaluados, y estos a su vez fueron mayores al testigo; lo que da a entender

que los productos utilizados en la fumigación, surgieron efectos positivos en el tercer corte. En lo referente a lo reportado por **Aguilar (2017)**, donde en sus evaluaciones en la Var. Monsefú hace referencia a un máximo contenido de proteínas del 23.6%, pero sus valores registrados de porcentaje proteico no superaron a los mayores tratamientos evaluados del presente trabajo. Por otro lado, según **Hoyos (2007)**, observó un porcentaje promedio de proteínas en el primer y cuarto corte de 19.2% y 16.6% respectivamente, siendo datos obtenidos en la misma variedad evaluada; comparando estos resultados con la investigación realizada, sus valores son muy inferiores en cuanto al porcentaje proteico. Además, si contrastamos con lo reportado por **Belizario (2016)**, quien hizo un análisis proteico en sus tratamientos y, obteniendo un porcentaje del 18.4% para el mayor valor calculado en uno de sus tratamientos y el menor lo obtuvo con 17.5% de proteína, pero estos porcentajes fueron inferiores a los mayores datos porcentuales referentes a proteína expresada en base seca de la presente investigación. Por otro lado, según **Mogollón et al. (2018)**, quien infiere acerca de la composición química de la alfalfa expresada en porcentajes, y habiendo realizado un trabajo en cuatro variedades comerciales, reporta valores notados en su trabajo que fueron de 18.8 a 21.1%, con una media del 20.0% de proteína, pero en comparación con el presente trabajo realizado, se encontró un mayor porcentaje de proteína cruda. Además, por su lado según **Durand (2014)**, en su trabajo de tesis afirma haber evaluado un porcentaje del 18.1%, en contraste con el presente estudio, dicho autor reporta menores valores porcentuales de proteína cruda.

La **Tabla N° 09 y Figura N° 19**, muestra el porcentaje de los tres cortes en promedio de tratamientos, donde cinco de los tratamientos que se le suministraron los productos bioestimulantes, superaron en porcentaje de proteínas en comparación con el testigo, siendo el mayor valor promedio para el tratamiento T₅ (24.9%), y el menor porcentaje lo obtuvo el tratamiento T₃ (22.2%), incluso este valor fue menor contrastándolo con el testigo; así que, se asume que las respuestas de los tratamientos que tenían el producto químico ejercieron efecto positivo en el parámetro evaluado, ya que, en la mayoría de tratamientos donde se aplicó los productos obtuvieron mejores resultados en comparación al testigo. Acorde al porcentaje de proteínas registradas de tratamientos en promedio de

P

La
cortes, el segundo corte con 24.3, superó al primer y tercer corte 19.4 y 24.1,
respectivamente, **Figura N° 20**.

Figura N° 23. Porcentaje de proteínas, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

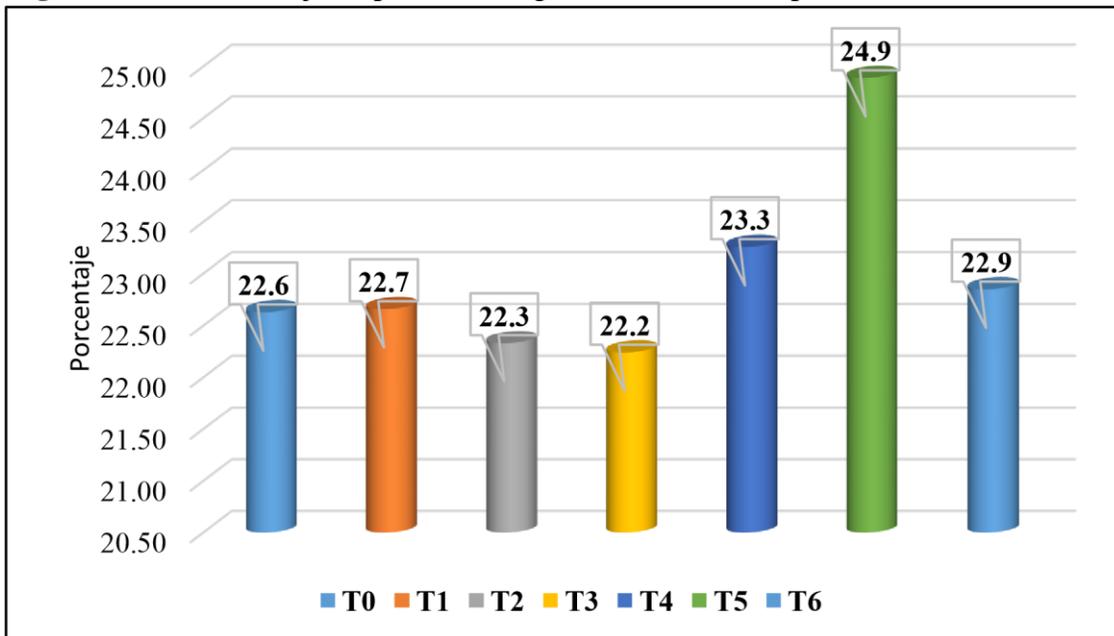


Figura N° 24. Porcentaje de proteínas, según cortes en promedio de tratamientos.

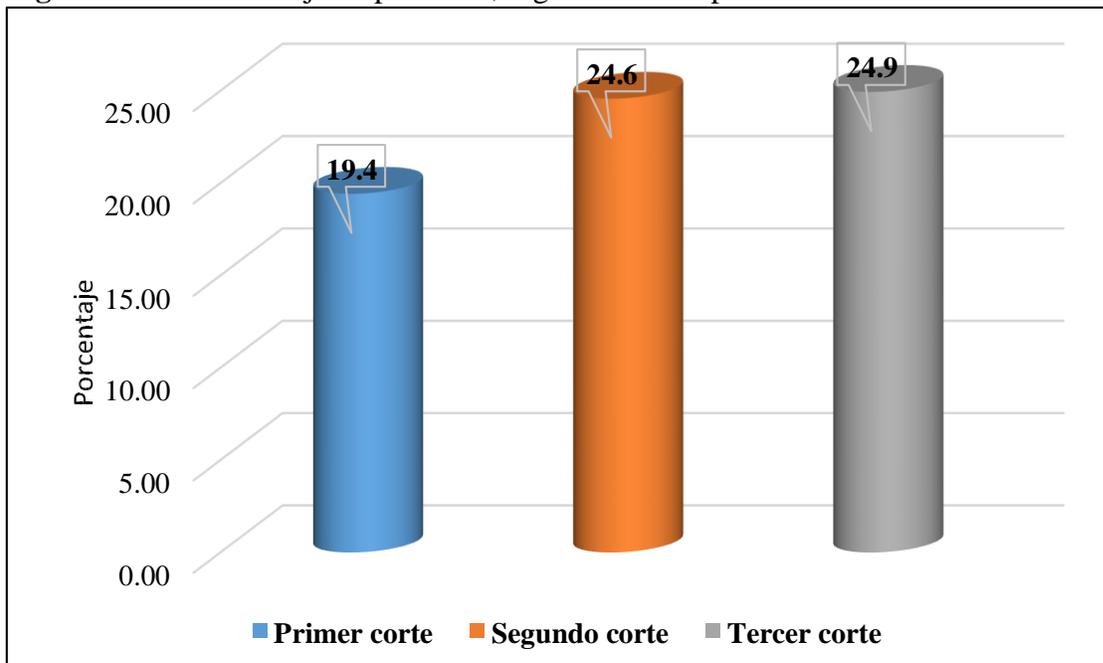


Tabla N° 09. Contenido de materia seca, materia orgánica, cenizas y proteínas de la alfalfa Var. Monsefú, expresada en base seca según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, Comunidad Gallito Alto – Lambayeque, 2018.

Trat.	CORTE I				CORTE II				CORTE III				PROMEDIO			
	MS	MO	Cen.	Prot.	MS	MO	Cen.	Prot.	MS	MO	Cen.	Prot.	MS	MO	Cen.	Prot.
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
T₀	20.7	87.5	12.6	17.3	17.1	87.4	10.9	23.4	22.8	87.6	12.3	23.3	20.2	87.5	11.9	22.6
T₁	19.8	89.0	10.9	19.4	16.8	87.4	11.7	23.6	20.2	88.0	11.9	24.9	18.9	88.1	11.5	22.7
T₂	22.8	88.5	12.2	19.1	28.1	88.2	11.8	23.4	20.3	88.1	11.9	24.5	23.7	88.3	12.0	22.3
T₃	21.0	88.4	11.7	19.5	24.3	88.3	11.7	23.5	20.7	88.3	11.7	23.7	22.0	88.3	11.7	22.2
T₄	22.0	87.9	12.1	20.6	28.9	89.0	11.0	25.1	19.0	88.1	11.9	24.1	23.3	88.3	11.7	23.3
T₅	21.1	85.7	11.0	20.1	31.0	90.7	9.3	25.6	20.4	87.8	12.3	24.8	24.2	88.1	10.8	24.9
T₆	24.0	85.7	14.7	19.8	21.5	88.3	11.7	25.5	21.2	88.1	12.0	23.3	22.2	87.4	12.8	22.9
Prom.	21.7	87.5	12.2	19.4	24.0	88.5	11.2	24.3	20.7	88.0	12.0	24.1	22.1	88.0	11.0	23.0

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ingeniería Zootecnia, UNPRG –Lambayeque.

4.5. Porcentaje de fibra detergente ácida (FDA)

La **Tabla N° 11**, señala el porcentaje de FDA para cada de uno de los tratamientos/corte. Así, tenemos que en el primer corte el mayor porcentaje de FDA expresada en B.S el tratamiento T₆ (34.6%) superó a todos los demás y el menor valor se mostró en el T₀ (34.6%); se infiere que, los productos utilizados surgieron efectos en el incremento de la concentración de fibra en el alfalfar, ya que, en contraste con el testigo este registró un menor porcentaje de fibra para el primer corte en comparación con la mayoría de los tratamientos donde se utilizó los bioestimulantes. En el segundo corte, el tratamiento T₃ (40.9%) alcanzó el mayor porcentaje registrado de FDA, superando a todos los demás y el menor valor porcentual se observó en el T₄ (35.0%). Analizando el tercer corte, el tratamiento T₄ (29.6%), siendo este valor porcentual mayor en contraste con el resto de los tratamientos evaluados y el menor porcentaje fue calculado en el testigo T₀ (27.5%). Comparando estos resultados con lo argumentado por **Romero et al. (1997)**, quienes infieren acerca de la composición química de la alfalfa, dicen haber encontrado unas proporciones adecuadas en dicho forraje, con un valor promedio de 30% de fibra detergente ácido (FDA), el cual es menor en cuanto a porcentaje de fibra analizados en la presente investigación. Por otro lado, según **Lima (2004)**, señala haber evaluado un porcentaje promedio de FDA en época húmeda, hallando un valor de 32.5% y en época seca un porcentaje de 39.6%, cuya investigación da a entender que, a mayor temperatura mayor es la concentración de fibra en la planta, coincidiendo dichos valores a los hallados en el presente trabajo. Así mismo, **García et al. (1987)**, señalan en su estudio valores de FDA en alfalfa los cuales variaron entre el contenido medio porcentual global de sus muestras de 37.3%, cuyos datos oscilaron entre 28.3 a 46.7%, sin embargo, el 65% de las muestras estuvieron entre 34.4% a 40.8%, valores que al ser comparados con los datos de FDA de la presente investigación, se evaluó un máximo porcentaje de 40.9% y un mínimo de 27.5%, estos datos fueron obtenidos al analizarlo en B.S, así que, según el estudio consultado está dentro del rango de valores normales. También, según **Vásquez et al. (2010)**, reportan un rango de valores porcentuales de FDA, en muestras de un alfalfar fertilizado con diferentes fuentes nutricionales, obteniendo valores como mínimo y máximo de 28.4 y 29.5%, correspondientemente; siendo porcentajes menores a los registrados en la presente investigación. Los altos valores de FDA del estudio en mención

podrían deberse a que los bioestimulantes y el medio ambiente dieron las condiciones para que se formara una mayor concentración de fibra. Por otra parte, acorde con **Hoyos (2007)**, hace mención acerca del contenido de FDA evaluado en la Var. Monsefú en cutervo encontrando un porcentaje de 25.6%, y en comparación con en el presente estudio, los valores registrados por dicho autor fueron inferiores, es probable por lo que el experimento en mención se desarrolló en zona costera y hay una mayor temperatura y por lo tanto condiciona a una formación de mayor concentración de fibra en la planta. Además, **Mogollón et al. (2018)** menciona acerca de valores porcentuales que oscilaron entre 33.5 y 40.6%, los cuales fueron menores al presente informe. Así, tomando la información de **Meléndez (2015)** el cual relata acerca de la cuantificación de la celulosa y la lignina, que a medida que el contenido de esta aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye; por lo tanto, el contenido de FDA se correlaciona negativamente con la digestibilidad total del insumo evaluado; también el alto porcentaje de lignina inhibe la degradación de la fibra y el efecto tóxico que los compuestos polifenólicos ejercen sobre los microorganismos en el rumen, además de la acción hidrofóbica de la lignina que limita el contacto del agua con los sustratos, lo cual impide el acceso de las celulasas y hemicelulasas a la pared celular, así que, según este estudio, valores elevados de FDA resultan ser perjudiciales en la dieta del ganado.

La **Tabla N° 12 y Figura N° 25**, muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, donde cinco de los tratamientos que se le suministraron los productos bioestimulantes, superaron en porcentaje de fibra en comparación con el testigo, excepto el tratamiento T₄ (31.5%), ya que este incluso fue menor que el testigo T₀ (32.0%), registrándose el mayor valor promedio en el tratamiento T₂ (33.6%), expresada en B.S. Así que, asumimos que las respuestas de los tratamientos que se le suministraron los productos ejercieron efecto en el parámetro evaluado, ya que, superaron al testigo. Por otro lado, el porcentaje promedio de FDA registrada de cortes en promedio de tratamientos, el segundo corte con 37.8% superó al primer y tercer corte con 31.4 y 28.7, respectivamente, **Figura N° 26**.

Figura N° 25. Porcentaje de fibra detergente ácida, según tratamientos en promedio de cortes

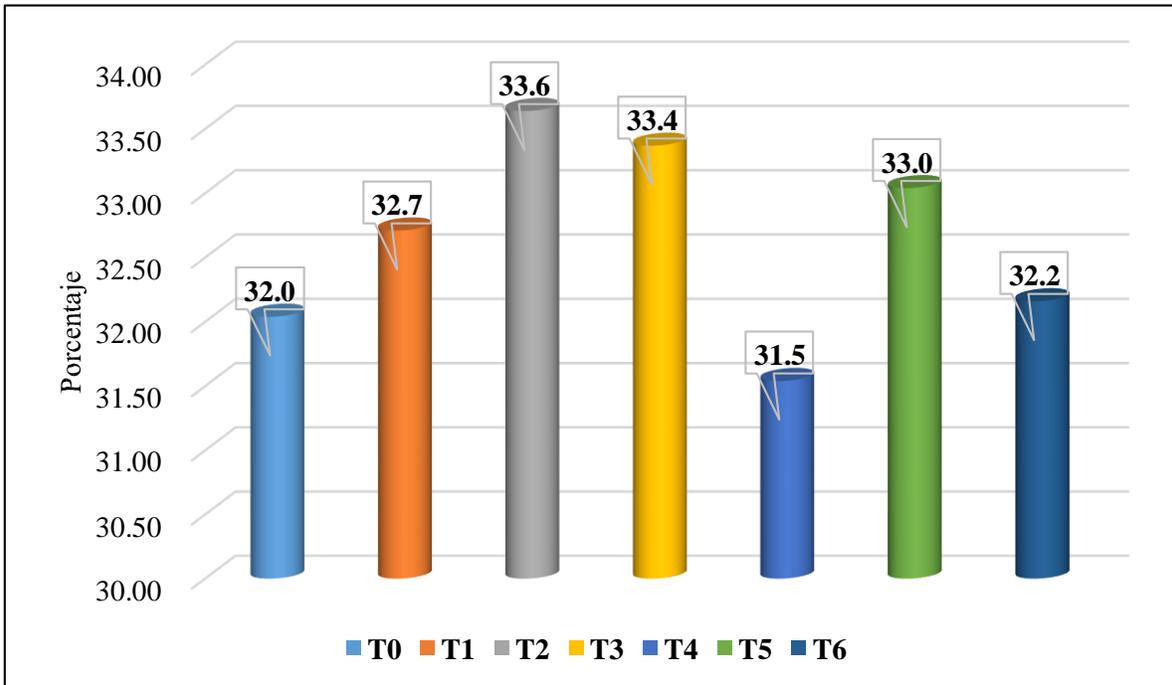
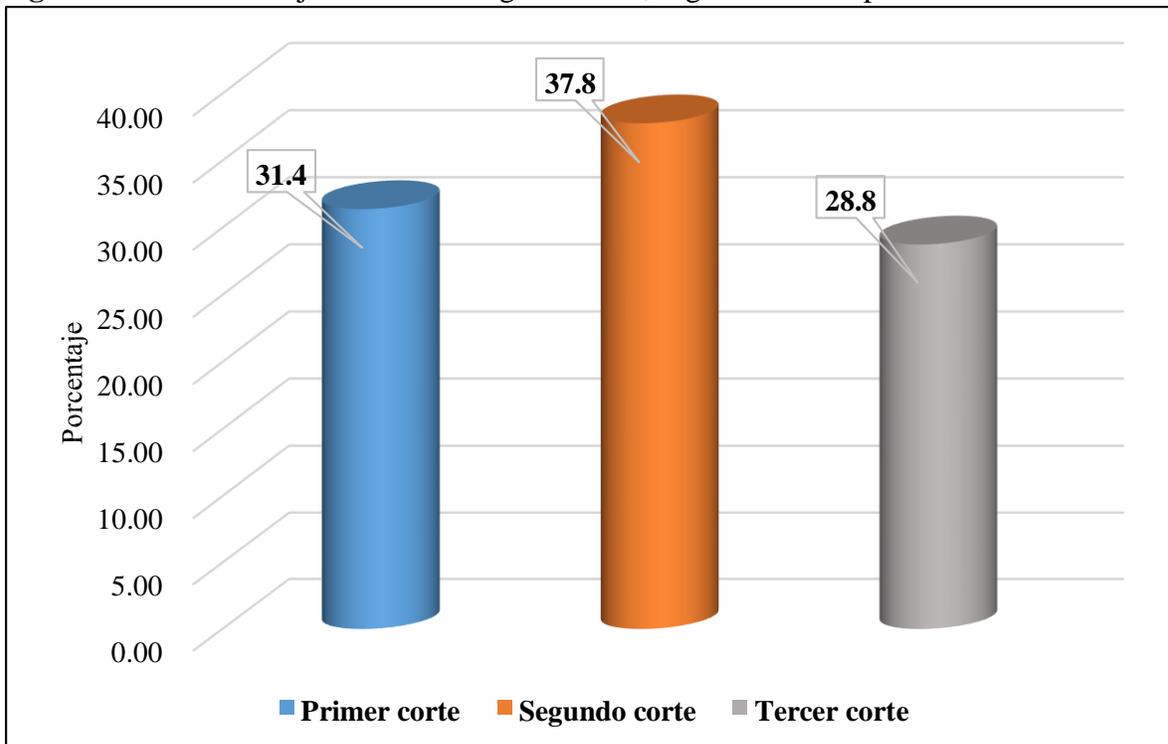


Figura N° 26. Porcentaje de fibra detergente ácida, según cortes en promedio de tratamientos



4.6. Porcentaje de fibra detergente neutra (FDN)

La **Tabla N° 11**, señala el porcentaje de FDN para cada uno de los tratamientos/corte. Así, tenemos que, en el primer corte, el mayor porcentaje de FDN expresada en B.S (base seca) lo obtuvo el tratamiento T₁ (69.6%) y el menor dato fue observado en el T₂ (62.8%); por lo tanto, se estima, que hubo una mayor acumulación de fibra en las paredes celulares en el mayor valor calculado. Analizando el segundo corte, el máximo porcentaje se registró en el T₅ (63.1%) y el menor valor lo obtuvo el T₂ (56.3%). En el tercer corte llevado a cabo, el tratamiento T₅ (60.5%), superó a todos los tratamientos en dicha evaluación y el menor valor se mostró en el T₃ (46.4%). Estos resultados comparados con lo reportado por **FEDNA (2016)**, muestra un valor promedio para FDN del 38%, esto en comparación con la presente investigación fue menor respecto al máximo dato calculado que fue de 69.6% siendo este el mayor valor registrado en los tres cortes realizados. Por otro lado, con lo referente a los autores **Romero et al. (1997)**, quienes infieren acerca de la composición química de la alfalfa, encontrando unas proporciones adecuadas para dicho forraje del 41% de fibra detergente neutra, comparando estos datos con los porcentajes de fibra del presente trabajo, se da a conocer un mayor porcentaje de FDN superando en un 25% a los datos de dichos autores. En cuanto a **Mogollón (2018)**, reporta acerca de los porcentajes de fibra detergente neutra, la cual estuvo en un rango que osciló entre el 45% al 54%, así que, pero contraste con el trabajo realizado de la presente tesis, se encontró valores superiores de fibra. Por otro lado, según **Lima (2004)**, señala haber encontrado valores similares para FDN, señalando un porcentaje promedio para época húmeda del 50.7% y en época seca 52.3%; en dicha investigación da a entender que, a mayor temperatura mayor es la concentración de fibra en la planta, y en lo referente al presente trabajo, se calculó un 65% de FDN siendo este valor mayor al reportado por dicho autor. Considerando según los datos de **Durand (2014)**, quien en su tesis afirma haber evaluado 33.4% de fibra detergente neutra, además, en un tratamiento analizado de la asociación de alfalfa + dactylis + trébol rojo obtuvo un valor de 32.9%; en cuanto al cálculo de FDN en el estudio en mención se reporta un mayor porcentaje de fibra, siendo casi el doble a lo comunicado por dicho autor. Por otro lado, **García et al. (1987)**, quienes señalan unos rangos de valores para FDN, los cuales variaron entre 32.6 a 63.9%, obteniéndose un valor global en su estudio del 49.1%, en cambio el 83% de las muestras estuvieron en un intervalo del 41% al 56% y, la presente investigación registró 69%,

siendo este dato mayor al más alto porcentaje según el artículo consultado. Por su parte **Belizario (2016)**, señala en su informe que, para el análisis de FDN obtuvo como mayor porcentaje un dato de 45.9% y el menor fue de 44.1%, pero en la presente investigación se registró un mayor porcentaje de FDN. También, los investigadores **Vásquez et al (2010)**, reportan un rango de valores porcentuales para FDN, señalando unos porcentajes estimados desde 33.4% al 34.6%” y en contraste con el presente estudio, se registró un mayor porcentaje de FDN; se alude estos valores a que el medio ambiente, y la aplicación de los productos dieron las condiciones para que se formara una mayor concentración de fibra en el alfalfar. Además, en su trabajo **Hoyos (2007)**, describe acerca del porcentaje de FDN un valor calculado del 36.3%, pero los datos del presente trabajo en lo que respecta, fueron superiores, es probable por lo que el experimento se desarrolló en zona costera y hubo una mayor temperatura y por lo tanto hubo más concentración de fibra en la planta de alfalfa. Por otro lado, según **Mogollón et al. (2018)**, señala en su investigación valores que fluctuaron desde 45 al 54%, siendo datos menores a los del presente estudio. Tomando la información de **Cruz y Sánchez (2000)**, los cuales señalan que a medida que el porcentaje de FDN se incrementa la producción de leche disminuye y además de esto, el consumo voluntario por parte del ganado disminuye, así que, según este estudio, valores elevados de FDN resultan ser perjudiciales en la dieta de los animales.

La **Tabla N° 13 y Figura N° 27**, muestra los tratamientos en promedio de los tres cortes, siendo el tratamiento T₅ (63.1%), en el que se observó el mayor valor porcentual de FDN expresada en B.S y el menor valor lo obtuvo el tratamiento T₂ (56.3%). De acuerdo al porcentaje de FDN registrada de los cortes en promedio de los tratamientos, el primer corte 65.69 superó al segundo y tercer corte con valores de 58.8 y 51.8%, respectivamente, **Figura N° 28**.

Figura N° 27. Porcentaje de fibra detergente neutra, según tratamientos en promedio de los tres cortes.

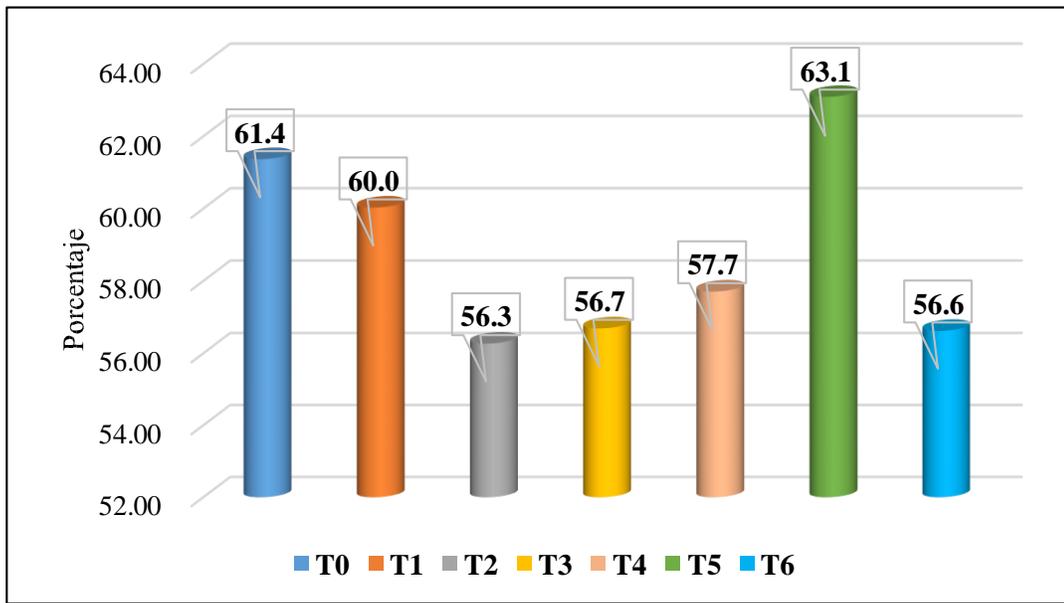
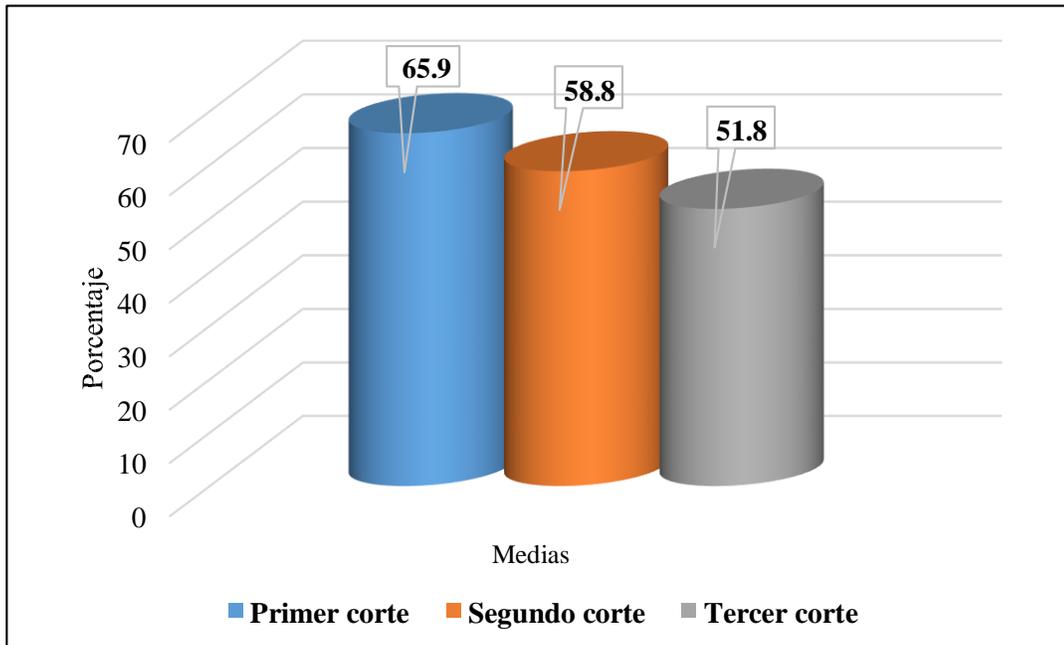


Figura N° 28. Porcentaje de fibra detergente neutra, según cortes en promedio de tratamientos.



Tratamientos	CORTE I		CORTE II		CORTE III			
	MS (%)	FDA (%)	FDN (%)	MS (%)	FDA (%)	FDN (%)	MS (%)	FDN (%)
T₀	20.7	29.8	38.8	61.4	22.8	27.5	56.2	20.2
T₁	19.8	30.8	38.7	60.1	20.2	28.6	50.5	18.9
T₂	22.8	31.7	40.2	56.3	20.3	29.0	49.8	23.7
T₃	21.0	30.9	40.9	56.7	20.7	28.3	46.4	22.0
T₄	22.0	29.9	35.0	57.7	19.0	29.8	51.7	23.3
T₅	21.1	32.1	38.5	63.1	20.4	28.6	60.5	24.2
T₆	24.0	34.6	32.5	56.6	21.2	29.4	47.5	22.2

Prom.	21.6	31.4	65.9	23.7	37.8	58.8	20.7	28.7	51.8	22.1	32.6	58.8
--------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fuente: Laboratorio de nutrición animal ingeniería zootecnia UNPRG – Lambayeque.

(MS%): porcentaje de materia seca

Tabla N° 10. Contenido fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) de la alfalfa Var. Monsefú, expresada en base seca según tratamientos y número de cortes del trabajo experimental, Gallito Alto – San José, Lambayeque 2018.

4.7. Correlación y regresión lineal de los parámetros de rendimiento vs materia seca/ha

La **Tabla N° 11**, muestra solo un grado de relación negativa entre materia seca y las características: ramas/tallo y hojas/tallo, **Fig. 29 y 30**; mientras que en los demás parámetros evaluados se observa una recta lineal de tendencia positiva, pero con una relación débil, tal como se observa en cada una de sus gráficas de dispersión, **Fig. 31, 32, 33, 34 y 35**, respectivamente. Por otro lado, al analizar el coeficiente de determinación manifiesta un rango que va desde 1.1% hasta 22.9%, estos valores porcentuales representan la variación que hubo en cuanto a la materia seca/ha, y esta fluctuación a su vez se explica por medio de la variación en los parámetros evaluados anteriormente. Además, al estudiar el coeficiente de regresión, el cual señala el grado de dependencia de la materia seca/ha respecto a las característica estudiadas, los análisis muestran que en ninguno hubo significación estadística, además se manifiesta que solo se registró una dependencia negativa en: ramas/tallo y hojas/tallo, y en los demás parámetros tuvieron una dependencia positiva, por otro lado, observando el grado de dependencia medido por el coeficiente de regresión ($b = b_0 + b_1x$), manifestado según el análisis, se observa que por cada unidad de aumento reemplazado en la incógnita “x” el rendimiento de materia seca incrementará en una unidad de kilogramos por hectárea, correspondientemente, como el caso de forraje verde/ha, si aumentase $x=1$ kg de materia verde, entonces $Y = 0.1848x + 481.48$, reemplazando aumentaría en 481.6648 kg/ha de materia seca.

Tabla N° 11. Análisis de correlación y regresión lineal simple entre materia seca/ha vs los atributos agronómicos.

Parámetros evaluados	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de terminación (r² x 100)	Coefficiente de regresión (b)	Ecuación de regresión
Altura de planta, cm	0.40	16.23	96.051 _{NS}	Y= 96.051x - 3752.8
N° de ramas/tallo	-0.35	12.07	-292.93 _{NS}	Y= -292.93x+2488.31
N° de hojas/tallo	-0.11	1.31	-47.194 _{NS}	Y= -47.194x +2792.5
Diámetro de tallo, mm	0.10	1.05	399.92 _{NS}	Y= 399.92x + 752.09
N° coronas/m ²	0.48	22.91	74.931 _{NS}	Y= 74.931x + 267.94
N° tallos/corona	0.44	19.91	372.76 _{NS}	Y= 372.76x - 365.07
Forraje verde, kg/ha	0.18	3.24	0.1848 _{NS}	Y= 0.1848x + 481.48

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de los autores.

Figura 29. Análisis de regresión y correlación lineal, para número de ramas/ tallo vs materia seca/ha.

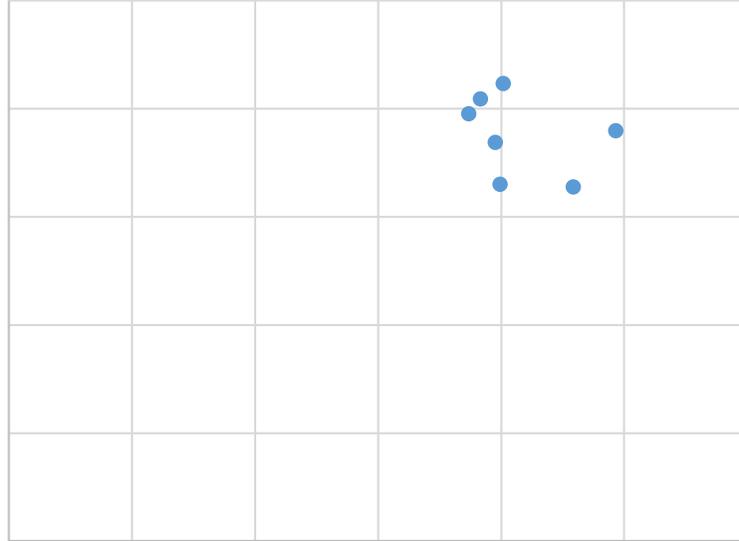


Figura 30. Análisis de regresión y correlación lineal, para número de hojas/tallo vs materia seca/ha.

Figura 31. Análisis de regresión y correlación lineal, para altura de planta vs materia seca/ha

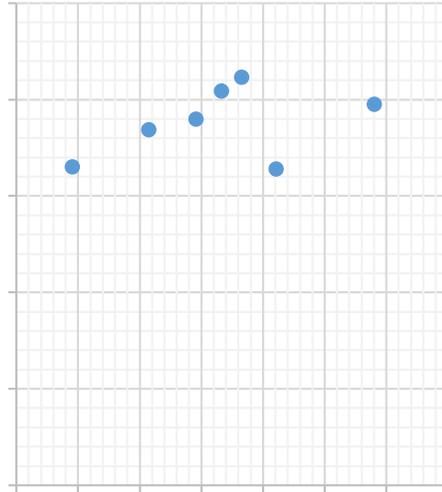


Figura 32. Análisis de regresión y correlación lineal, para diámetro de tallo vs materia seca/ha

Figura 33. Análisis de regresión y correlación lineal, para tallos/corona vs materia seca/ha

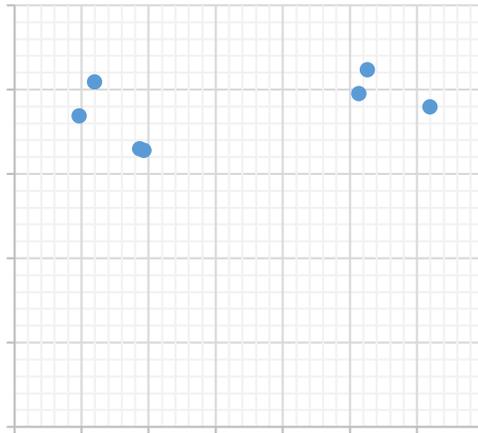
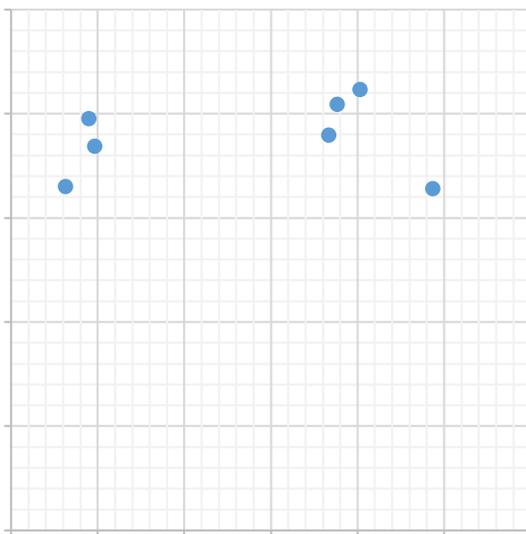


Figura 29. Análisis de regresión y correlación lineal, número coronas/m² vs materia seca

Figura 30. Análisis de regresión y correlación lineal, para FV/ha vs materia seca



VI. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se llevó el presente trabajo se concluye que:

- Todos los tratamientos incluido el testigo no mostraron diferencias estadísticas en los cortes I, II y III en forma individual y combinado para las características evaluadas, que fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas/tallo, ramas/tallo, tallos/corona, proporción hoja/tallo, coronas/m².
- Lo tratamientos que llevaron los bioestimulantes foliares no exhibieron diferencias estadísticas en rendimiento de forraje verde/ha en los cortes I, II y III al analizarse individualmente y combinado en comparación con el testigo.
- En cuanto al rendimiento de materia seca/ha, se mostró diferencias estadísticas entre tratamientos en los cortes I, II y III.
- Los mayores porcentajes promedio de los tres cortes para materia orgánica, cenizas, proteínas, FDA y FDN fueron registrados en los tratamientos T4, T6, T5, T2, T5, respectivamente.

- El análisis de regresión y correlación, muestra que los atributos hojas/tallo y ramas/tallo manifestaron una dependencia negativa respecto al rendimiento de materia seca/ha; en tanto la relación de materia seca con los demás atributos evaluados tuvieron una tendencia positiva en la recta lineal pero con una relación débil.

VII. RECOMENDACIONES

Se considera que se debe seguir investigando en cuanto al área de forrajes, ya que, este tipo de trabajos permitirá conocer si es factible una fertilización foliar en especies forrajeras para la obtención de un pasto con mucha más concentración de nutrientes, que un pasto cultivado sin tratar con productos de nutrición foliar. Además de esto, se podría investigar con una fertilización de fondo con humus al momento de la instalación de las parcelas de un alfalfar, dado que esta acción nos ayudará a mejorar nuestros suelos de la costa norte referente a las concentraciones elevadas de sales, además la incorporación de humus mejorará la estructura del suelo tratado y como mantenimiento del alfalfar.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa Deshidratada (AEFA), (s.f). El cultivo de alfalfa. Tomado de, <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:dqCuilmqBdQJ:aefa-d.com/el-cultivo-de-la-alfalfa/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>.

Aguilar, E. (2017). Producción de biomasa forrajera de variedades o ecotipos de alfalfa (*Medicago sativa* L,) en el sector humedades del distrito de Salas - Lambayeque. Tesis Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tomado de, <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1866>.

Belizario, E. (2016). Efecto de la frecuencia y altura de corte en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L), en dos tipos de suelo en Coata – Puno. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad del Altiplano. Tomado de, http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3966/Mamani_BelizarioRene_Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Ciarlo, E. y F, Lagrassa. (2008). Resultados de la aplicación de un fertilizante líquido a base de calcio en pasturas de alfalfa. Tomado de, http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/90-fertilizante_liquido.pdf.

- Casado, M. (2011).** Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. Obtenido de:
<https://inta.gov.ar/documentos/alfalfamedicagosativa>.
- Calvo, P. (2014).** Agricultura uses of plant bioestimulants, *Plant and soil* pp. 383. Tomado de
<https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.
- Canellas, L; F, Olivares; Aguiar, N; D, Jones; Nebbioso, A; P, Mazzei; Piccolo, A. (2015).** *Scientia Horticulturae*. Tomado de, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-4226201600020013.
- Cruz, M., y Sánchez, J. (2000).** La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición animal tropical*, vol. 6, n° 1. Obtenido de, http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero.pdf.
- Del Pozo, (1983).** La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento, 3° edición, pp 6. Ed. Mundi - Prensa, Madrid, España.
- Duarte, G. (2016).** Fertilización en alfalfa. Obtenido de Fertilizando.com:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>.
- Durand, M. (2014).** Comportamiento productivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en cultivo puro y asociado con gramíneas forrajeras en el CIP - Camacani. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2054/Durand_Aguilar_Marcia_Jakeline.pdf?sequence=1&isAllowed=.
- Ecohortum. (2013).** Como cultivar alfalfa. Tomado de,
<https://ecohortum.com/comocultivaralfalfa/>.
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA), (2016).** Composición química de la alfalfa. Tomado de,
http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/alfalfa-en-rama.
- García, S. (2017).** Bioestimulantes agrícolas, definición, principales categorías y regulación a nivel mundial. Serie *Nutrición Vegetal* Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 pp. Tomado de,
<https://www.intagri.com/articulos/nutricionvegetal/bioestimulantes-agricolasdefinicion-y-principales-categorias>.

- García, B.; A. Ciudad; Rico, R., & M. García, (1987).** Composición química y digestibilidad de la alfalfa deshidratada destinada al comercio exterior. Obtenido de, <http://digital.csic.es/bitstream/10261/76158/1/Composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20y%20digestibilidad%20de%20alfalfa%20deshidratada%20destinada%20al%20comercio%20exterior.pdf>.
- Granados, E. (2015).** Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/GranadosErick.pdf>.
- Becker, G. (s.f).** Alfalfa, sembrar a fines de verano o primavera, ventajas y desventajas de cada época. Tomado de, <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210137.pdf>.
- Hoyos, L. (2007).** Rendimiento, atributos agronómicos y composición química de siete genotipos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Yatún, Cutervo, Cajamarca. Título Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, cede Cutervo.
- Sistema de Información del Sector Agropecuario Costarricense (INFOAGRO), (s.f).** El cultivo de la alfalfa. Obtenido de : <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>.
- Kloepper, J; L, Nelson; Calvo, J. Plant Soil. (2014).** Agricultura uses of plant bioestimulants, Plant and soil pp. 383. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s111040142131-8>.
- Meléndez, P. (2015).** Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y de su nomenclatura. El mercurio. Tomado de: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2015/10/21/Las-basesparaentender-un-analisis-nutricional-de-alimentos-y-su-nomenclatura.aspx>
- Morales, M. (2013).** Cultivo de la alfalfa: La siembra. Obtenido de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-hi19alfalfasiembra__4_.pdf.
- Ministerio de Agricultura y Riego, (MINAGRI). (2016).** Producción de los principales cultivos por producto según año. https://www.google.com/search?source=hp&ei=0mJyXeILK8LW5gLiYayocg&q=minagri&oq=minagri&gs_l=psyab.3..0l10.35276.36612..37839...0.0..0.422.1532.0j5j0j1j11gws-wiz0i131.5Jc7OqlfqKg&ved=0ahUKEwjovK6jqrzkAhVCq1kKHeIkC6UQ4dUDCAU&uact=5.

- Moscoso, J. (2016).** Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Obtenido de: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practicas_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf.
- Mogollón, A.; D, Flórez; Hoyos, J. (2018).** Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. Rev. Cien. Agri. Tomado de, file:///C:/Users/James/Downloads/DialnetBiomasa YCalidadNutricionalDeCuatro VariedadesDeAlfa-6333033.pdf.
- Lus, J. (2015).** La alfalfa en ambientes salinos o salinos sódicos. Obtenido de TodoAgro.com.ar: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/166-ambientes_salinos.pdf.
- Larios, F.; Gonzáles, C.; & Morales, Y. (2015).** Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Revista de la facultad de ingeniería - Universidad San Ignacio de Loyola. vol.2, pg.12 .Tomado de :<https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-yhacerv2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>.
- Lima, E. (2004).** Análisis bromatológico de cinco especies forrajeras introducidas para, determinar su aporte en la alimentación del ganado. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andres -Facultad de Agronomía. Obtenido de : <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6007/T763.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pauletti, M. (s.f.).** El cultivo de alfalfa. Plan Agropecuario, recursos naturales, Obtenido de: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R150/R_150_56.pdf.
- Romero, P. (2013).** Métodos de diseños y análisis de experimentos. Departamento de Probabilidad y Estadística IIMAS UNAM. Tomado de, http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/mastertecnologiatelecomunicacion/Tema3DisenodeExperimentos/doe-0-PatriciaIsabelRomero-IIMAS-UNAM-DOE-completamente_al_azar.pdf.
- Romero, L.; J, Méndez; Bruno, O. (1997).** Comparación de sistemas de conservación de alfalfa, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, INTA. Tomado de, http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p24.htm.
- Soriano, A. (2003).** Importancia del cultivo de alfalfa (Medicago sativa. L.) en el estado de baja California sur. Título, Ing. Agrónomo en producción, Universidad Autónoma

Agraria "Antonio Navarro". Obtenido de :
[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1257/IMPORTAN
CIA%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20ALFALFA%20\(Mdicago%20sativa%
20L.\)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20BAJA%20CALIFORNIA%20SUR.pdf?
sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1257/IMPORTAN%20DEL%20CULTIVO%20DE%20LA%20ALFALFA%20(Mdicago%20sativa%20L.)%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20BAJA%20CALIFORNIA%20SUR.pdf?sequence=1).

Salgado, L. (2012). Respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes foliares en el cultivo de alfalfa, en la zona de Yahuarcocha, provincia de Imbabura. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de, <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/504/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000088.pdf>.

Suarez, R. (2013). Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de, <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/466/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000081.pdf>.

Schwartzkopf, D. (2014). Improving alfalfa production, Buffalo Brand, Sharp Bros Seed C. Tomado de, https://issuu.com/sharpseed/docs/dairyland_alfalfa_hybrid_final.

Salas, J. (2017). Riego agrícola con agua regenerada (IAGUA). Obtenido de: [https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/riego-agricola-
aguaregenerada](https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/riego-agricola-aguaregenerada).

Universidad Pública de Navarra (UPNA), (s.f). Flora pratense y forrajera cultivada de la península Ibérica. Departamento de producción animal. Tomado de, http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Medi_sati_p.htm.

Usca, B. (2015). Evaluación de diferentes niveles de biofertilizantes orgánicos en la producción forrajera de *Medicago sativa* L. Var. abunda verde (alfalfa). Título: ing. Agr. Universidad Politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias Pecuarias. Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5210/1/17T1295.pdf>.

YARA (2016). Yara Fertilización Foliar en Alfalfa, Horizonte A. Tomado de, <http://horizonteadigital.com/yara-y-fertilizacion-foliar-en-alfalfas/>.

Vásquez, C.; J, García; Salazar, E.; A, Bernardo; Orona, I.; R, Zúñiga; Preciado, P. (2010). Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. Obtenido de, <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n4/v1n4a5.pdf>.

Zandonadi, D.; L, Canellas, y J, Façanha. (2007). Sustancias húmicas pp. 225: 1583.
 Obtenido de, <https://doi.org/10.1007/s00425-006-0454-2>.

VIII. ANEXOS

8.1. Análisis de variancia combinado e individual, para los atributos evaluados en campo.

Anexo 01. Análisis de variancia combinado para altura de planta

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	45.71	3	15.24	0.94	N.S
biostimulantes	39.11	6	6.52	0.40	N.S
cortes	1980.89	2	990.45	60.92	*
B x C	82.41	12	6.87	0.42	N.S
Error	975.46	60	16.26		
Total	3123.58	83			

Anexo 02. Análisis de variancia

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	1.03	3	0.34	5.07	*
biostimulantes	0.17	6	0.03	0.42	N.S
cortes	6.62	2	3.31	48.92	*
B x C	0.90	12	0.08	1.11	*
Error	4.06	60	0.07		
Total	12.78	83			

Anexo 03. Análisis de variancia

	<i>combinado para el número de hojas</i>				
F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	22.29	3	7.43	2.91	*
biostimulantes	14.32	6	2.39	1.87	N.S
cortes	375.96	2	187.98	49.15	*
B x C	104.88	12	8.74	13.71	*
Error	458.97	60	7.65		
Total	976.42	83			

Anexo 04. Análisis de variancia combinado para número de ramas

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	7.80	3	2.60	5.21	*
biostimulantes	3.48	6	0.58	1.16	*
cortes	40.77	2	20.39	40.85	*
B x C	5.29	12	0.44	0.88	N.S
Error	29.94	60	0.50		
Total	87.28	83			

Anexo 05. Análisis de variancia combinado para número de coronas

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	30.61	3	10.20	2.43	N.S
biostimulantes	100.40	6	16.73	7.98	*
cortes	63.17	2	31.59	5.02	*
B x C	173.67	12	14.47	13.80	*
Error	755.14	60	12.59		
Total	1122.99	83			

Anexo 06. Análisis de variancia combinado para número de tallos/corona

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	5.74	3	1.91	6.36	*
biostimulantes	3.53	6	0.59	3.91	*
cortes	48.68	2	24.34	53.96	*
B x C	6.27	12	0.52	6.95	*
Error	54.13	60	0.90		

Total	118.35	83
-------	--------	----

Anexo 07. Análisis de variancia combinado para peso de forraje fresco/ha

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	1657.95	3	552.65	0.29	N.S
biostimulantes	2742.67	6	457.11	0.24	N.S
cortes	169583.31	2	84791.66	44.45	*
B x C	19765.19	12	1647.10	0.86	N.S
Error	114448.55	60	1907.48		
Total	308197.67	83			

□

Análisis de variancia individual para la característica altura de planta, primer corte

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	91.54	3	30.51	3.36	*
biostimulantes	63.90	6	10.65	1.17	NS
error	163.65	18	9.09		
Total	319.09	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica altura de planta, segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	124.69	3	41.56	2.38	NS
biostimulantes	27.12	6	4.52	0.26	NS
error	313.80	18	17.43		
Total	465.61	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica altura de planta, tercer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	37.52	3	12.51	0.91	NS
biostimulantes	32.95	6	5.49	0.40	NS
error	246.69	18	13.70		
Total	317.16	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica ramas/tallo, primer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	13.34	3	4.45	7.92	*
biostimulantes	6.13	6	1.02	1.82	NS
error	10.10	18	0.56		
Total	29.58	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica ramas/tallo, segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	1.23	3	0.41	1.03	NS
biostimulantes	1.58	6	0.26	0.66	NS
error	7.21	18	0.40		
Total	10.03	27			

□

Análisis de variancia individual para la característica ramas/tallo, tercer corte

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	0.17	3	0.06	0.18	NS
biostimulantes	1.06	6	0.18	0.56	NS
error	5.69	18			
Total	6.91	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica hojas/tallo, primer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	57.19	3	19.06	1.12	NS
biostimulantes	23.30	6	3.88	0.23	NS
error	305.64	18	16.98		
Total	386.14	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica hojas/tallo, segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	14.13	3	4.71	1.36	NS
biostimulantes	73.41	6	12.24	3.53	*
error	62.46	18	3.47		
Total	150.01	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica hojas/tallo, tercer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	2.20	3	0.73	0.33	NS
biostimulantes	22.48	6	3.75	1.70	NS
error	39.63	18	2.20		
Total	64.31	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica diámetro de tallo, primer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	0.63	3	0.21	3.50	*
biostimulantes	0.14	6	0.02	0.39	NS
error	1.08	18	0.06		

□

Total	1.86	27
-------	------	----

Análisis de variancia individual para la característica diámetro de tallo, segundo corte

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	0.44	3	0.15	1.84	NS
biostimulantes	0.74	6	0.12	1.55	NS
error	1.44	18	0.08		
Total	2.62	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica diámetro de tallo, tercer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	0.30	3	0.10	1.46	NS
biostimulantes	0.18	6	0.03	0.46	NS
error	1.21	18	0.07		
Total	1.69	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica coronas/m², primer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	94.29	3	31.43	1.01	NS
biostimulantes	369.71	6	61.62	1.97	NS
error	561.71	18	31.21		
Total	1025.71	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica coronas/m², segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	570.29	3	190.10	3.59	*
biostimulantes	380	6	63.33	1.20	NS
error	953.71	18	52.98		
Total	1904.00	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica coronas/m², tercer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	393.71	3	131.24	1.67	NS

□

biostimulantes	617.71	6	102.95	1.31	NS
error	1414.29	18	78.57		
Total	2425.71	27			

variancia individual para la característica tallos/corona, primer corte

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	10.71	3	3.57	6.79	*
biostimulantes	2.22	6	0.37	0.70	NS
error	18	18	0.53		
Total	22.39	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica tallos/corona, segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	12.04	3	4.01	3.89	*
biostimulantes	6.14	6	1.02	0.99	NS
error	18.58	18	1.03		
Total	36.77	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica tallos/corona, tercer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	0.72	3	0.24	0.52	NS
biostimulantes	1.44	6	0.24	0.52	NS
error	8.35	18	0.46		
Total	10.51	27			

• *Análisis de variancia individual para la característica FV/ha, primer corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	287714.29	3	95904.76	0.13	NS
biostimulantes	5760342.86	6	960057.14	1.32	NS
error	13139885.72	18	729993.65		
Total	19187942.86	27			

□

□ *Análisis de variancia individual para la característica FV/ha, segundo corte*

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	17265038.19	3	5755012.73	1.06	NS
biostimulantes	32344806.15	6	5390801.03	1.00	NS
error	97283692.76	18	5404649.60		
Total	146893537.1	27			

Análisis de variancia individual para la característica FV/ha, tercer corte

F.V	SC	GL	CM	F	S
Repet.	720514.29	3	240171.43	0.25	NS
biostimulantes	2173171.43	6	362195.24	0.38	NS
error	17323285.72	18	962404.76		
Total	20216971.43	27			

8.2. Morfo - fisiología de la planta de alfalfa (*Medicago sativa* L.)

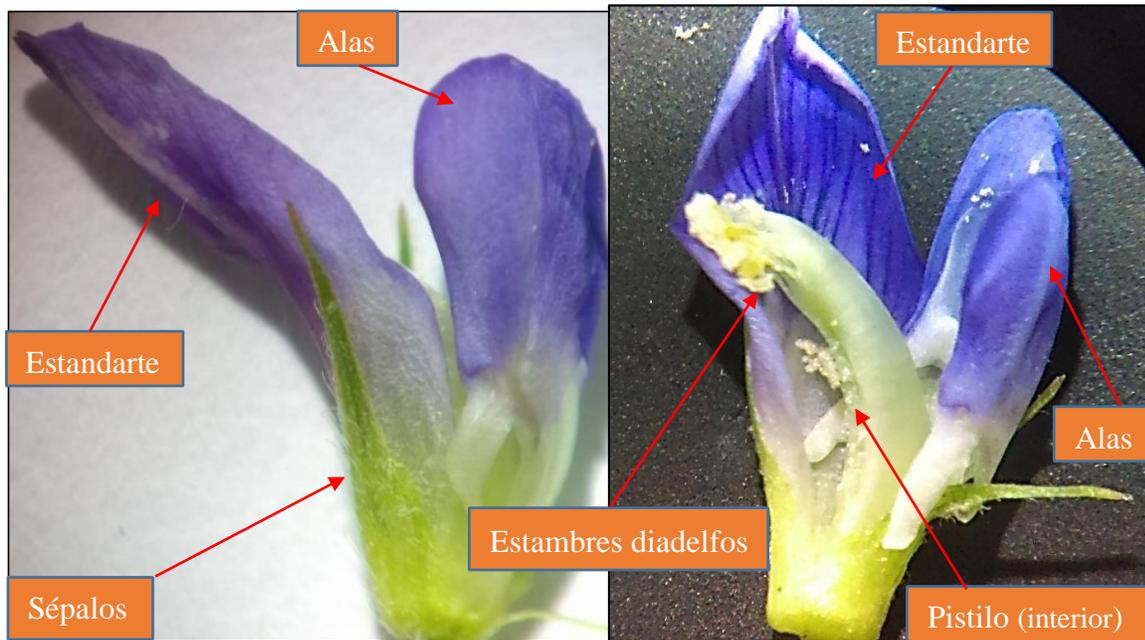
(Fotos tomadas al estereoscopio hecho por el autor)

Ilustración 01. Inflorescencia de la alfalfa, visto al estereoscopio óptico.



Fuente: imágenes propias del autor, inflorescencia (izq.) y flor (der.) de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 02. Morfología floral de la alfalfa visto al estereoscopio óptico.



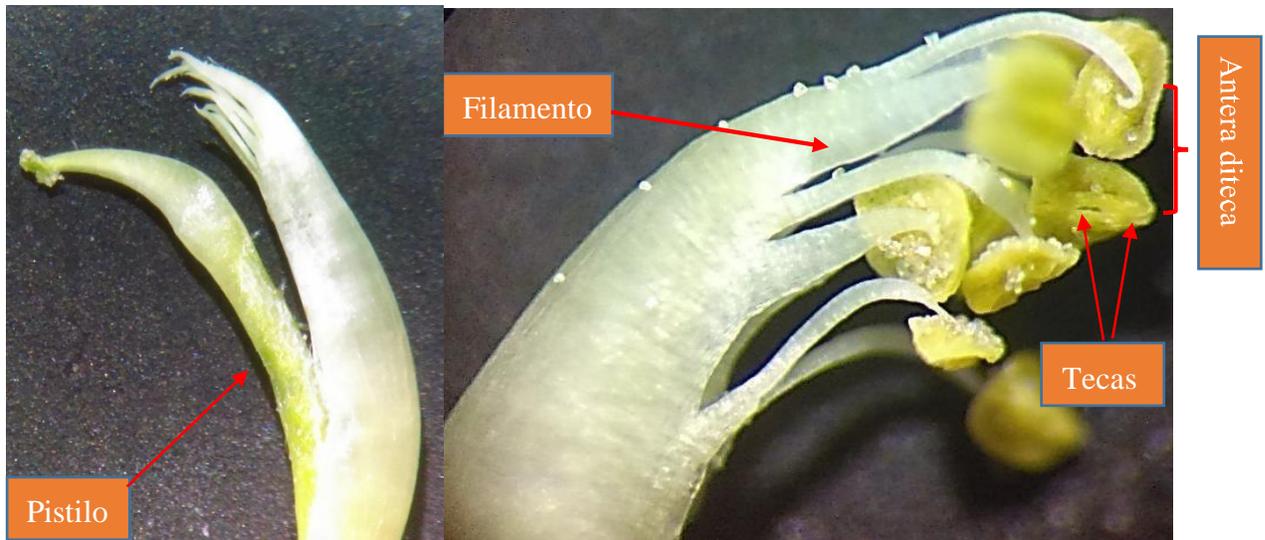
Fuente: imágenes propias del autor, flor de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 03. Estambres diadelfos soldados englobando al pistilo y este a su vez, es el que contiene los óvulos; visto al estereoscopio óptico.



Fuente: imágenes propias del autor, estructuras femenina y masculina, flor de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 04. Estambres diadelfos (9 soldados + 1 libre) con sus anteras conteniendo el polen visto al estereoscopio óptico



Fuente: imágenes propias del autor, estructuras femenina y masculina de la alfalfa *Medicago sativa* L.

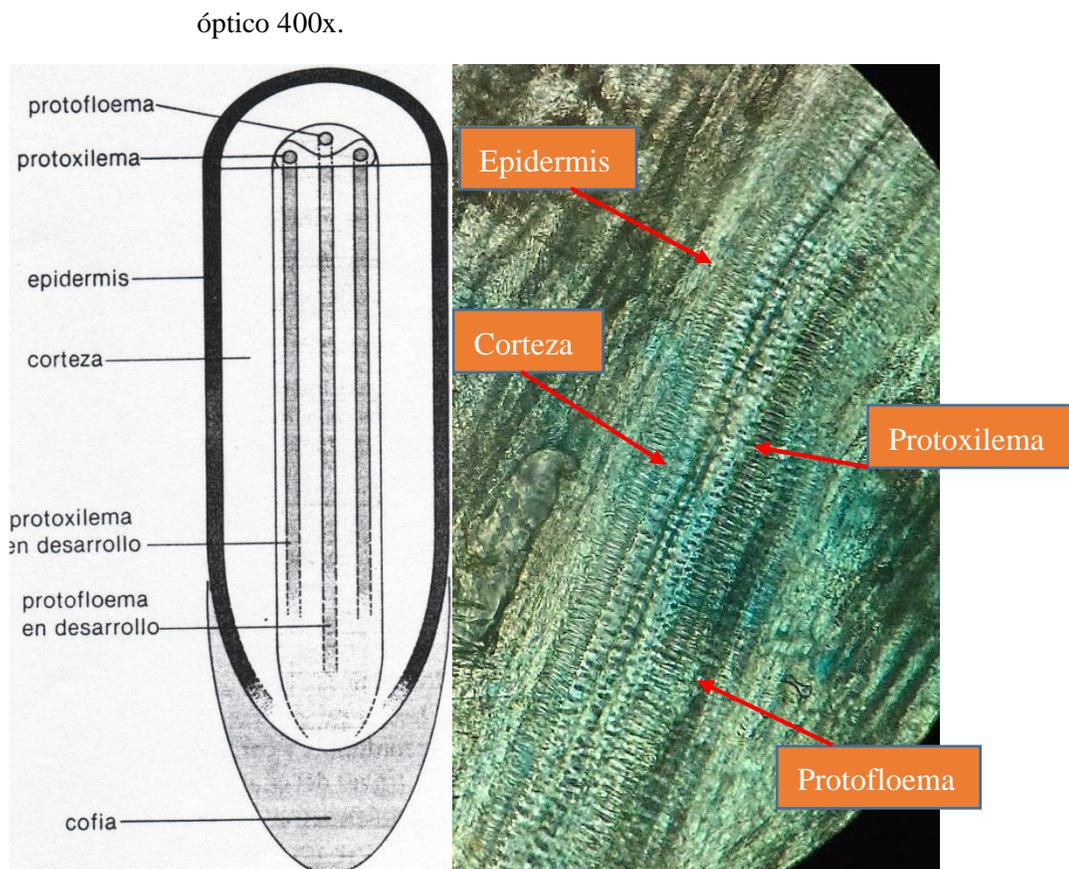


Ilustración 05. Xilema que se prolonga desde la raíz al tallo, visto al microscopio

Ilustración 06. Cilindro central de plántula en alfalfa (Floema + Xilema) del tallo coloreados con Cotton Blue, visto al microscopio óptico 400x.

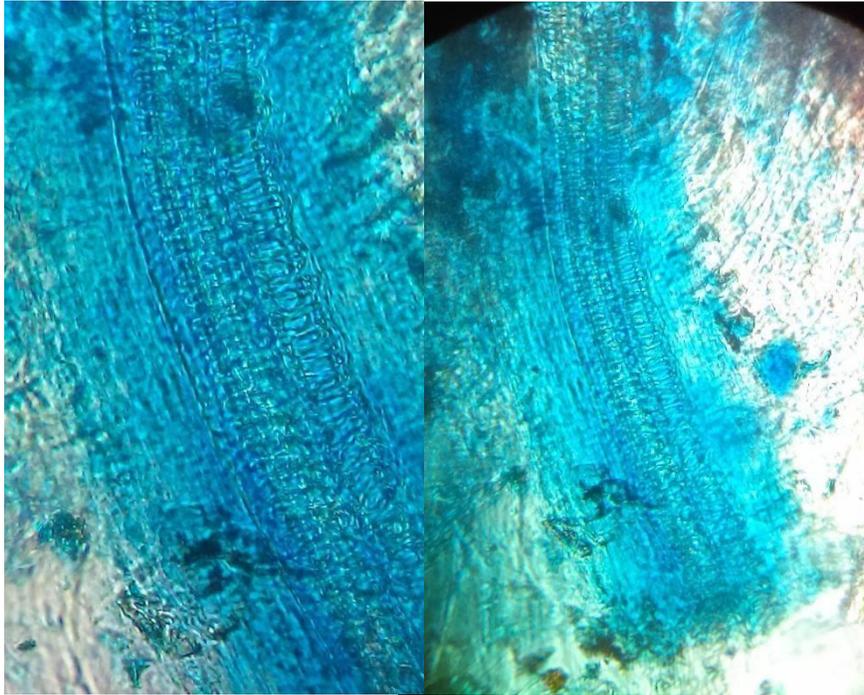
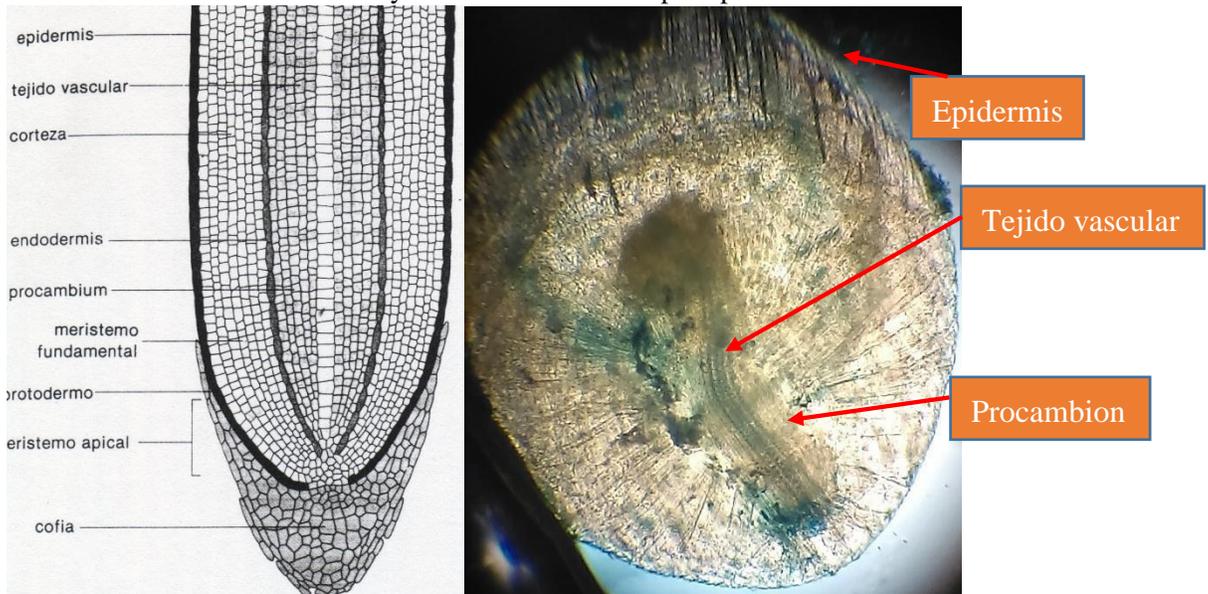
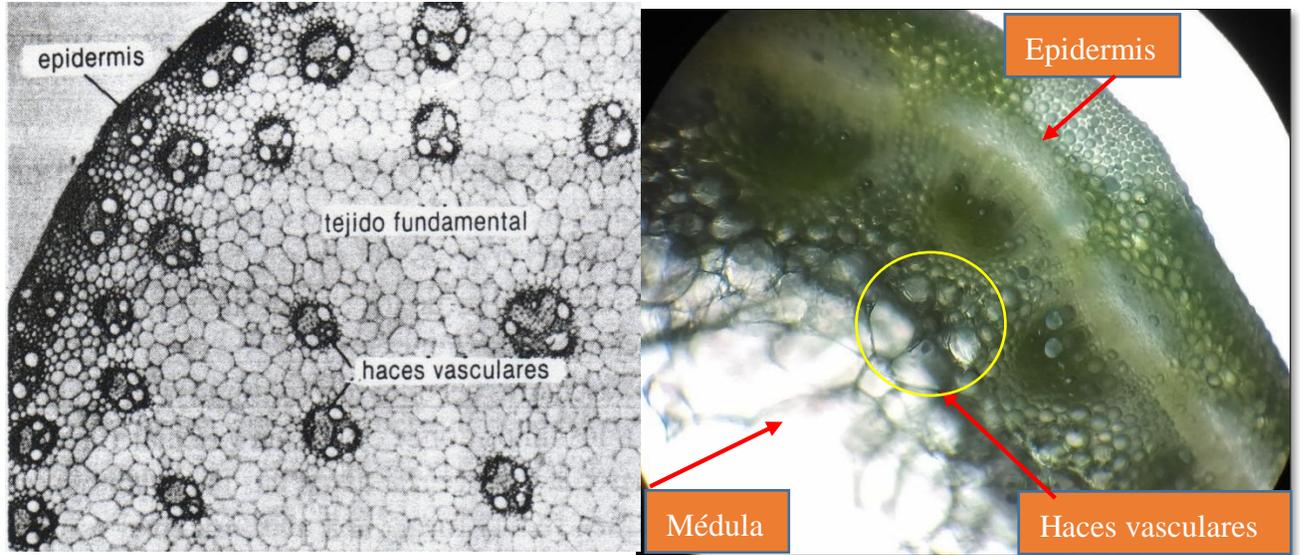


Ilustración 07. Parte de tallo y raíz vista al microscopio óptico 400x.



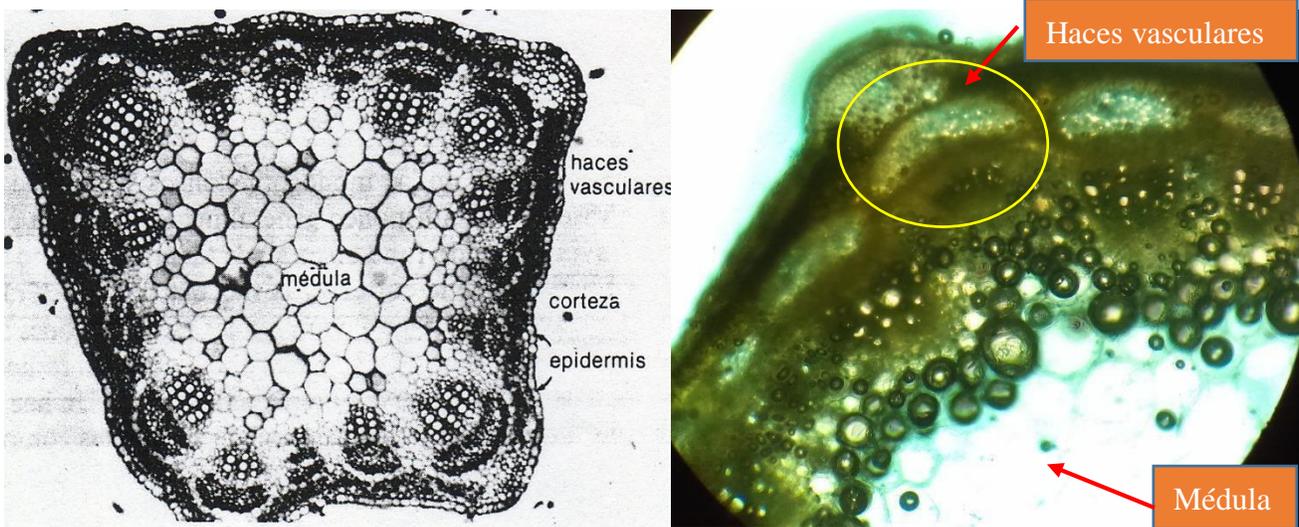
Fuente: imagen propia del autor, tallo de alfalfa (der) fuente internet (izq.).

Ilustración 08. Corte transversal de tallo adulto de alfalfa vista al microscopio óptico 400x.



Fuente: imagen propia del autor, tallo de alfalfa (der) fuente internet (izq.).

Ilustración 19. Corte transversal de tallo adulto de alfalfa vista al microscopio óptico 400x.



Fuente: imagen propia del autor, tallo de alfalfa (der) fuente internet (izq.).

Ilustración 20. Pistilo conteniendo en su interior a los óvulos, vista al estereoscopio óptico.



Fuente: imágenes propias del autor, estructura femenina de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 11. Corteza de tallo longitudinal de la planta de alfalfa vista al microscopio óptico vista a 400x (Izq.) y 400x (Der.), observándose presencia de estomas.



Fuente: imágenes propias del autor, tallo de alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 12. Daño causado por *Liriomyza huidobrensis* (mosca minadora) daño por larvas (Izq.) y daño por la picadura del adulto (Der.).



Fuente: imágenes propias del autor, daño en hojas de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 33. Daños causados por el cogollero (*Crococnema aporema*.)



Fuente: imágenes propias del autor, ápices afectados en alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 14. Muerte de brotes hechos por el cogollero (Izq.) larva de *Crococnema aporema*.



Fuente: imágenes propias del autor, inflorescencia de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 15. Presencia de clorosis focalizada, se infiere los signos a una virosis.



Fuente: imágenes propias del autor, hojas cloróticas de la alfalfa *Medicago sativa* L.

Ilustración 16. Formología de la flor de alfalfa y la abeja *Apis mellifera* polinizándola.



- Disponible en, https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Morfologia-de-la-plantadealfalfa-vaina-sistema-radical-y-rebote-Foto-Dr_fig4_3089.

