



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

“EVALUACIÓN DEL USO DE ALGAS FOSILIZADAS, SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL PASTO RYE GRASS PERENNE (*Lolium perenne*) EN LA PARROQUIA EL CARMELO PROVINCIA DEL CARCHI”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ZOOTECNIA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 1: Desarrollo y sostenibilidad

Sub línea 1.2: Tecnologías agrícolas

AUTOR: OSWALDO FIDEL TUCANÉS VELASCO

ASESOR: MGS. LUIS HUMBERTO HARO B.

IBARRA, MARZO - 2019



Ibarra, 20 de marzo de 2019

Mgs. Luis Haro B.

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)

Mgs. Luis Haro B.

C.C.: 1002739389



PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

Mgs. Luis Haro B.

C.C.: 1002739389

(f): 

Mgs. Maritza Mier

C.C.: 1002878286

(f): 

PhD. Jhenny Cayambe

C.C.: 1721122370



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Oswaldo Fidel Tucanés Velasco, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 20 de marzo de 2019

f):

Oswaldo Fidel Tucanés Velasco

C.C.: 0401410493



AUTORÍA

Yo, Oswaldo Fidel Tucanés Velasco, portadora de la cédula de ciudadanía N°0401410493, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): 

Oswaldo Fidel Tucanés Velasco

C.C.: 0401410493



DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Oswaldo Fidel Tucanés Velasco, con CC: 0401410493, autor del trabajo de grado intitulado: “Evaluación del uso de algas fosilizadas, sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en la Parroquia El Carmelo Provincia del Carchi”, previo a la obtención del título profesional de “Ingeniero en Zootecnia”, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 20 de marzo de 2019

f):

Oswaldo Fidel Tucanés Velasco

C.C. 0401410493



DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“Evaluación del uso de algas fosilizadas, sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en la Parroquia El Carmelo Provincia del Carchi”**, lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.

Para constancia firma:

f):

Oswaldo Fidel Tucanés Velasco

C.C.: 0401410493

Carrera: Ingeniero en Zootecnia

Ibarra, 20 de marzo de 2019



DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación lo dedico primeramente a Dios, quien está presente en el caminar de mi vida por haberme dado la sabiduría y la capacidad de formarme profesionalmente.

Dedico este trabajo a mis padres, Oswaldo Tucanés y Clara Velasco por todo su afecto, sus grandes valores y su gran apoyo incondicional a lo largo de estos años de mi preparación académica.



AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a Dios por darme la vida, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra por acogerme en sus aulas y permitirme crecer profesionalmente, y especialmente a los docentes que forman parte de la Escuela de Ciencias Agrícola y Ambientales, quienes con su dedicación y conocimientos aportaron a mi formación durante este periodo académico.

Un grato agradecimiento a mi asesor el Mgs. Luis Humberto Haro, por compartir su experiencia profesional, tiempo y en especial su paciencia para culminar con éxito el presente Trabajo de Titulación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXII
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 HIPÓTESIS	4
1.4.1 Hipótesis Alternativa.....	4
1.4.2 Hipótesis Nula	4
CAPÍTULO II.....	5
2. ESTADO DE ARTE.....	5
2.1 Algas fosilizadas	5
2.2 Uso de algas fosilizadas.....	6
2.3 Rye Grass perenne (<i>Lolium perenne</i>).....	7
2.4 Valor nutritivo	9
2.5 Contenido mineral en pasturas	11
CAPÍTULO III.....	13
1. MATERIALES Y MÉTODOS	13

3.1 Materiales	13
3.2 Métodos	16
3.3 Diseño Experimental	19
3.4 Variables.....	20
CAPÍTULO IV	25
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES EN EL PRIMER CORTE, SEGUNDO CORTE Y TERCER CORTE	25
4.1.1 Materia verde (MV).....	25
4.1.2 Materia seca (MS)	30
4.1.3 Días al corte a la tercera hoja verdadera	34
4.1.4 Longitud de raíz.....	38
4.1.5 Energía.....	43
4.1.6 Porcentaje de fibra bruta.....	47
4.1.7 Porcentaje de proteína	51
4.1.8 Calcio	56
4.1.9 Fósforo.....	61
4.1.10 Magnesio	66
4.2 SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS.....	71
CAPÍTULO V	78
5.1 CONCLUSIONES	78
5.2 RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Composición química de algas fosilizadas	18
Tabla 2 . Esquema del ensayo de los diferentes tratamientos	20
Tabla 3. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el primer corte .	25
Tabla 4. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el segundo corte	26
Tabla 5 . Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el tercer corte ..	28
Tabla 6 . Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el primer corte	30
Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el segundo corte ..	31
Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el tercer corte	33
Tabla 9 . Análisis de varianza para la variable días al primer corte	34
Tabla 10 . Análisis de varianza para la variable días al segundo corte.....	36
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable días al tercer corte	37
Tabla 12 . Análisis de varianza para la longitud de raíz en el primer corte	39
Tabla 13 . Análisis de varianza para la longitud de raíz en el segundo corte	40
Tabla 14. Análisis de varianza para la longitud de raíz en el tercer corte	41
Tabla 15 . Análisis de varianza para el contenido energía en el primer corte	43
Tabla 16 . Análisis de varianza para el contenido energía en el segundo corte.....	44
Tabla 17. Análisis de varianza para el contenido energía en el tercer corte	46
Tabla 18. Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el primer corte	47
Tabla 19. Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el segundo corte	49
Tabla 20. Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el tercer corte	50
Tabla 21. Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en el primer corte	52
Tabla 22. Análisis de varianza para porcentaje de proteína en el segundo corte.....	53
Tabla 23. Análisis de varianza para porcentaje de proteína en el tercer corte	55
Tabla 24 . Análisis de varianza del contenido de calcio en ppm en el primer corte	56
Tabla 25 . Análisis de varianza del contenido de calcio en ppm en el segundo corte ...	58
Tabla 26. Análisis de Varianza del contenido de calcio en ppm en el tercer corte.....	59
Tabla 27. Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el primer corte....	61

Tabla 28. Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el segundo corte ..	63
Tabla 29. Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el tercer corte	64
Tabla 30. Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el primer corte ..	66
Tabla 31. Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el segundo corte	68
Tabla 32. Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el tercer corte	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del ensayo.....	16
Figura 2. Promedios del rendimiento de materia verde en kg/m ² en los diferentes tratamientos en el primer corte	26
Figura 3. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de materia verde en kg/m ² en los diferentes tratamientos en el segundo corte.....	27
Figura 4. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de materia verde en kg/m ² los diferentes tratamientos en el tercer corte	29
Figura 5. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el primer corte	31
Figura 6. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el segundo corte	32
Figura 7. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el tercer corte	33
Figura 8. Prueba Tukey al 5% días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el primer corte	35
Figura 9. Prueba Tukey al 5% para días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el segundo corte.....	36
Figura 10. Prueba Tukey al 5% para días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el tercer corte	38
Figura 11. Promedios para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el primer corte	39
Figura 12. Prueba Tukey al 5% para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en segundo corte	41
Figura 13. Prueba Tukey al 5% para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el tercer corte	42
Figura 14. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en primer corte	44

Figura 15. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en el segundo corte	45
Figura 16. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en el tercer corte	46
Figura 17. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el primer corte	48
Figura 18. Promedios para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el segundo corte	49
Figura 19. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el tercer corte	51
Figura 20. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el primer corte	53
Figura 21. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el segundo corte	54
Figura 22. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el tercer corte	55
Figura 23. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte	57
Figura 24. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte	59
Figura 25. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte	60
Figura 26. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte	62
Figura 27. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte	64
Figura 28. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte	65

Figura 29. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte.....	67
Figura 30. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte.....	69
Figura 31. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte.....	70
Figura 32. Resultado a la primera pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	71
Figura 33. Resultado a la segunda pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	72
Figura 34. Resultado a la tercera pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	72
Figura 35. Resultado a la cuarta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	73
Figura 36. Resultado a la quinta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	74
Figura 37. Resultado a la sexta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	74
Figura 38. Resultado a la séptima pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	75
Figura 39. Resultado a la octava pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	76
Figura 40. Resultado a la novena pregunta de la encuesta realizada en la socialización.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis de suelo	88
Anexo 2. Implementación del sitio de la investigación	90
Anexo 3. Desarrollo de la investigación	91
Anexo 4. Análisis en campo	92
Anexo 5. Análisis bromatológico	93
Anexo 6. Socialización de los resultados de la investigación	94
Anexo 7. Lista de asistentes de la socialización	95

RESUMEN

Este estudio se lo realizó en la finca La Granja; comunidad Florida Alta, Parroquia El Carmelo Cantón Tulcán, Provincia del Carchi. El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de algas fosilizadas, sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto Rye grass perenne (*Lolium perenne*). Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y tres repeticiones. Los Tratamientos fueron T1 Dosis baja 5kg de algas fosilizadas/ha + 2Tn/ha de Cal agrícola, T2 Dosis media 10kg de algas fosilizadas/ ha + 2Tn/ha de Cal agrícola, T3 Dosis altas 15kg de algas fosilizadas/ha + 2Tn/ha de Cal agrícola, T4 con 2Tn/ha de Cal agrícola, T5 Testigo. Se realizaron tres cortes ya que el Rye grass llega a expresar su mayor potencial de reservas de nutrientes disponibles, donde se evaluaron las variables: rendimiento de materia verde, porcentaje de materia seca, días al corte, longitud de raíz, porcentaje de proteína, energía Mcal/kg, porcentaje de fibra, contenido ppm de Ca, P, Mg. Los cortes se los realizaron cuando la planta alcanzo tres hojas. El mejor tratamiento para rendimiento de materia verde es el T3 que en el primer corte se obtuvo 2,01kg/m² en el segundo corte 2,10kg/m² y en el tercer corte 1,9kg/m². Para días al corte los mejores tratamientos son T1, T2 Y T3 el pasto alcanzo la tercera hoja en el primer corte a los 58 días, en el segundo corte a los 25 días y en el tercer corte a los 30 días. El mejor tratamiento para longitud de raíz fue el T3 que en el primer corte se obtuvo una longitud de raíz de 13,63cm, en el segundo corte 16,7cm y en tercer corte 20,6cm. Para el porcentaje de proteína el mejor tratamiento fue el T3 obteniendo en el primer corte el 20,01%, en el segundo corte 19,23% y en el tercer corte 17,85%. Para la variable porcentaje de fibra el mejor tratamiento fue el T4 que en el primer corte obtuvo 23,44%, en el segundo corte 19,23% y en el tercer corte 17,85%. Para el contenido ppm de Ca el mejor tratamiento fue el T3 obteniendo en el primer corte 50ppm, en el segundo corte 50,66ppm y en el tercer corte 48,66ppm. Para el contenido ppm de P el mejor tratamiento fue el T3 mismo que en el primer corte obtuvo 320ppm, en segundo corte 331,5ppm y en el tercer corte 313,1ppm. Para el contenido ppm de Mg el tratamiento

con mejores resultados es el T3 que en el primer corte obtuvo 17,76ppm, en el segundo corte 18,13ppm y en el tercer corte 17,93ppm.

Para las variables energía y porcentaje de materia seca los datos obtenidos de la investigación no arrojan diferencias estadísticamente significativas.

Palabras claves: algas fosilizadas, ppm, cal agrícola, materia verde.

ABSTRACT

This study was conducted at the La Granja farm; Upper Florida Community, El Carmelo Parish, Tulcán Canton, Carchi Province. The objective of this research was to evaluate the use of fossilized algae, on the yield and nutritive value of the perennial Ryegrass (*Lolium perenne*). A completely randomized block design (DBCA) with 5 treatments and three repetitions was used. Treatments were T1 Low dose 5kg of fossilized algae / ha + 2Tn / ha of agricultural Cal, T2 Average dose 10kg of fossilized algae / ha + 2Tn / ha of agricultural Cal, T3 High doses 15kg of fossilized algae / ha + 2Tn / ha of Agricultural Lime, T4 with 2Tn / ha of Agricultural Lime, T5 Witnes. Three cuts were made since the Rye grass reaches its highest potential of available nutrient reserves, where the variables were evaluated: yield of green matter, percentage of dry matter, days to cut, length of root, percentage of protein, energy Mcal / kg, percentage of fiber, ppm content of Ca, P, Mg. The cuts were made when the plant reached three leaves. The best treatment for green matter yield is T3, which in the first cut was 2.01kg / m² in the second cut 2.10kg / m² and in the third cut 1.9kg / m². For days to cut the best treatments are T1, T2 and T3 the grass reached the third leaf in the first cut at 58 days, in the second cut at 25 days and in the third cut at 30 days. The best treatment for root length was T3, which in the first cut obtained a root length of 13.63cm, in the second cut 16,7cm and in the third cut 20.6cm. For the percentage of protein, the best treatment was T3, obtaining 20.01% in the first cut, 19.23% in the second cut, and 17.85% in the third cut. For the fiber percentage variable, the best treatment was T4, which in the first cut obtained 23.44%, in the second cut, 19.23% and in the third cut. For the content ppm of Ca the best treatment was the T3 obtaining in the first cut 50ppm, in the second cut 50,66ppm and in the third cut 48,66ppm. For the P ppm content, the best treatment was the same T3 that in the first cut obtained 320ppm, in second cut 331.5ppm and in the third cut 313.1ppm. For the Mg ppm content, the treatment with the best results is T3, which in the first cut obtained 17.76ppm, in the second cut 18.13ppm and in the third cut 17.93ppm.

For the variables energy and percentage of dry matter, the data obtained from the investigation do not show statistically significant differences.

Keywords: fossilized algae, ppm, agricultural lime, green matter.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación que lleva como título “Evaluación del uso de algas fosilizadas, sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto Rye grass perenne (*Lolium perenne*) en la Parroquia El Carmelo Provincia del Carchi”; tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de algas fosilizadas a manera de coadyuvante en la movilización y absorción de nutrientes en suelos saturados, como alternativa en la producción de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). Se realizaron tres cortes cuando la planta alcanzó la tercera hoja verdadera. La evaluación se realizó a través del análisis de las variables: rendimiento de materia verde, porcentaje de materia seca, porcentaje de proteína, días al corte, longitud de raíz, porcentaje de fibra bruta, energía Mcal/kg y contenido en ppm de calcio, fosforo y magnesio.

La investigación consta de cinco capítulos. En el Primer Capítulo se describen los antecedentes, justificación y los objetivos planteados con sus respectivas hipótesis. En el Segundo Capítulo se encuentra el estado de arte con la información más relevante. En el Tercer Capítulo se describen los materiales y la metodología utilizada en esta investigación para la toma de muestras y análisis de datos. En el Cuarto Capítulo se detallan los resultados obtenidos en la investigación con sus respectivos cuadros y análisis estadísticos, en el Quinto Capítulo se describen las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Ante el incremento en las actividades ganaderas en los últimos años, el reto al momento de producir una pastura de calidad debe basarse en la eficiencia de estas a lo largo del ciclo productivo. Esto requiere un adecuado abastecimiento de nutrientes, y una práctica fundamental para lograrlo sería la fertilización sistemática y periódica de las pasturas (Chevallier y Toribio, 2006).

Según FAO (2005), la contaminación por fertilizantes se produce cuando se utilizan en grandes cantidades innecesarias para los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos.

En la zona de estudio en la Parroquia El Carmelo la principal actividad agrícola que se realiza es el cultivo de papa para luego, implementar la siembra de pasturas de un alto rendimiento como los Rye grasses para la alimentación del ganado de leche (PDOT, 2015). En el cultivo de papa se realiza una preparación excesiva del suelo, un uso indiscriminado de agroquímicos y una fertilización sin considerar el balance de nutrientes, lo que ha generado degradación del suelo (Burbano, 2001; citado por Muñoz *et al.*, 2008).

Para Martínez *et al* (2013), la falta de un criterio técnico al momento de realizar fertilizaciones con productos químicos en suelo conducen a una saturación de los minerales y por ende a una baja disponibilidad, es por tanto que una de las opciones para mejorar los suelos es el uso de

algas fosilizadas las cuales ayudan a mantener la integración del suelo, la fertilidad; garantizando la sostenibilidad y renovabilidad natural del mismo; estimulando el crecimiento de las plantas por medio de la creación de nuevas raíces y aumentando la capacidad de absorción de nutrientes.

La presente investigación busca dar una alternativa en cuanto a la movilización de nutrientes en el suelo a través del uso de coadyuvantes como es el caso de algas fosilizadas con la finalidad que los nutrientes que se encuentran retenidos en el suelo de manera inamovible puedan ser aprovechados por la planta.

1.2 Justificación

Uno de los minerales presentes en algas fosilizadas es el silicio, el cuál mejora la producción de forrajes, incrementando su contenido en el tejido vegetativo, minerales y proteína, así como la nutrición animal que también lo requiere (Jordán *et al.*,2011). El silicio facilita la capacidad del intercambio catiónico por parte de las plantas, absorbiendo de manera más fácil los nutrientes del suelo (Quero, 2008).

La aplicación de Silicio hace que el fósforo en el suelo sea más disponible para las plantas por lo que aumenta su absorción y como consecuencia hay un incremento en el rendimiento de los cultivos (Epstein y Bloom, 2005).

La movilidad de los nutrientes en el suelo es de gran importancia con esto permite proyectar su disponibilidad para las plantas. Esta información ayuda a tomar decisiones al momento de fertilizar como dosis, frecuencias y el tipo de fertilizante, así como las técnicas de aplicación apropiadas (Oyola *et al.*, 2000). La movilidad de los nutrientes en el suelo en su forma iónica

depende de su carga, y del pH, la temperatura y la humedad del suelo (Jones y Jacobsen 2001; citado por Barrera *et al.*, 2010).

Según Ballesteros (2013), al aplicar algas fosilizadas como fertilizante en las pasturas permiten obtener un mejor rendimiento y calidad del pasto por el incremento de proteína, ceniza y fibra. Para Ceballos *et al.*, (2014), se evidencia un desarrollo de las hojas, al igual que un mayor número.

La base más económica en cuanto a alimentación para ganado es y seguirá siendo la pastura, sean estas naturales o mejoradas, pastoreadas directamente por los animales. Es, por tanto, que se debe buscar alternativas que contribuyan a maximizar su productividad, siendo un factor determinante la fertilidad de los suelos (Morón, 2008).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de algas fosilizadas a manera de coadyuvante en la movilización y absorción de nutrientes en suelos saturados, como alternativa en la producción de Rye grass perenne (*Lolium perenne*).

1.3.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar la cantidad de forraje producido en base a materia verde y materia seca, mediante pruebas en campo y laboratorio para la obtención del rendimiento por hectárea.

2. Establecer el valor nutritivo del pasto Rye Grass Perenne (*Lolium perenne*), mediante análisis bromatológicos para la determinación de la efectividad del uso de algas fosilizadas.
3. Socializar los resultados obtenidos a los ganaderos del sector, a través de un día de campo, para difundir la información más relevante de la investigación.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis Alternativa (H1) La aplicación de algas fosilizadas mejora de manera significativa el valor nutritivo en Rye grass perenne (*Lolium perenne*).

1.4.2 Hipótesis Nula (Ho) La aplicación de algas fosilizadas no mejora de manera significativa el valor nutritivo en Rye grass perenne (*Lolium perenne*).

CAPÍTULO II

2. Estado del Arte

2.1 Algas fosilizadas

Son algas unicelulares microscópicas de origen lacustre que existían hace millones de años. Debido a eventos geológicos posteriores durante la conformación de las cordilleras, soportaron un proceso de fosilización silícea. Estas en la actualidad, algas fosilizadas, previenen a las plantas de todo tipo de plagas y contribuyen con minerales necesarios para su crecimiento (Arango, 2014).

Según Pérez (2014), las algas fosilizadas son utilizadas para una producción orgánica en diferentes cultivos, las cuales contienen micronutrientes que requieren las plantas para su desarrollo.

Las algas fosilizadas (tierra de diatomeas), están compuestas por dióxido de silicio (SiO_2) de residuos fosilizados (Cook y Armitage ,2000). Las algas fosilizadas están compuestas por el 70 al 90 % de SiO_2 , también contienen pequeñas cantidades de minerales como fósforo 0,02%, calcio 0,12%, azufre 0,044%, zinc 0,004%, níquel 0,0005%, aluminio 3,65%, manganeso 0,20%, óxido de hierro 0,5% sodio 0,067% y magnesio 0,019%. La coloración de las algas tiende a darse según en contenido de minerales que contengan, puede ser blanco – gris amarillo – rojo (Korunic, 1998).

2.2 Uso de algas fosilizadas

Según Hernández (2018), las algas fosilizadas incrementan las cargas negativas del medio, facilitando la adsorción de metales y su intercambio con la solución del suelo, contribuyendo a elevar la capacidad de intercambio catiónico del medio nutricional que resulta en una mayor disponibilidad de elementos y de moléculas esenciales para el buen desarrollo del cultivo.

Algunos beneficios de las Algas fosilizadas (Tierra de Diatomeas).

- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Neutraliza los elementos tóxicos y el exceso de acides de la tierra.
- Recupera los suelos que hayan sido trabajados de forma inadecuada.
- Optimiza la fertilidad del suelo al mejorar la retención del agua.
- Mantiene los nutrientes en forma disponible para las plantas.
- Brinda a las plantas capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos a través de una mejor fotosíntesis, que se requieren para el crecimiento y producción de la cosecha (Martínez, 2013).

El silicio es un elemento muy importante que estimula el desarrollo de la planta, incrementa la disponibilidad de minerales esenciales al contrarrestar el antagonismo que existe en suelos saturados con aluminio y hierro; con esto se está logrando que el suelo se recupere de la degradación y aumente los niveles de fertilidad (Baglione,2011).

Al agregar silicio en los fertilizantes se brinda dos efectos, el primero fortalece los mecanismos de defensa de la planta contra plagas y enfermedades, también protege de las bajas temperaturas, el siguiente efecto al aplicar silicio en los suelos, es que se mejora la

fertilidad del suelo y las propiedades hídricas y químicas, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento de los nutrientes por la planta (Sephur, 2009).

La fertilización con minerales ricos en silicio promueve la transformación del fósforo no disponible para la planta en formas asimilables (González et al., 2005 citado por; Jordán *et al.*, 2011)

2.3 Rye Grass perenne (*Lolium perenne*)

2.3.1 Origen

Liceto (2017), sostiene que Rye Grass perenne es originario de zonas templadas de Asia y del Norte de África. En Inglaterra se lo menciona a principio del siglo XVII. El Rye grass inglés o perenne fue introducido de Asia y África a Inglaterra.

2.3.2 Descripción morfológica

Según Castillo (2015). Es una pastura de crecimiento erecto que presenta una gran cantidad de macollos, su establecimiento es fácil y de un rápido desarrollo, la planta puede llegar a medir de 25 a 40 centímetros de altura, los tallos tienen una forma cilíndrica con abundantes hojas.

2.3.3 Adaptación y desarrollo

Este pasto requiere para su adaptabilidad de un clima templado húmedo, no soporta altas temperaturas, se encuentra en altitudes a partir de los 2500 -3600 m.s.n.m. para su desarrollo requiere de suelos ricos en nitrógeno; suelos francos o arcillosos que tengan la suficiente humedad y fertilidad (León, 2013).

2.3.4 Desarrollo fenológico

El número de hojas presentes en la planta determina la edad fenológica, esta práctica se la emplea especialmente en países como Nueva Zelanda y Australia, para establecer el momento adecuado para la cosecha del pasto Rye grass (Fulkerson y Lowe 2002; citado por Villalobos, 2010).

Robalino (2010), menciona que el estado fenológico óptimo para el pastoreo del Rye grass es cuando este tiene 2.5 a 3.0 hojas, mientras que a 3.5 hojas es demasiado tarde ya que el pasto empieza a perder la calidad.

2.3.5 Plagas y Enfermedades

El ataque de plagas y enfermedades en estos pastos es escaso ya que tienen gran resistencia. Unas de las enfermedades más comunes presente en los Rye grass es la pudrición de la corona causada por *Puccinia coronata*, o roya de la hoja (Vélez, *et al.*, 2002).

2.3.6 Manejo

Por lo general el Rye grass es una especie muy utilizada en pastoreo ya sea solo o en mezcla con leguminosas, también es suministrado a los bovinos, en forma de heno o ensilaje, su principal forma de uso es el pastoreo directo (Licto, 2017). Al realizar un adecuado pastoreo se logra producir grandes cantidades de forrajes de calidad para los animales (Villalobos, 2010).

El pasto Rye grass Perenne Grazmore, es una mezcla de variedades de alto rendimiento y una diversidad genética, lo cual permite rendimientos óptimos en un amplio rango de climas, suelos y altitudes. Es una mezcla de variedades diploides y tetraploides diseñados para

maximizar la densidad de los pastos y la productividad. Tienen adaptabilidad en alturas entre los 2000 – 3800msnm. (Agroscopio, 2016).

2.4 Valor nutritivo

Una pastura con todos nutrientes necesarios para su desarrollo permitirá a los ganaderos brindar a los animales una alimentación de calidad que se refleja en el incremento en la producción de leche y carne (Montejo, 2015).

Para el uso eficiente en las pasturas se debe tener en cuenta dos aspectos: el manejo del pasto y una suplementación estratégica a los bovinos. En el momento de la cosecha de los pastos se debe tener en cuenta la fenología de la planta para conseguir mejores contenidos de nutrientes y grandes cantidades de reserva de carbohidratos solubles en las coronas, para superar la defoliación ocasionada por el pastoreo y seguir con un nuevo ciclo de desarrollo (Donaghy y Fulkerson, 2015).

2.4.1 Proteína

La proteína de los pastos es la principal fuente de nitrógeno para los bovinos. Cuando no logra cubrir el nitrógeno que contiene el forraje los requerimientos de los animales, se debe suministrar proteína procedente de los concentrados o nitrógeno no proteico (León, 2003)

El porcentaje de proteína de los pastos reduce significativamente cuando éstas llegan a espigar, por la acumulación de hidratos de carbono, principalmente lignina que es poco digestible (Church, 2002).

Paladines (2004), considera que el principal efecto en una fertilización de pasturas es el aumento en la producción así como, el contenido de proteína cruda, de esta forma mejora la digestibilidad del pasto e incrementando la producción de leche o carne.

2.4.2 Energía

Los rumiantes pueden obtener energía de las pasturas extrayendo de la celulosa, esta es utilizada para mantener la temperatura corporal cumplir funciones vitales como crecimiento, reproducción, lactancia (Ayanz, 2006).

2.4.3 Materia Seca

Nogales (1991), citado por Lima (2004), menciona que la materia seca es el resultado de una fracción luego de la eliminación de la humedad de los forrajes la misma que está compuesta por todos los principios nutritivos que requieren los animales para su desarrollo como: proteína , fibra, cenizas .

2.4.4 Fibra

La fibra es la estructura química que le brinda rigidez a la planta y es el principal componente de los tallos de las pasturas. Está compuesto por celulosa y hemicelulosa (Santini, 2014).

Este componente en la pastura es de suma importancia debido a que contribuye a la funcionalidad ruminal, estimular el masticado y mantener un pH ruminal que facilite una buena digestión (Weiss, 1993). El contenido de fibra en la dieta del ganado mejora la

composición de la leche, incrementando el ácido acético precursor de la grasa en la leche (Araya *et al.*, 2012).

Falcon (1999), menciona que la fibra bruta de los pastos es la parte del alimento que solo puede ser aprovechada por los microorganismos que se encuentran en el aparato digestivo.

La fibra en la alimentación de los bovinos es considerada un componente principal. Cuando en la dieta de vacas lecheras presenta gran cantidad de fibra, la producción se disminuye debido a que esto causa un mayor llenado ruminal, en cambio cuando se disminuye la fibra pueden llegar a presentar acidosis, laminitis o desplazamiento de abomaso (Palladino *et al.*.,2006).

2.5 Contenido mineral en pasturas

En nutrición animal, las pasturas juegan un aporte importante en su producción, reproducción, y mantenimiento en bovinos. Tal es el caso en la reproducción, donde la función óptima de los tejidos reproductivos de la hembra bovina puede ser limitada por deficiencias específicas de calcio, fósforo y magnesio durante periodos críticos incluyendo la pubertad, el parto y la lactancia (Hurley *et al.*, 1989; citado por Miranda *et al.*, 2006).

2.5.1 Fósforo (P)

Cumple un rol vital en el desarrollo y mantenimiento del tejido esquelético, tiene también una función especial en el crecimiento celular. El fósforo también está implicado en el control del apetito y la eficiencia de la utilización de los alimentos (Hernández, 2006).

2.5.2 Calcio (Ca)

Se requiere para una normal coagulación de la sangre, la reacción rítmica del corazón, mantener la excitabilidad neuromuscular, para mantener activar enzimas, mantener la permeabilidad de las membranas y además para formar los huesos, desarrollar los dientes y producir leche (Mufarrege, 2002).

2.5.3 Magnesio (Mg)

Cumple una función importante en la reproducción, su papel se basa en la síntesis de colesterol y por ende de hormonas esteroideas como progesterona, estrógenos y testosterona (Villanueva, 2010).

CAPÍTULO III

1. Materiales y métodos

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales de campo

- Cuadrante (1 m²)
- Regla
- Balanza
- Hoz
- Azadón
- Fundas de papel
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Libro de campo
- Cinta métrica
- Piola
- Rótulos

3.1.2 Equipos de campo

- Tractor
- Moto guadaña
- Bomba de mochila

3.1.3 Insumos de campo

- Semillas de pasto Rye Grass (*Lolium perenne*) Grazmore
- Algas Fossilizadas
- Cal Agrícola
- Herbicida (Glifosato)

3.1.4 Equipos de laboratorio

Equipos utilizados para determinar materia seca

- Estufa, marca MEMMERT, modelo INB 500
- Balanza analítica, marca ADAM, modelo PW 254

Equipos utilizados para determinar energía

- Bomba calorimétrica, marca PARR, modelo 6100
- Peletizadora
- Molino de cuchillas con agitador, marca RETSCH, modelo GM 200
- Balanza analítica, marca ADAM, modelo PW 254

Reactivos

- Agua destilada

Equipos utilizados para determinar fibra a través del método Weende

- Extractor de fibra, marca VELD SCIENTIFICA, modelo FIWE3
- Plancha de calentamiento de dos puestos, marca MEMMERT
- Balanza analítica, marca ADAM, modelo PW 254
- Mufla, marca THERMO SCIENTIFIC
- Estufa, marca MEMMERT, modelo INB 500
- Desecador
- Molino de cuchillas con agitador, marca RETSCH, modelo GM 200
- Crisoles de vidrio
- Pinzas
- Botellas para reactivos

Reactivos

- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 1.25%
- Hidróxido de potasio (KOH) al 1.25%
- Cetona
- Agua destilada

Equipos utilizados para determinar proteína a través del método Kjeldah

- Equipo de digestión, marca INKJEL, modelo 450 M
- Destilador, marca VELP SCIENTIFIC, modelo UDK 127
- Sorbona, modelo LABCONCO, modelo BASIC47
- Placa calefactora, modelo VELP SCIENTIFICA
- Bureta digital, marca BRAND
- Molino de cuchillas con agitador, marca RETSCH, modelo GM 200

Reactivos

- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 98%
- Peróxido de Hidrógeno(H₂O₂) al 10% v/v
- Catalizador
- Hidróxido de Sodio (NaOH) al 35%
- Ácido Bórico (H₃BO₃) al 4%
- Ácido Clorhídrico (HCL) al 0.2N
- Rojo Tashiro

Equipos para determinar Ca, P y Mg

- Espectrofotómetro, marca MERCK, modelo NOVA 60
- Desecador
- Mufla, marca THERMO SCIENTIFIC
- Balanza analítica, marca ADAM, modelo PW 254
- Crisoles
- Cocina de luz

Reactivos

- Test calcio (Reactivo Ca -1, Reactivo Ca-2, Reactivo Ca-3)
- Test Fosfatos (Reactivo PO₄-1, Reactivo PO₄-2)
- Test en cubetas Magnesio (Reactivo Mg-1k, Reactivo Mg-2k)
- Agua destilada
- Ácido Clorhídrico (HCL)

3.2 Métodos

3.2.1 Localización del área de estudios

El presente trabajo de investigación se realizó en la “Finca La Granja” que se encuentra ubicada en la Comunidad Florida Alta, Parroquia El Carmelo en la Provincia del Carchi. La zona de estudio se encuentra a una altitud de 2950m.s.n.m. y coordenadas $0^{\circ}41'16.3''N / 77^{\circ}37'13.9''W$ sus características agroclimáticas: Temperatura $10^{\circ}C$ y una precipitación Anual 1250mm a 1500mm (PDOT, 2015).



Figura 1. Localización del ensayo
Fuente: Google Maps

3.2.2 Establecimiento del ensayo

Antes de la instalación de la presente investigación se realizó un análisis de suelo para poder determinar el contenido de nutrientes y pH. La muestra tomada fue enviada para su respectivo análisis a los laboratorios de Agrocalidad.

Para la preparación del terreno se procedió de la siguiente manera: la aplicación de un herbicida químico para combatir malezas, luego a los 15 días de la aplicación del herbicida se utilizó un pase de rastra con un tractor, a fin de que el suelo se encuentre en condiciones para la siembra.

3.2.3 Encalado de las parcelas

El encalado consistió en incorporar al suelo compuesto de calcio, con esto se logra reducir la acidez y aumentar el pH. Estas enmiendas calcáreas transportan el aluminio intercambiable entre las partículas del suelo y neutraliza el aluminio libre en el suelo.

La aplicación de las enmiendas al suelo se puede realizar previo al establecimiento de las pasturas con el uso de rastra, esto se debe realizar durante la preparación del suelo. En cambio, en pasturas ya establecidas, se aplica cuando hay presencia de lluvia, lo cual ayuda a incorporar más rápido la cal al suelo (Demagnet, 2017).

En función de los resultados obtenidos del análisis de suelo se realizó una aplicación edáfica en la cantidad de cal requerida (Tn/ha), en los tratamientos 1, 2, 3 y 4. Se incorporó al suelo con la ayuda de un rastrillo antes de la siembra del Rye grass, como recomienda Chacón (2011), para corregir la acidez del suelo, aplicar como mínimo 2 toneladas de cal agrícola por hectárea al momento de la preparación del terreno.

3.2.4 Siembra del pasto

La siembra se realizó al voleo por semilla a razón de 120 libras/ha, de Rye grass perenne variedad Grazmore.

3.2.5 Aplicación de algas fosilizadas

En cuanto a la dosificación y frecuencia de aplicación en pastos, se procedió a la recomendación del fabricante. Se utilizó un producto a base de algas fosilizadas en el tratamiento T1 fue de 5kg/ha, en el tratamiento T2 10 kg/ha y en el tratamiento T3 15 kg/ha esto se aplicó al suelo en el momento de la siembra.

Tabla 1

Composición química de algas fosilizadas

Elemento	%	Elemento	%
Potasio	0,067	Niquel	0,0005
Calcio	0,12	Al ₂ O ₃	8,75
Magnesio	0,019	Silicio	42,09
Fósforo	0,02	SiO ₂	90,07
Azufre	0,044	K ₂ O	0,08
Cobre	0,0019	CaO	0,168
Hierro	0,5	MgO	0,032
Sodio	0,067	P ₂ O ₅	0,05
Zin	0,004		

Fuente: Inalmet, 2016

3.2.6 Técnicas

Para dar cumplimiento con los objetivos planteados, los datos se tomaron al momento que se observó la presencia de la tercera hoja verdadera en la pastura; la toma de muestras se llevó a

cabo en cada una de las unidades experimentales, donde se empleó un muestreo aleatorio por medio de un cuadrante (1 m^2); el pasto fue cortado a una altura de 5cm sobre el suelo y pesado, los datos obtenidos fueron expresados en base a materia verde (kg/ m^2). Una vez obtenidos estos datos, se homogenizó el pasto cosechado y se tomó una muestra de 500gr de pasto, la cual fue llevada al laboratorio de bromatología de la PUCESI, para su respectivo análisis, esta metodología fue utilizada para el segundo como tercer corte.

3.3 Diseño Experimental

En esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 5 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 15 unidades experimentales.

Una vez identificado el sitio donde se realizó la investigación, se procedió a medir el área obteniendo como resultado que cada unidad experimental tenga una dimensión de 10 m x 8 m. con un total de 80m^2 por unidad experimental, con un espaciamiento entre caminos de 1 m, como recomienda Borelli y Oliva (2001), para la evaluación de pastizales y lograr resultados confiables.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Dosis baja 5kg/ha de algas fosilizadas +2Tn/ha de Cal agrícola

T2: Dosis media 10kg/ha de algas fosilizadas + 2Tn/ha de Cal agrícola

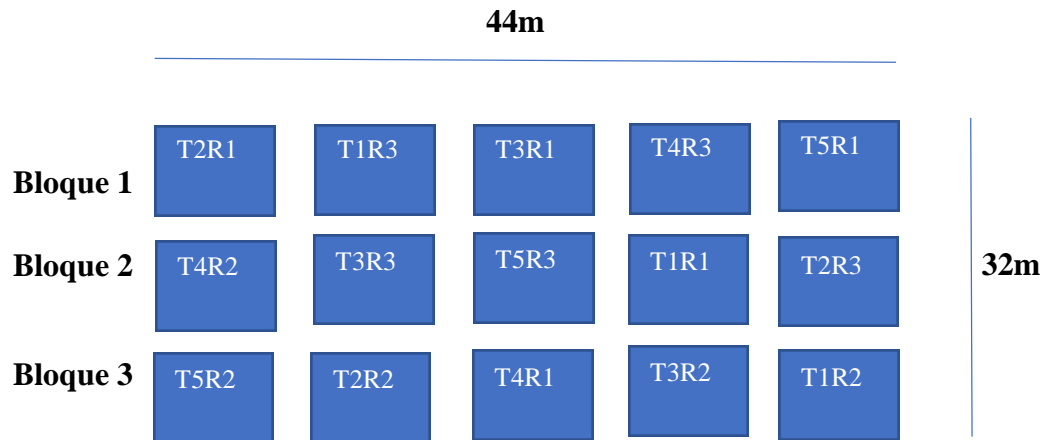
T3: Dosis alta 15kg/ha de algas fosilizadas + 2Tn/ha de Cal agrícola

T4: 2Tn/ha de Cal agrícola

T5: Testigo (Absoluto)

Tabla 2

Esquema del ensayo de los diferentes tratamientos



Nota: Elaborado por el autor. Esquema del ensayo dividido para cada una de las unidades experimentales de los tratamientos.

3.4 Variables

3.4.1 Materia verde

Una vez que la planta alcanza la tercera hoja, se procedió al corte del pasto, con la utilización de un cuadrante de 1 m² realizando lanzamientos en zig-zag como recomienda Valencia (2011). Las submuestras cortadas fueron colocadas en una funda de papel para luego proceder a pesar en una balanza, los pesos de las submuestras se sumaron y se dividieron por el número de submuestras tomadas para determinar el rendimiento de materia verde en kg/m².

3.4.2 Materia seca

Las muestras recolectadas en campo se empacaron en bolsas de papel y fueron llevadas al laboratorio de bromatología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI). Se colocó una muestra de 100gr como determina el protocolo de determinación de

materia seca del laboratorio de bromatología. Se colocaron las muestras en la estufa MEMMERT, modelo INB 500 a 110°C por 24 horas, luego de haber terminado el tiempo se retiró las muestras y se procedió a pesar. Posteriormente se calculó el porcentaje de materia seca, en base la siguiente fórmula.

En donde, A= peso inicial de la muestra; B= peso de la muestra después del secado.

3.4.3 Días al corte

Para la evaluación de esta variable se realizó un seguimiento del crecimiento de todas las unidades experimentales. Cuando el 70% de las plantas de cada unidad experimental llegaron a la tercera hoja, fue cosechado el forraje (Balocchi *et al.*, 2013).

3.4.4 Longitud de Raíz

Para obtener la longitud de raíz del Rye grass, se tomaron muestras de plantas al azar de las unidades experimentales sin dañar su estructura, se utilizó un azadón para realizar la extracción de la planta del suelo y se eliminó restos de tierra presentes en la raíz. A continuación, con una regla se midió la longitud real de cada raíz desde el cuello hasta la cofia o piloriza (Espinoza y Narváez, 2017).

3.4.5 Energía

Para la determinación de energía se realizó mediante la bomba calorimétrica analítica, basándose en la metodología del laboratorio de la PUCESI. El procedimiento fue elaborar un pellet de 0,5gr de la muestra en la peletizadora, luego introducir en la máquina para la obtención de los valores en caloría / gramos de la muestra (Cáceres y González, 2000).

3.4.6 Fibra

Para determinación de fibra se realizó mediante el método proximal o de Weende. Este análisis se basa en digestión de la muestra en materia seca en el digestor de fibra, con dos soluciones (ácida y básica). El peso de la muestra luego de la incineración en la mufla, es decir los residuos, son considerados como fibra cruda (De Gracia, 2015).

Donde:

F1= Peso del crisol más cenizas

F2= Peso del crisol más residuo

F0= Peso de la muestra

3.4.7 Proteína

Para la determinación de proteína cruda se realizó tres etapas: digestión, destilación y titulación. El procedimiento seguido fue: se pesó 2gr de la muestra y se colocó en un tubo de

ensayo posterior a esto agregar 10ml de H_2SO_4 concentrado, 2ml de H_2O_2 al 10% v/v y un catalizador y se colocó a digerir por un tiempo aproximado de cuatro horas. Al terminar la digestión se procedió a neutralizar la muestra con 50ml de hidróxido de sodio al 35%. Para la destilación se agregó 25ml de ácido bórico y 4 gotas de rojo tashiro. Al terminar la destilación se procedió a la titulación la cual consiste en titular con ácido clorhídrico al 0.2N. Mediante este procedimiento se obtuvo el porcentaje de nitrógeno y se empleó las siguientes formulas (García y Fernández, 2012).

Donde:

V= Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación en ml.

N= Normalidad del ácido clorhídrico

m= peso de la muestra

0,014= Miliequivalente del nitrógeno

En donde el factor de conversión para los pastos es de 6,25.

3.4.8 Calcio en ppm

Para obtener ppm de calcio se procedió a calcinar la muestra hasta cenizas, en la cenizas se colocó 10 ml de agua destilada más 1ml de ácido clorhídrico y se procedió a calentar hasta ebullición por varios minutos. Se dejó enfriar y se diluyó con 20 ml de agua destilada y se filtró en un balón y se aforó, con la muestra obtenida en este proceso se realizó la lectura en espectrofotómetro empleando el test calcio (Reactivo Ca -1, Reactivo Ca-2, Reactivo Ca-3) para determinar el contenido de la muestra en ppm(Wade,2007).

3.4.9 Fósforo en ppm

Para obtener ppm de fósforo se procedió a calcinar la muestra hasta cenizas, en la cenizas se colocó 10 ml de agua destilada más 1ml de ácido clorhídrico y se procedió a calentar hasta ebullición por varios minutos. Se dejó enfriar y se diluyó con 20 ml de agua destilada y se filtró en un balón y se aforó, con la muestra obtenida en este proceso se realizó la lectura en espectrofotómetro empleando el test fosfatos (Reactivo PO4-1, Reactivo PO4-2) para determinar el contenido de la muestra en ppm(Wade,2007).

3.4.10 Magnesio en ppm

Para obtener ppm de magnesio se procedió a calcinar la muestra hasta cenizas, en la cenizas se colocó 10 ml de agua destilada más 1ml de ácido clorhídrico y se procedió a calentar hasta ebullición por varios minutos. Se dejó enfriar y se diluyó con 20 ml de agua destilada y se filtró en un balón y se aforó, con la muestra obtenida en este proceso se realizó la lectura en espectrofotómetro empleando el test en cubetas magnesio (Reactivo Mg-1k, Reactivo Mg-2k) para determinar el contenido de la muestra en ppm(Wade,2007).

CAPÍTULO IV

4 Resultados y discusión

4.1 Análisis de varianza de las variables en el primer corte, segundo corte y tercer corte.

4.1.1 Materia verde (MV)

En la tabla 3, se detalla el análisis de varianza para materia verde en el primer corte, en la cual no se encuentran diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 8.82% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 3

Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.02533	0.01267	0.432	0.664	ns
Tratamientos	4	0.17733	0.04433	1.511	0.286	ns
Error	8	0.23467	0.02933			

CV= 8.82%

Nota: Elaborado por el autor . FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

En la figura 2, se menciona los valores del rendimiento de materia verde obtenidos en los diferentes tratamientos en el primer corte donde no existió diferencia estadística, debido a que los valores son similares estadísticamente; sin embargo el tratamiento T3 obtuvo un valor más alto con 2,06kg MV/m²; seguido por el tratamiento T1 con 2,03kg MV/m²; y el tratamiento T5 1,8kg MV/m² siendo este el menor valor de materia verde en rendimiento.

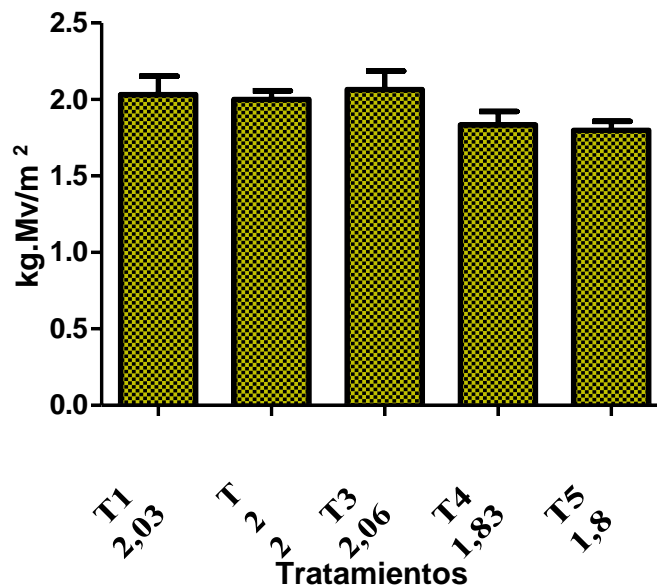


Figura 2. Promedios del rendimiento de materia verde en kg/m² en los diferentes tratamientos en el primer corte
Fuente: El autor

En la tabla 4, se detalla el análisis de varianza para materia verde en el segundo corte, en la cual no se encuentran diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 6.30% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 4

Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.04133	0.02067	1.393	0.3026	ns
Tratamientos	4	0.31333	0.07833	5.281	0.0222	*
Error	8	0.11867	0.01483			

CV= 6.30%

Nota: Elaborado por el autor FV= de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

En la figura 3, se muestra los valores del rendimientos de materia verde en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba de Tukey al 5% se formó tres grupos se determinó el tratamiento T3 con el mejor rendimiento en materia verde con 2,10kg MV/m² formando el grupo a; los tratamientos que formaron el siguiente grupo fueron el tratamiento T2 con 2,06kg MV/m², el tratamiento T1 1,96kg MV/m² y el tratamiento T4 1,80kg MV/m² formando el grupo ab, debido a que sus valores son similares estadísticamente, mientras que el tratamiento T5 con 1,73 kg MV/m² siendo este con el rendimiento más bajo formando el grupo b.

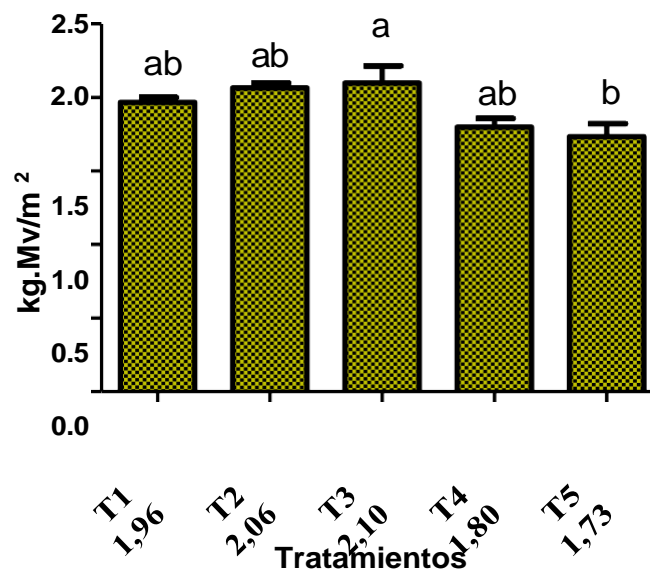


Figura 3. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de materia verde en kg/m² en los diferentes tratamientos en el segundo corte
Fuente: El autor.

En la tabla 5, se detalla el análisis de varianza para materia verde en el tercer corte, en la cual existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p < 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 4.72% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 5*Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en el tercer corte*

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.06533	0.03267	4.780	0.0431	*
Tratamientos	4	0.17733	0.04433	6.488	0.0125	*
Error	8	0.05467	0.00683			

CV= 4.72%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 4, se muestra los valores del rendimientos de materia verde de los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó dos grupos el tratamiento T3 con 1,9kg MV/ m², el tratamiento T2 con 1,83kg MV/m² y el tratamiento T1 con 1,76kg MV/m² formando el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente; los tratamientos que formaron el siguiente grupo fueron el tratamiento T4 1,66kg MV/m² y el tratamiento T5 1,6kg MV/m² formaron el grupo b debido a que sus valores son similares estadísticamente.

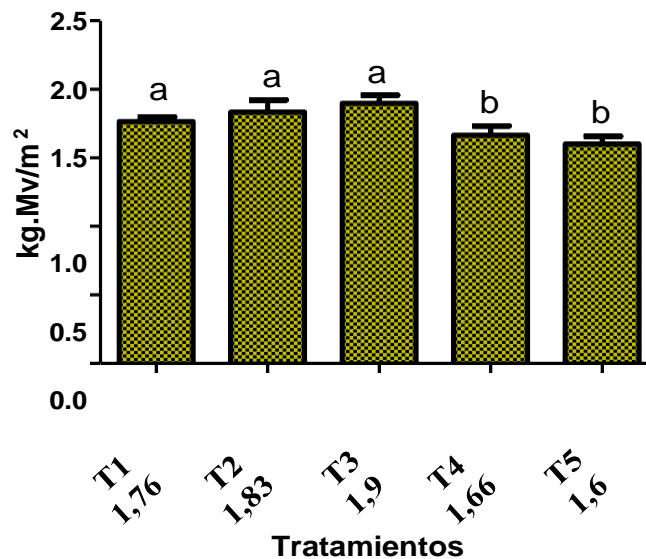


Figura 4. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento de materia verde en kg/m² los diferentes tratamientos en el tercer corte.

Fuente: El autor.

En la investigación de Ceballos & Estrada (2014), la mejor producción de forraje verde es en los tratamientos conformados con la combinación de niveles de fertilización de NPK en dosis altas de silicio, obtuvieron los siguientes resultados 22,91Ton/ ha/año de forraje verde en comparación con los tratamientos sin presencia de silicio en la fertilización con una media de 12,74 Ton /ha/año de forraje; esto nos permite afirmar que en dosis altas de silicio se logra mejorar el rendimiento de materia verde en esta investigación, el mejor tratamiento es T3 en dosis altas de algas fosilizadas cabe recalcar que estas algas contienen gran cantidad de silicio; a continuación se describe los valores obtenidos 2,06kg MV/m² primer corte, 2,10kg MV/m² segundo corte y 1,9kg MV/m² tercer corte.

4.1.2 Materia seca (MS)

En la tabla 6, se detalla el análisis de varianza para materia seca en el primer corte, no se encuentran diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p>0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 4.56% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 6

Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.474	0.2370	0.533	0.606	ns
Tratamientos	4	1.021	0.2553	0.575	0.689	ns
Error	8	3.555	0.4444			

CV= 4.56%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 5, se menciona los valores del porcentaje de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos en el primer corte, donde no existió diferencia estadística, debido a que los valores son similares estadísticamente; sin embargo el tratamiento T4 obtuvo un valor más altos con 14,87% MS; seguido por el tratamiento T3 con 14,78% MS; y el tratamiento T1 con 14,15% MS, siendo este el menor valor de materia seca.

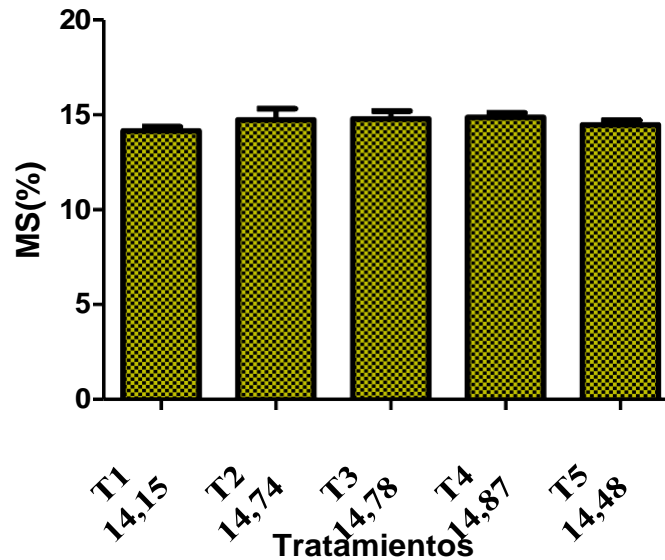


Figura 5. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 7, se detalla el análisis de varianza para materia seca en el segundo corte, en la cual no se encuentran diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); con un coeficiente de variación de 3.58% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 7

Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.9672	0.4836	1.546	0.271	ns
Tratamientos	4	0.2155	0.0539	0.172	0.947	ns
Error	8	2.5027	0.3128			

CV= 3.58%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 6, se menciona los valores del porcentaje de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte, donde no existió diferencia estadística debido a que los valores son similar estadísticamente; sin embargo el tratamiento T4 obtuvo un valor más alto con 15,77% MS; seguido por el tratamiento T5 con 15,76% MS; y el tratamiento T2 con 15,48% MS siendo este con el menor valor de materia seca.

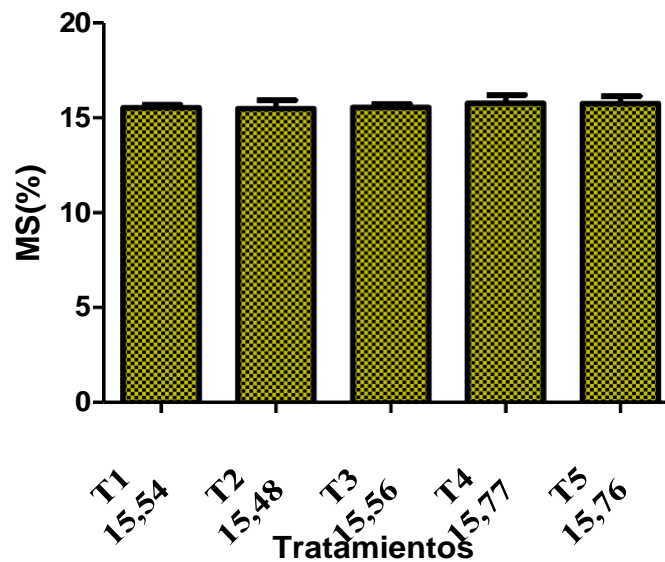


Figura 6. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 8, se detalla el análisis de varianza para materia seca en el tercer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$) con un coeficiente de variación de 5.28% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 8

Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.647	0.3234	0.48	0.636	ns
Tratamientos	4	0.871	0.2178	0.323	0.855	ns
Error	8	5.396	0.6745			

CV=5.28%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 7, se menciona los valores del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el tercer corte donde no existió diferencia estadística, debido a que sus valores son similares estadísticamente; sin embargo el tratamiento T4 obtuvo un mejor valor con 15,80% MS; seguido por el tratamiento T3 con 15,69% MS; y el tratamiento T2 con 15,10% MS, siendo este con el menor valor de materia seca.

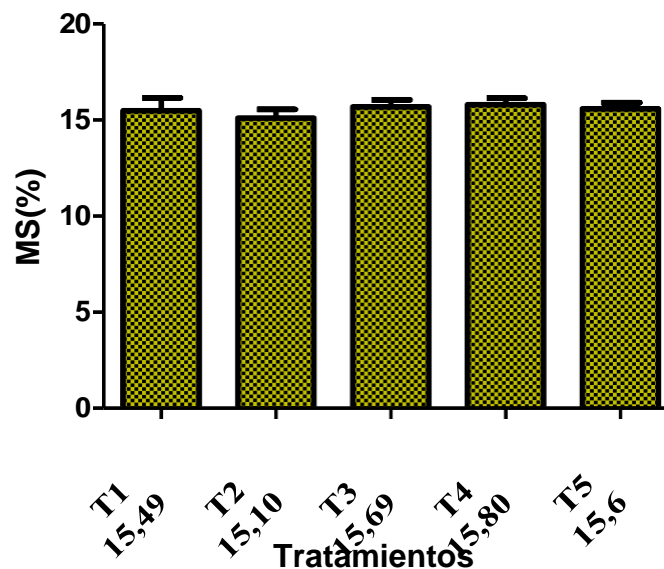


Figura 7. Promedios del porcentaje de materia seca en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

Aunque estadísticamente no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, los datos obtenidos de esta investigación son similares a los obtenidos por Carulla, *et al.*(2004), en su investigación denominada Valor Nutricional de los Forrajes más usados en los Sistemas de Producción Lechera Especializada de la Zona Andina Colombiana; se encontraron promedios de materia seca de 14,9%.

4.1.3 Días al corte a la tercera hoja verdadera

En la tabla 9, se detalla el análisis de varianza para días al corte a la tercera hoja verdadera en el primer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$) mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de $9.250785e-15\%$ lo que significa que existe mínima variabilidad de los datos, cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 9

Análisis de varianza para la variable días al primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.0	0.0	1.294e+00	0.326	ns
Tratamientos	4	32,4	8.1	2.701e+29	<2e-16	***
Error	8	0.0	0.0			

CV= 0%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 8, se muestra días al corte a la tercera hoja verdadera de los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó dos grupos los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron la tercera hoja, en los 58 días formaron el grupo a,

debido a que presentan valores similares estadísticamente, los tratamientos que formaron el siguiente grupo fueron los tratamientos T4 y T5 lograron la tercera hoja a los 61 días formando el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

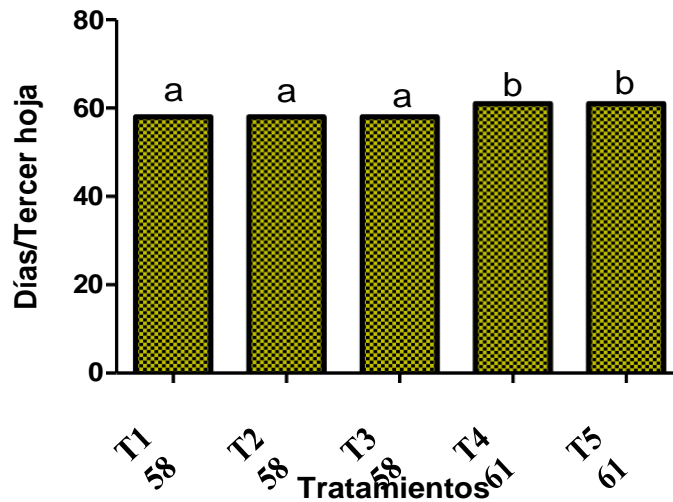


Figura 8. Prueba Tukey al 5% días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 10, se detalla el análisis de varianza para días al corte a la tercera hoja verdadera en el segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de $1.416746e-14\%$ lo que significa que existe mínima variabilidad de los datos, cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 10

Análisis de varianza para la variable días al segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.0	0.0	1.427e+00	0.295	ns
Tratamientos	4	32.4	8.1	5.879e+29	<2e-16	***
Error	8	0.0	0.0			

CV= 0%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 9, se muestra días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó dos grupos los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzaron la tercera hoja, en los 25 días formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente, mientras los tratamientos T4 y T5 lograron la tercera hoja a los 28 días formaron el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

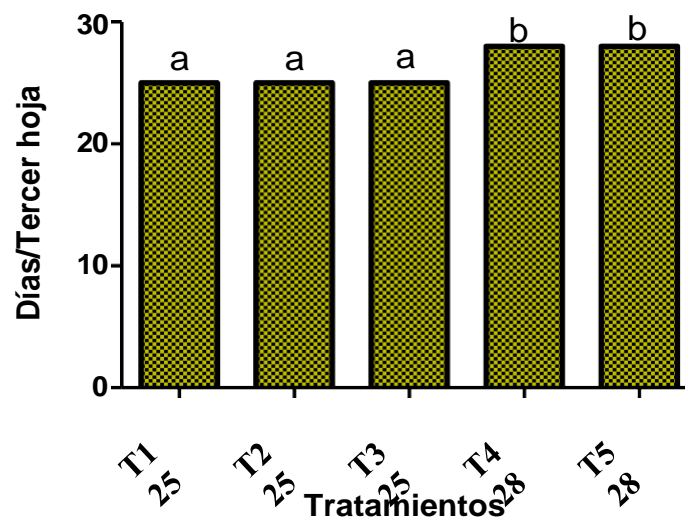


Figura 9. Prueba Tukey al 5% para días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor

En la tabla 11, se detalla el análisis de varianza para días al corte a la tercera hoja verdadera en el tercer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p>0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p<0,05$); con un coeficiente de variación de $1.054137e-14\%$ lo que significa que existe mínima variabilidad de los datos, cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable días al tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.0	0.0	1.655e+00	0.25	ns
Tratamientos	4	57.6	14.4	1.298e+30	<2e-16	***
Error	8	0.0	0.0			

CV= 0%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 10, se muestra días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó dos grupos los tratamientos T1,T2,T3 alcanzaron la tercera hoja, en los 30 días formando el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente, mientras los tratamiento T4, T5 lograron la tercera hoja a los 34 días formando el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

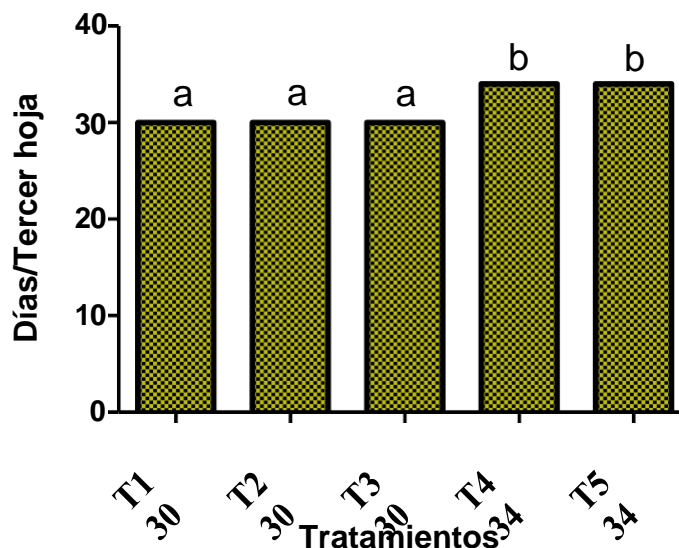


Figura 10. Prueba Tukey al 5% para días al corte a la tercera hoja verdadera en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

La presente investigación determinó que los mejores tratamientos con respecto a la variable días al corte (tercera hoja) fueron T1, T2 y T3, donde el tratamiento T3 es el más efectivo ya que la calidad del forraje obtenido fue superior a los demás tratamientos, tomando en cuenta que los días al corte fueron los mismos para cada uno de los tratamientos (58 días primer corte, 25 días segundo corte y 30 días tercer corte); valores similares se obtuvieron en el ensayo realizado por Quilligana 2016, denominado Comparación Productiva de Tres Cultivares de Rye grass Perenne (*Lolium Perenne*) en Términos de Producción y Calidad, que obtuvo la tercera hoja a los 30 días.

4.1.4 Longitud de raíz

En la tabla 12, se detalla el análisis de varianza para la longitud de raíz en el primer corte, en el cual no existieron diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 2.80% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 12

Análisis de varianza para la longitud de raíz en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.0653	0.03267	0.240	0.792	ns
Tratamientos	4	1.2200	0.30500	2.243	0.154	ns
Error	8	1.0880	0.13600			

CV= 2.80%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 11, se menciona los valores de la longitud de raíz obtenida en los diferentes tratamientos en el primer corte, donde no existió diferencia estadística; debido a que sus valores son similares estadísticamente; sin embargo, el tratamiento T3 obtuvo el valor más alto con 13,63cm; seguido por el tratamiento T2 con 13,23cm y el tratamiento T5 con 12,8cm siendo este el menor valor obtenido de longitud de raíz.

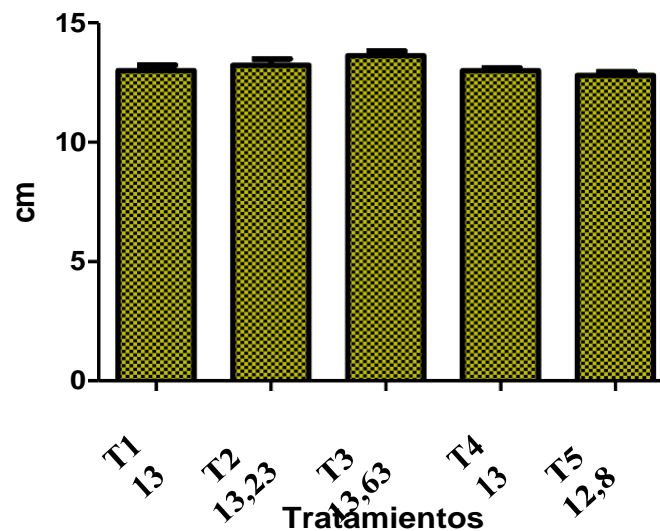


Figura 11. Promedios para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 13, se detalla el análisis de varianza para la longitud de raíz en el segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p>0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p<0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 1.38% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 13

Análisis de varianza para la longitud de raíz en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.037	0.0187	0.384	0.69332	ns
Tratamientos	4	4.367	1.0917	22.432	0.00021	***
Error	8	0.389	0.0487			

CV= 1.38%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 12, se muestra los valores de la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó cinco grupos, determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor longitud de raíz 16,7cm formando el grupo a; el tratamiento T2 con 16,4cm formando el grupo ab; el tratamiento T1 con 16 cm formando el grupo bc; el tratamiento T4 con 15,43 formando el grupo cd; el tratamiento T5 posee la menor longitud de raíz con 15,3 cm formando el grupo d.

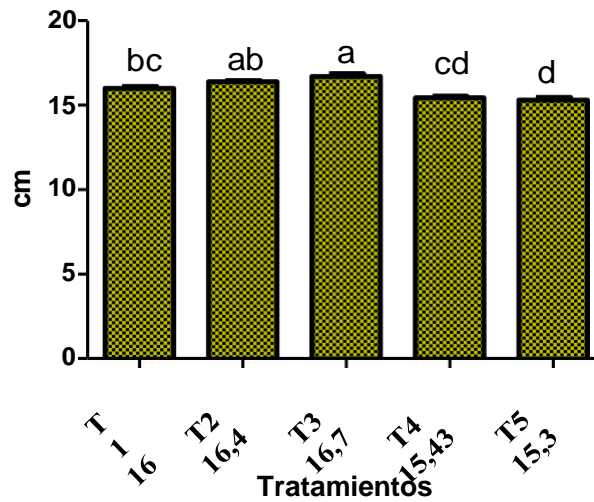


Figura 12. Prueba Tukey al 5% para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 14, se detalla el análisis de varianza para la longitud de raíz en el tercer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 1.51% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 14

Análisis de varianza para la longitud de raíz en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.225	0.1127	1.25	0.337098	ns
Tratamientos	4	5.307	1.3267	14.71	0.000927	***
Error	8	0.721	0.0902			

CV= 1.51%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 13, se muestra los valores de la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó cuatro grupos, determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor longitud de raíz 20,6cm formando el grupo a; el tratamiento T2 con 20cm y el tratamiento T1 con 20 cm formando el grupo ab, debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T4 con 19,2cm formando el grupo bc; y el tratamiento T5 posee la menor longitud de raíz con 19 cm formando el grupo c.

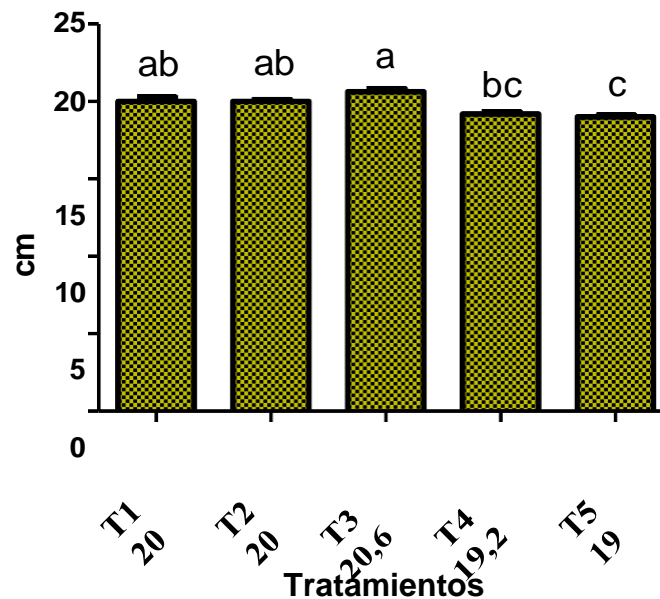


Figura 13. Prueba Tukey al 5% para la longitud de raíz en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

Matinchenkow (2004), considera que el uso de silicio en la fertilización de pasturas mejora el desarrollo de raíces de las plantas; con esto podemos aseverar los resultados obtenidos en esta investigación que el mejor tratamiento es el T3 en dosis altas de la aplicación de algas fosilizadas ya que estas contienen gran cantidad de silicio. En dicha investigación la longitud de raíz fue 13,63cm primer corte, 16,7cm segundo corte y 20,6cm tercer corte.

4.1.5 Energía

En la tabla 15, se detalla el análisis de varianza para el contenido de energía en el primer corte, en donde no se encontraron diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p>0,05$); con un coeficiente de variación de 3.01% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 15

Análisis de varianza para el contenido energía en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.01185	0.005927	0.844	0.465	ns
Tratamientos	4	0.04193	0.010483	1.494	0.291	ns
Error	8	0.05615	0.007018			

CV= 3.01%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 14, se menciona los valores de energía obtenidos en los diferentes tratamientos en el corte uno, donde no existió diferencia estadística, debido a que sus valores son similares estadísticamente, sin embargo el tratamiento T3 obtuvo el valor más alto con 2,85Mcal/kg; seguido por el tratamiento T1 con 2,82Mcal/kg y el tratamiento T5 con 2,71Mcal/kg siendo este el menor valor obtenido de energía.

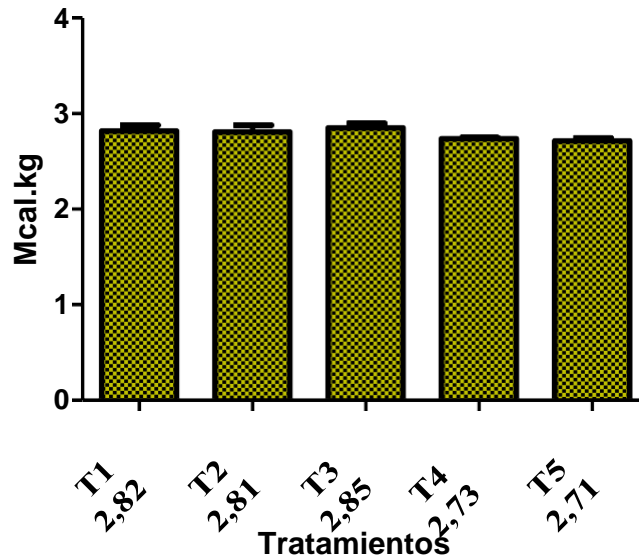


Figura 14. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 16, se detalla el análisis de varianza para el contenido de energía en el segundo corte, en donde no se encontraron diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); con un coeficiente de variación de 3.70% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 16

Análisis de varianza para el contenido energía en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.00401	0.002007	0.192	0.829	ns
Tratamientos	4	0.10243	0.025607	2.449	0.131	ns
Error	8	0.08365	0.010457			

CV= 3.70%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 15, se menciona los valores de energía obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte, donde no existió diferencia estadística, debido a que sus valores son similares estadísticamente, sin embargo el tratamiento T2 obtuvo el valor más alto con 2,85Mcal/kg; seguido por el tratamiento T3 con 2,84Mcal/kg y el tratamiento T4 con 2,65Mcal/kg siendo este el menor valor obtenido de energía.

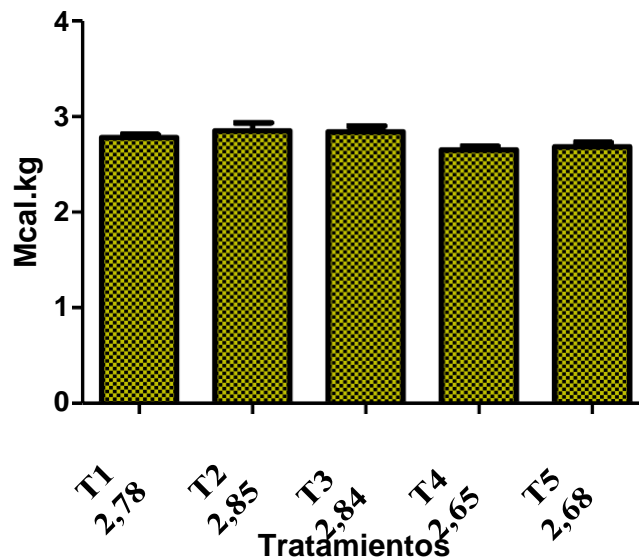


Figura 15. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 17, se detalla el análisis de varianza para el contenido de energía en el tercer corte, en la cual no se encuentran diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 2.74% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 17

Análisis de varianza para el contenido energía en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.000333	0.0001667	0.073	0.93	ns
Tratamientos	4	0.012373	0.0030933	1.355	0.33	ns
Error	8	0.018267	0.0022833			

CV= 2.74%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 16, se menciona los valores de energía obtenidos en los diferentes tratamientos en el tercer corte, donde no existió diferencia estadística, debido a que sus valores son similares estadísticamente, sin embargo el tratamiento T2 obtuvo el valor más alto con 2,79Mcal/kg; seguido por el tratamiento T3 con 2,77Mcal/kg y el tratamiento T4 con 2,71Mcal/kg siendo este el menor valor obtenido de energía.

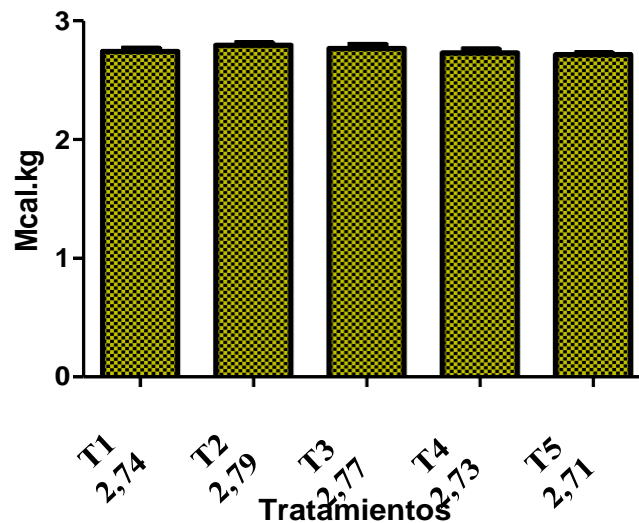


Figura 16. Promedios de los valores de energía en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

Ardila (2014), en su investigación denominada: Dinámica de crecimiento de una pradera polifítica de *Lolium perenne* y *Pennisetum clandestinum* encontró valores de 2,4 Mcal/kg y 2,66Mcal/kg en la cual menciona que una pastura al ser defoliada con más de cuatro hojas vivas el contenido de energía se reducirá en comparación con 2 o 3 hojas vivas; esto nos permite sustentar los resultados obtenidos en esta investigación, ya que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas; y los valores obtenidos de esta investigación son similares a los presentados en el estudio realizado por Ardila, además que corrobora que el momento óptimo del corte del Rye grass es cuando alcanza la tercera hoja viva.

4.1.6 Porcentaje de fibra bruta

En la tabla 18, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en primer corte, en la cual no existe diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 2.47% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 18

Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.440	0.2200	0.701	0.524	ns
Tratamientos	4	7.027	1.7567	5.596	0.019	*
Error	8	2.511	0.3139			

CV= 2.47%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 17, se detallan los datos obtenidos para la variable porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó tres grupos, determinando que el tratamiento T4 con 23,44% y el tratamiento T5 con 23,15% formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T3 con 22,65% y el tratamiento T2 con 22,64% formaron el grupo ab, debido a que sus valores son similares estadísticamente y el tratamiento T1 con el menor porcentaje de fibra bruta 21,44% formando el grupo b.

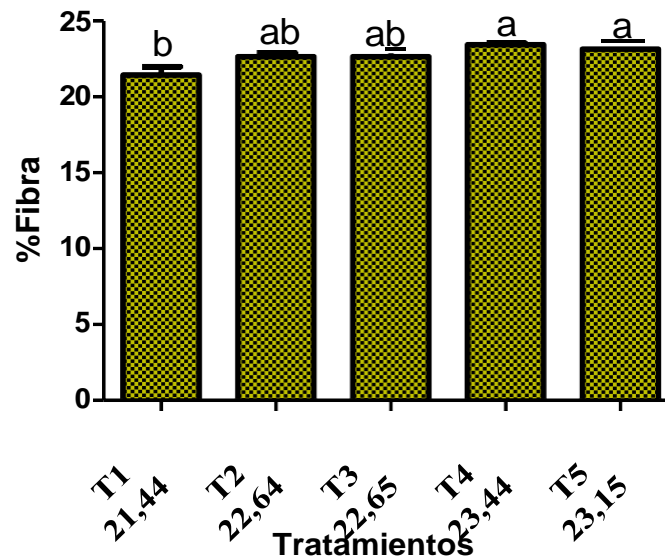


Figura 17. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 18, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos ($p > 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 1.88% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 19

Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.3548	0.1774	0.826	0.472	ns
Tratamientos	4	1.8198	0.4550	2.118	0.170	ns
Error	8	1.7186	0.2148			

CV= 1.88%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 18, se menciona los valores del porcentaje de fibra bruta obtenidos en los diferentes tratamiento en el segundo corte, donde no existió diferencia estadística debido a que sus valores son similares estadísticamente; sin embargo el tratamiento T4 obtuvo valores más altos con 25,1%; seguido por el tratamiento T5 24,65%; y el tratamiento con 24,11% siendo este el menor valor de porcentaje de fibra bruta.

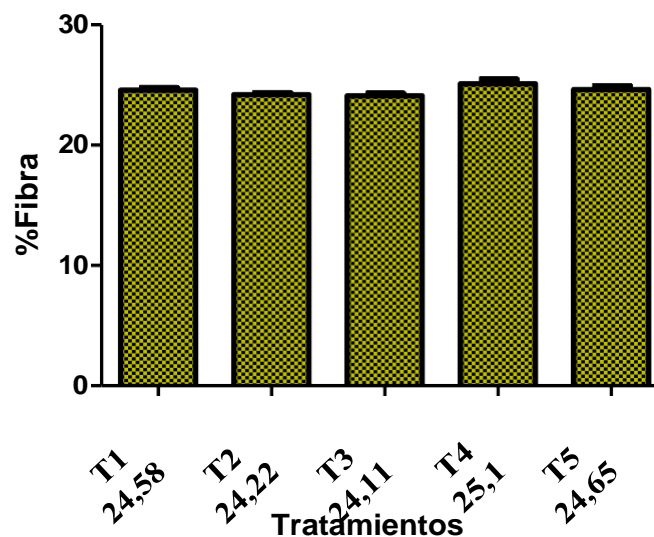


Figura 18. Promedios para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 19, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el tercer corte, encontrándose diferencias significativas para bloques ($p < 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 1.23% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 20

Análisis de varianza para el porcentaje de fibra bruta en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	1.6028	0.8014	8.276	0.01127	*
Tratamientos	4	3.1367	0.7842	8.098	0.00647	**
Error	8	0.7747	0.0968			

CV= 1.23%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 19, se detalla los valores del porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó tres grupos, determinando que el tratamiento T4 con 25,78% y el tratamiento T5 con 25,52% formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente, el tratamiento T2 con 24,45% formando el grupo b, y el tratamientos T1 con 25,12% y el tratamiento T3 con 24,99 formando el grupo ab, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

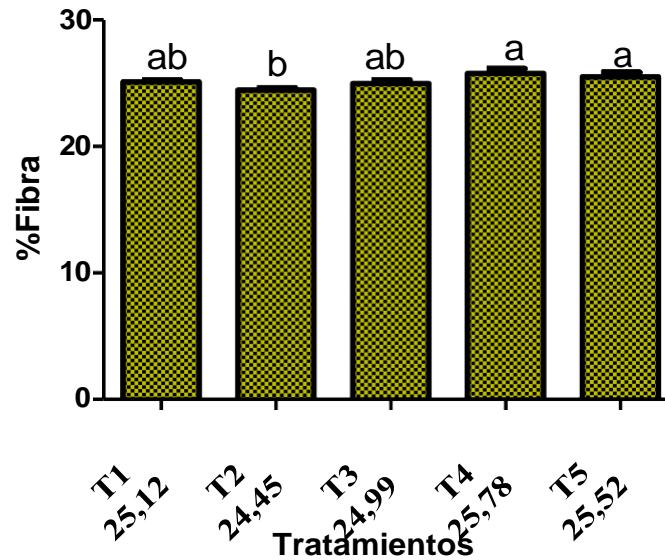


Figura 19. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de fibra bruta en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

Guacapiña, *et al.*,(2014), en la investigación evaluación del comportamiento agronómico y nutricional de 65 variedades de pastos de la sierra, mencionan que un pasto cuando tarda su crecimiento incrementa el contenido de fibra y disminuye el contenido de proteína; es por esto que los tratamientos T4 y T5 tienen mayor porcentaje de fibra debido a que tardaron más tiempo en alcanzar la tercera hoja en comparación con los Tratamientos T1,T2 T3 que llegaron a tener más rápido la tercera hoja verdadera.

4.1.7 Porcentaje de proteína

En la tabla 21, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de proteína en el primer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); teniendo un coeficiente de variación de 2.91% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 21

Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.474	0.237	0.794	0.48448	ns
Tratamientos	4	14.020	3.505	11.757	0.00197	**
Error	8	2.385	0.298			

CV= 2.91%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 20, se detalla los porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó cuatro grupos determinando que el tratamientos T3 con 20,01% y el tratamiento T2 con 19,27% formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente, el tratamiento T1 con 19,17% formando el grupo ab, el tratamiento T4 con 17,52% formando el grupo c, y el tratamiento T5 formando el grupo bc.

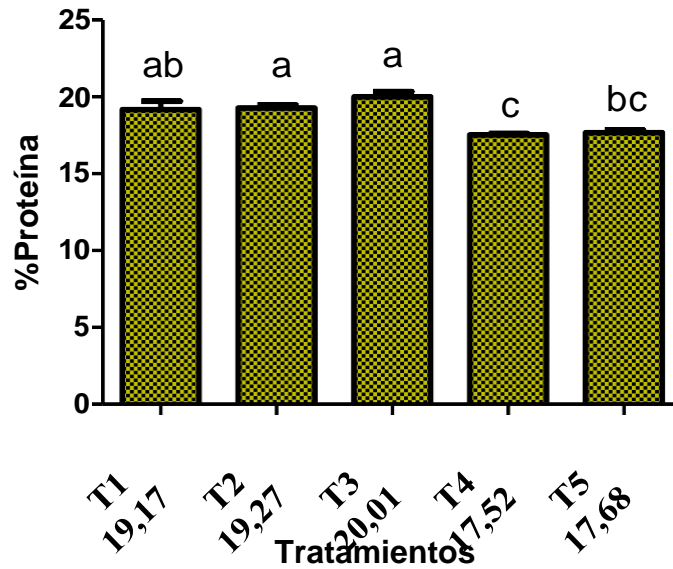


Figura 20. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 22, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de proteína en segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 2.76% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 22

Análisis de varianza para porcentaje de proteína en el segundo corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.733	0.366	1.554	0.269	ns
Tratamientos	4	27.339	6.835	28.992	8.22	***
Error	8	1.886	0.236			

CV=2.76%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 21, se detalla los porcentaje de proteína obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron dos grupos determinando que el tratamiento T3 con 19,23%, el tratamiento T2 con 18,39% y el tratamiento T1 con 18.22% formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente y el tratamiento T4 con 15,75% y el tratamiento T5 con 16,18% formaron el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

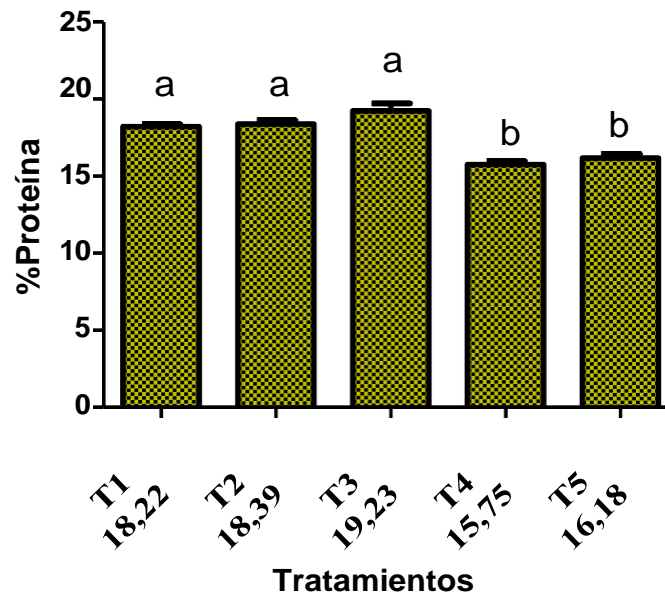


Figura 21. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el segundo corte
Fuente: El autor.

En la tabla 23, se detalla el análisis de varianza para el porcentaje de proteína en el tercer corte, encontrándose diferencias significativas entre bloques ($p < 0,05$) mientras que para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 1.81% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 23

Análisis de varianza para porcentaje de proteína en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	1.008	0.504	5.594	0.0302	*
Tratamientos	4	17.346	4.337	48.125	1.23	***
Error	8	0.721	0.090			

CV= 1.81%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 22, se detalla los valores del porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó dos grupos determinando que el tratamiento T3 con 17,85%, el tratamiento T2 con 17,22% y el tratamiento T1 con 17,13% formando el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente; mientras que el tratamiento T4 con 15,28% y el tratamiento T5 con 15,25% de proteína formaron el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente.

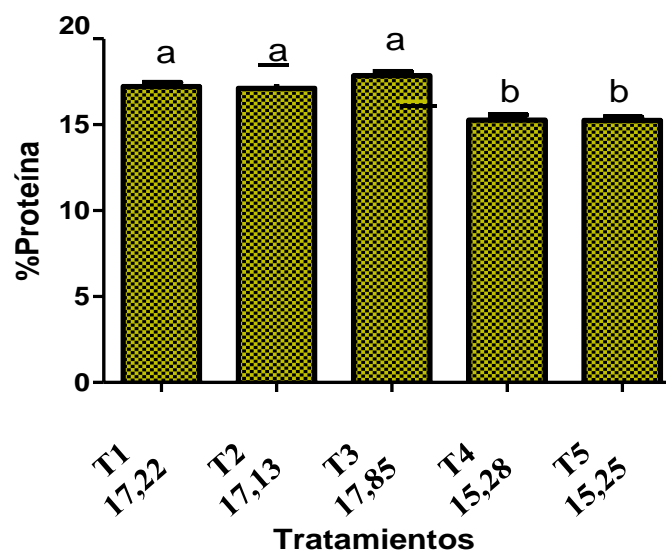


Figura 22. Prueba Tukey al 5% para el porcentaje de proteína en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

En el estudio realizado por Ballesteros (2013), Evaluación de la Biomasa y Contenido Nutricional del Pasto Tetralite (*Lolium Hybridum*) con la Aplicación del Fertilizante Mineral (Fossil Shell Agro) llegó a obtener el mayor porcentaje de proteína con un valor de 15,46% en dosis altas en comparación con el testigo con un valor promedio de 8,73% de proteína; estos valores nos permiten sustentar que en dosis altas se puede logra incrementar el contenido de proteína de los pastos, los mejores valores obtenidos en esta investigación fueron en dosis altas en el primer corte 20,01% en el segundo corte 19,23% y en el tercer corte 17,85% de proteína.

Chamorro (2002), considera que un forraje de buena calidad debe tener contenidos de proteína de 15,5% o mayor. Los datos obtenidos en esta investigación superan los mencionados por Chamorro (2002) lo cual ratifica la eficiencia de los tratamientos aplicados.

4.1.8 Calcio

En la tabla 24, se detalla el análisis de varianza para el contenido de calcio en ppm en el primer corte, en la cual no se encontró diferencias significativas entre bloques ($p>0,05$), mientras que para los tratamientos encontrándose diferencias altamente significativas ($p<0,05$); con un coeficiente de variación de 1.44% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 24

Análisis de varianza del contenido de calcio en ppm en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	2.5	1.27	2.923	0.111	ns
Tratamientos	4	515.7	128.93	297.538	9.88e-09	***
Error	8	3.5	0.43			

CV= 1.44%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 23, se muestra los contenidos de calcio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó cuatro grupos determinando que el tratamientos T3 con 50ppm y el tratamiento T2 con 48,66ppm formaron el grupo a, debido a que sus valores son similares estadísticamente; mientras que el tratamiento T4 con 46,66ppm formando el grupo b; y el tratamiento T1 con 48,33ppm formando el grupo ab debido a que sus valores son similares al grupo a y b estadísticamente; el tratamiento T5 con 34ppm formando el grupo c, siendo con el menor contenido de calcio en ppm.

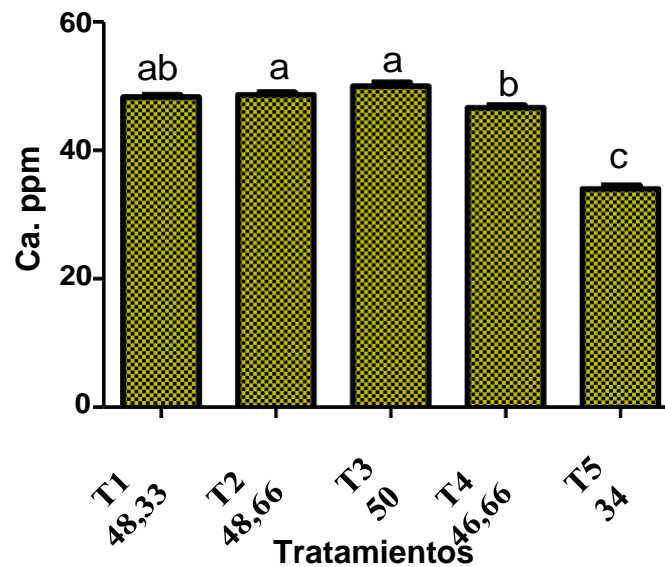


Figura 23. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 25, se detalla el análisis de varianza para el contenido de calcio en ppm en el segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 1.08% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 25*Análisis de varianza del contenido de calcio en ppm en el segundo corte*

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.1	0.07	0.286	0.759	ns
Tratamientos	4	607.7	151.93	651.143	4.39e-10	***
Error	8	1.9	0.23			

CV= 1.08%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 24, se muestra los contenidos de calcio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formó tres grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de calcio 50,66 ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 47,66 ppm y el tratamiento T1 con 47ppm formaron el grupo b, debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T4 con 45ppm formando el grupo c; el tratamiento T5 con 32,33 ppm formando el grupo d, siendo con el menor contenido de calcio en ppm.

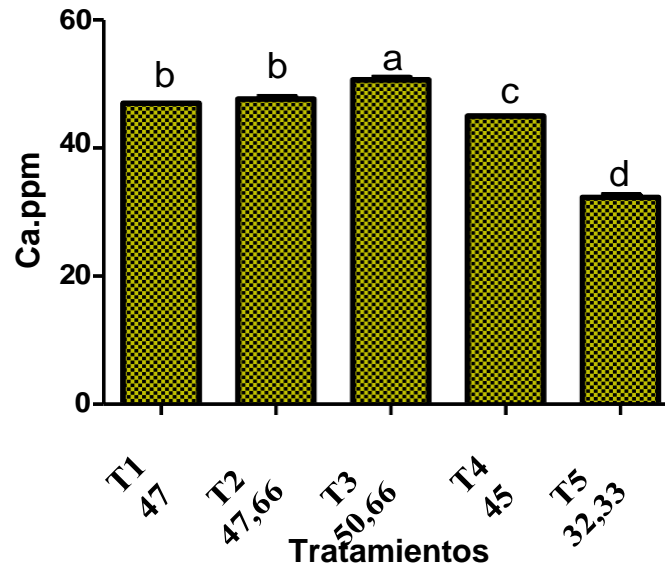


Figura 24. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 26, se detalla el análisis de varianza para el contenido de calcio en ppm en el tercer corte, donde no se encontraron diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 1.40% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 26

Análisis de Varianza del contenido de calcio en ppm en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.4	0.20	0.545	0.6	ns
Tratamientos	4	696.7	174.17	475.000	1.54e-09	***
Error	8	2.9	0.37			

CV= 1.40%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 25, se muestra los contenidos de calcio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cinco grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de calcio 48,66ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 46,66 ppm formando el grupo b; el tratamiento T4 con 44,33 ppm formando el grupo c; el tratamiento T1 con 45,66 formando el grupo bc debido a que sus valores son similares al grupo b y c estadísticamente; el tratamiento T5 con 29,66ppm formando el grupo d, siendo con el menor contenido de calcio en ppm.

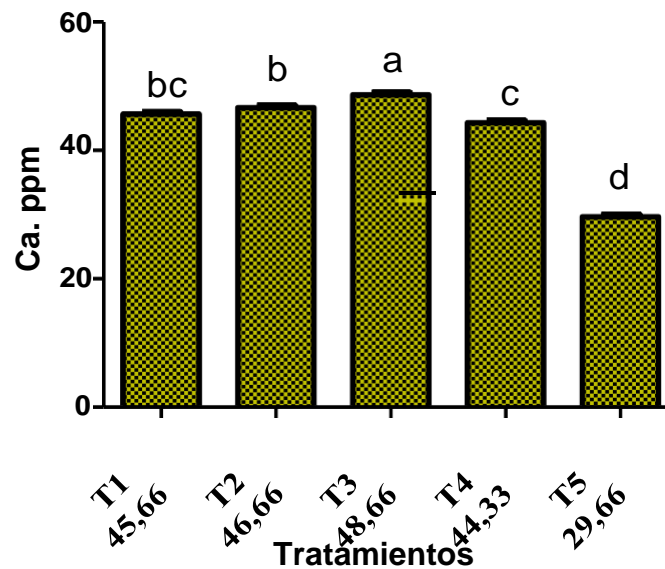


Figura 25. Prueba Tukey al 5% para calcio en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

En el estudio realizado por Ceballos y Estrada (2014), sobre la Evaluación de la Influencia del Silicio en interacción con diferentes niveles de NPK en los contenidos nutricionales en la Producción de Pasto Rye grass Aubade (*Lolium sp*) mencionan que el tratamiento que contiene alta dosis en silicio presenta un mejor comportamiento, en el contenido foliar de 22,29ppm de calcio, en comparación con el tratamiento en ausencia de silicio mostrando los valores más bajos con 13,80 ppm de calcio; por lo que se puede sustentar que la aplicación en dosis altas

de algas fosilizadas por su alto contenido de silicio, mejora el contenido de calcio en ppm en la parte foliar, en esta investigación se obtuvieron los mejores valores en el tratamiento T3 en dosis altas, obteniendo en el primer corte 50ppm de calcio, en el segundo corte se obtuvo 50,66 ppm de calcio y en el tercer corte 48,66ppm de calcio.

4.1.9 Fósforo

En la tabla 27, se detalla el análisis de varianza para el contenido de fósforo en ppm en el primer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 0.14% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 27

Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.7	0.37	1.947	0.205	ns
Tratamientos	4	702.8	175.69	920.604	1.1e-10	***
Error	8	1.5	0.19			

CV=0.14%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 26, se muestra los contenidos de fósforo en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cinco grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de fósforo con 320,2ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 311 ppm formando el grupo b; el tratamiento T1 con 309 ppm formando el grupo c; el tratamiento T4 con 303,3ppm formando

el grupo d; el tratamiento T5 con 300,5 ppm formando el grupo e, siendo con el menor contenido de fósforo en ppm.

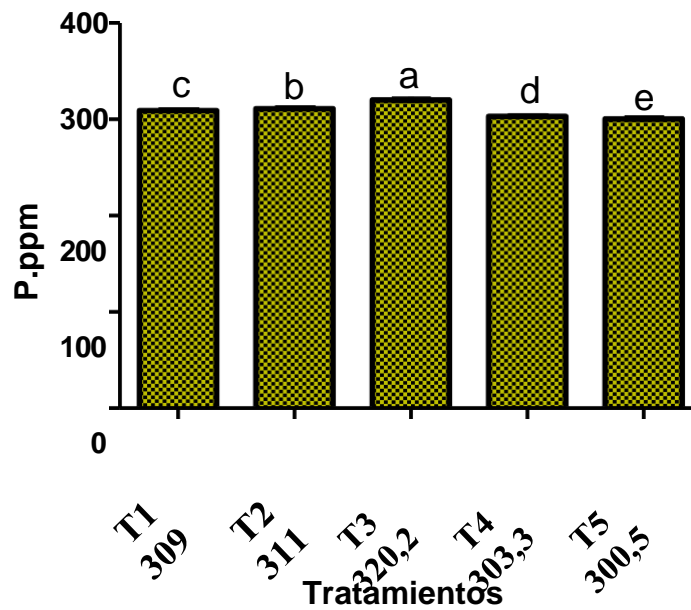


Figura 26. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 28, se detalla el análisis de varianza para el contenido de fósforo en ppm en el segundo corte, no se encontraron diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 0,038% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 28*Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el segundo corte*

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0	0	2.133	0.181	ns
Tratamientos	4	4798	1199	85439.387	<2e-16	***
Error	8	0	0			

CV= 0.038%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 27, se muestra los contenidos de fósforo en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cinco grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de fósforo con 331,5ppm formando el grupo a; mientras que el tratatamiento T2 con 319,3 ppm formando el grupo b; el tratamiento T1 con 315,2 ppm formando el grupo c; el tratamiento T4 con 292,1ppm formando el grupo d; el tratamiento T5 con 283,1 ppm formando el grupo e, siendo con el menor contenido de fósforo en ppm.

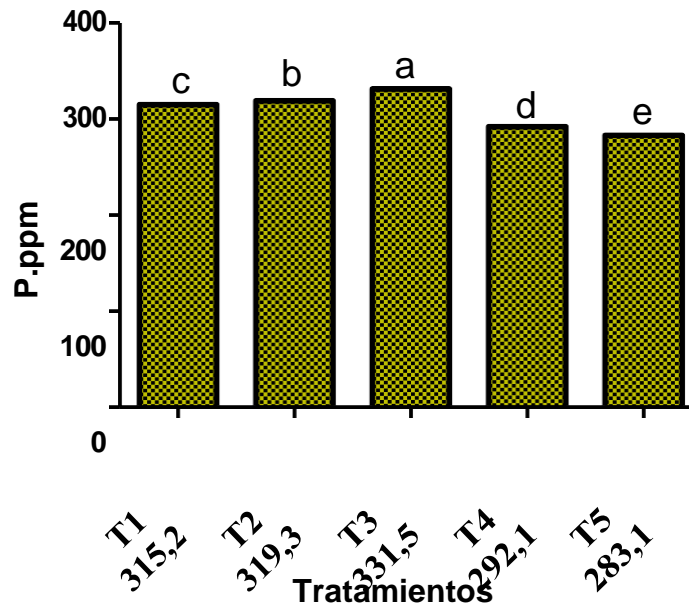


Figura 27. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 29, se detalla el análisis de varianza para el contenido de fósforo en ppm en el tercer corte, en la cual no existió diferencias significativa entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 0,12% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 29

Análisis de varianza del contenido de fósforo en ppm en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	1	0.6	4.111	0.0591	ns
Tratamientos	4	3358	839.6	5732.031	7.4e-14	***
Error	8	1	0.1			

CV= 0.12%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 28, se muestra los contenidos de fósforo en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cinco grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de fósforo con 313,1ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 308 ppm formando el grupo b; el tratamiento T1 con 305,1 ppm formando el grupo c; el tratamiento T4 con 279,2ppm formando el grupo d; el tratamiento T5 con 278 ppm formando el grupo e, siendo con el menor contenido de fósforo en ppm.

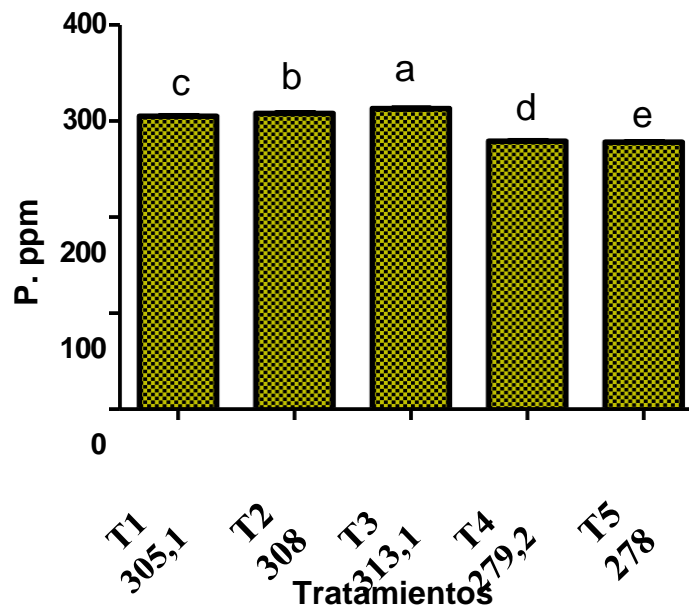


Figura 28. Prueba Tukey al 5% para fósforo en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte

Fuente: El autor.

En el estudio realizado por Ceballos y Estrada (2014), sobre la Evaluación de la Influencia del Silicio en interacción con diferentes niveles de NPK en los contenidos nutricionales en la Producción de Pasto Rye grass Aubade (*Lolium sp*) mencionan que el tratamiento que contiene altas dosis en silicio presenta un mejor comportamiento, en el contenido foliar de 7,45 ppm de fósforo, en comparación con el tratamiento cero silicio con un valor inferior 4,25 ppm de fósforo; con esta investigación podemos afirmar que la aplicación en dosis altas

de algas fosilizadas por su alto contenido de silicio, mejora el contenido ppm de fósforo en la parte foliar del Rey grass, en esta investigación se obtuvieron los mejores valores cuando se aplicó el tratamiento en dosis altas; en el primer corte se obtuvo 320,2ppm, en el segundo corte 331,5ppm, y en el tercer corte 313ppm de fosforo.

4.1.10 Magnesio

En la tabla 30, se detalla el análisis de varianza para el contenido de magnesio en ppm en el primer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 3,26% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 30

Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el primer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.09	0.045	0.175	0.842	ns
Tratamientos	4	45.34	11.336	44.512	1.65e-05	***
Error	8	2.04	0.255			

CV=3.26%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 29, se muestra los contenidos de magnesio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el primer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cuatro grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de magnesio con 17,76ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T1 con 15,3 ppm y el tratamiento T4 con

15,23ppm formaron el grupo b; debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T2 con 16,53ppm formando el grupo ab debido a que sus valores son similares al grupo a y b estadísticamente; el tratamiento T3 con 17,76ppm formando el grupo a, siendo con el mayor contenido de magnesio en ppm. El tratamiento T4 con 15,23ppm formando el grupo b, siendo con el menor contenido de magnesio en ppm.

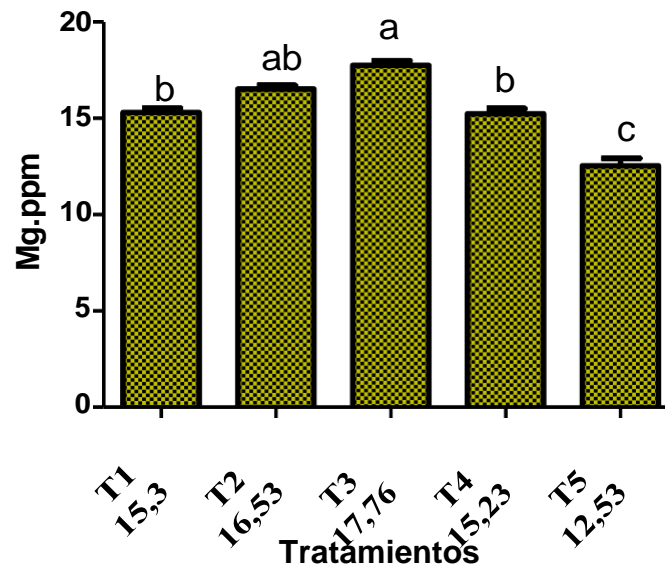


Figura 29. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el primer corte

Fuente: El autor.

En la tabla 31, se detalla el análisis de varianza para el contenido de magnesio en ppm en el segundo corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 2.04% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 31*Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el segundo corte*

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.40	0.201	2.276	0.165	ns
Tratamientos	4	73.79	18.448	209.236	3.99e-08	***
Error	8	0.71	0.088			

CV= 2.04%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 30 , se muestra los contenidos de magnesio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el segundo corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cuatro grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de magnesio con 18,13ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 15,3 ppm y el tratamiento T1 con 14,53ppm formaron el grupo b; debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T4 con 13,03ppm formando el grupo c; el tratamiento T5 con 11,56 ppm formando el grupo d, siendo con el menor contenido de magnesio en ppm.

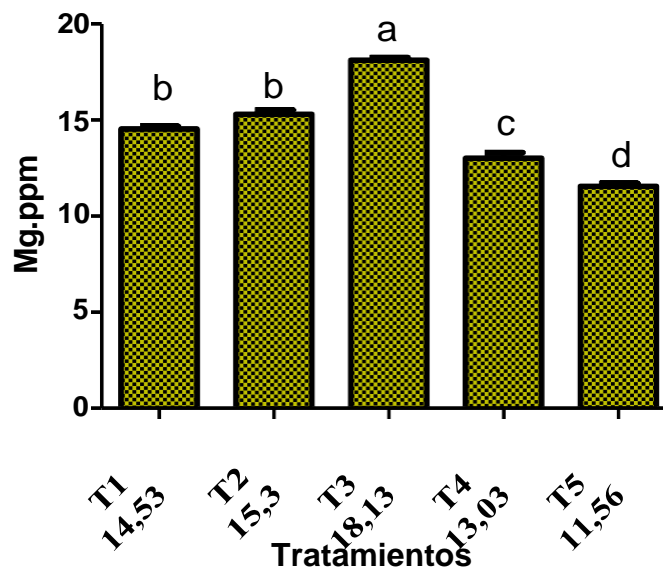


Figura 30. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el segundo corte

Fuente: El autor.

En la tabla 32, se detalla el análisis de varianza para el contenido de magnesio en ppm en tercer corte, en la cual no existió diferencias significativas entre bloques ($p > 0,05$), mientras que para los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p < 0,05$); con un coeficiente de variación de 1.84% cuyo valor demuestra una confiabilidad de los resultados.

Tabla 32

Análisis de varianza del contenido de magnesio en ppm en el tercer corte

FV	GL	SC	CM	Fo	Pr(>F)	Significancia
Bloques	2	0.20	0.098	1.407	0.3	ns
Tratamientos	4	89.59	22.398	321.498	7.27e-09	***
Error	8	0.56	0.070			

CV= 1.84%

Nota: Elaborado por el autor FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios

En la figura 31, se muestra los contenidos de magnesio en ppm obtenidos en los diferentes tratamientos en el tercer corte; mediante la prueba Tukey al 5% se formaron cuatro grupos determinando que el tratamiento T3 obtuvo mayor contenido de magnesio con 17,93ppm formando el grupo a; mientras que el tratamiento T2 con 15,13 ppm y el tratamiento T1 con 14,53ppm formando el grupo b; debido a que sus valores son similares estadísticamente; el tratamiento T4 con 13,63ppm formando el grupo c; el tratamiento T5 con 10,36 ppm formando el grupo d, siendo con el menor contenido de magnesio en ppm.

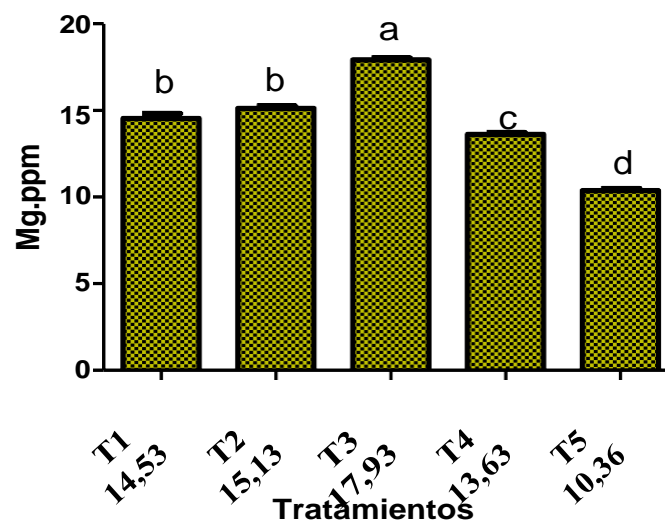


Figura 31. Prueba Tukey al 5% para magnesio en ppm en los diferentes tratamientos en el tercer corte.

Fuente: El autor.

En el estudio realizado por Ceballos y Estrada (2014), sobre la Evaluación de la Influencia del Silicio en interacción con diferentes niveles de NPK en los contenidos nutricionales en la Producción de Pasto Rye grass Aubade (*Lolium sp*) afirman que el tratamiento que contiene alta dosis en silicio obtuvieron la mayor concentración de magnesio en la parte foliar que es de 5,91ppm; por lo que se puede sustentar que la aplicación en dosis altas de algas fosilizadas por su alto contenido de silicio, mejora el contenido de magnesio en ppm en la parte foliar, en esta investigación se obtuvieron los mejores valores en el tratamiento T3 en dosis altas, obteniendo en el primer corte 17,76 ppm de magnesio, en el segundo corte se obtuvo 18,13 ppm de magnesio y en el tercer corte 17,93ppm de magnesio.

4.2 Socialización de Resultados

Los resultados finales de la investigación fueron socializados a 18 ganaderos de la zona donde se llevó a cabo la fase de campo.

En la figura 32 se muestra el resultado de la pregunta 1, en donde el 82,4 % de los asistentes califican con un valor de muy alto la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias; mientras que el 17,6 % lo considera alto.

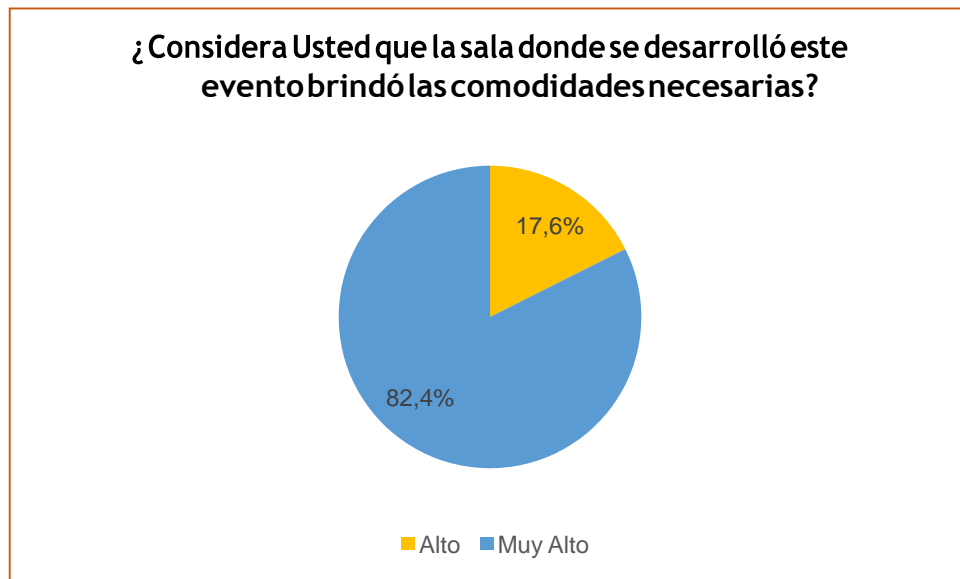


Figura 32. Resultado a la primera pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 33 se muestra el resultado de la pregunta 2, en donde el 70 % de los asistentes califican con un valor de muy alto el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado; mientras que el 30 % lo considera alto.

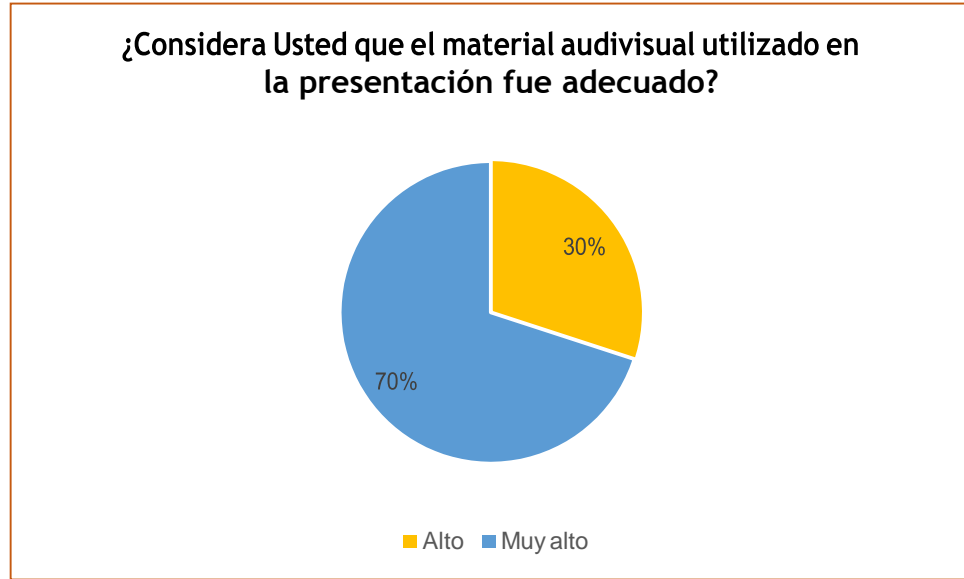


Figura 33. Resultado a la segunda pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 34 se muestra el resultado de la pregunta 3, en donde el 70 % de los asistentes califican con valor muy alto que el expositor mostró dominio del tema; mientras que el 30 % lo considera alto.



Figura 34. Resultado a la tercera pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 35 se muestra el resultado de la pregunta 4, en donde el 77 % de los asistentes consideran calificar de un valor muy alto el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado; mientras que el 23 % lo considera alto.

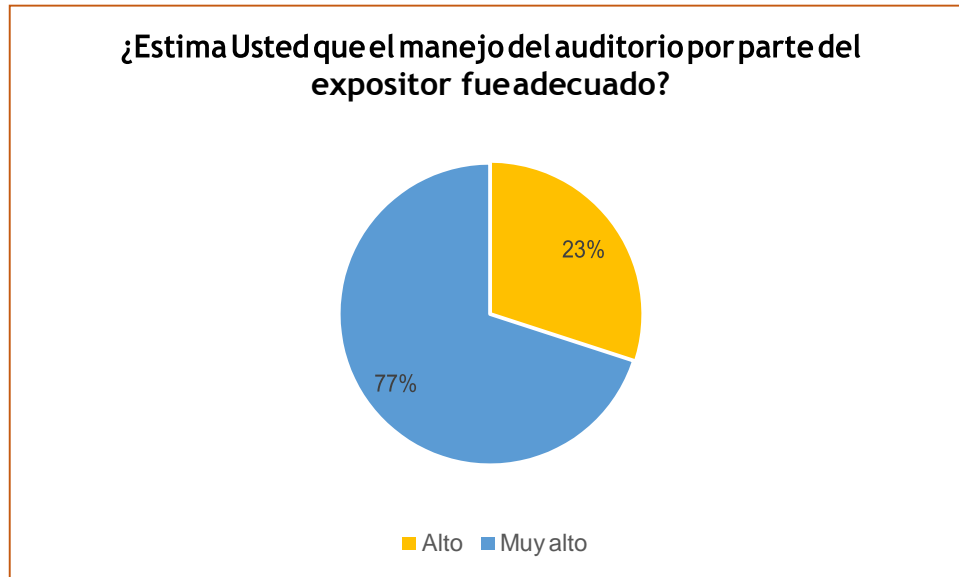


Figura 35. Resultado a la cuarta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 36 se muestra el resultado de la pregunta 5, en donde el 65 % de los asistentes consideran calificar con un valor muy alto que el expositor mostró facilidad de expresión; mientras que el 35 % lo considera alto.

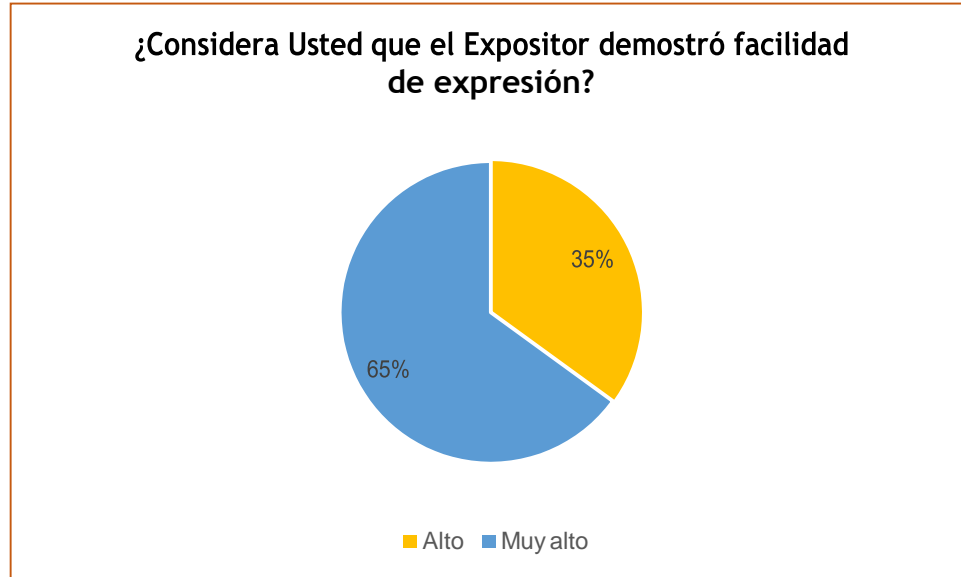


Figura 36. Resultado a la quinta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.
Fuente: El autor.

En la figura 37 se muestra el resultado de la pregunta 6, en donde el 77 % de los asistentes consideran calificar con un valor muy alto interés el tema investigado, y posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad; mientras que el 23 % lo considera alto.

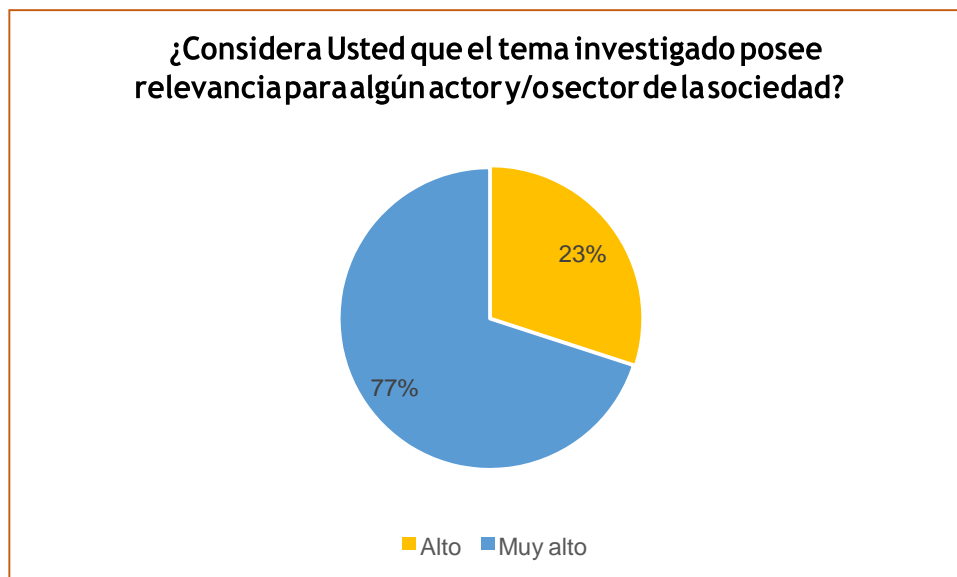


Figura 37. Resultado a la sexta pregunta de la encuesta realizada en la socialización.
Fuente: El autor.

En la figura 38 se muestra el resultado de la pregunta 7, en donde el 77 % de los asistentes consideran calificar con un valor muy alto interés la investigación y posee perspectivas para estudios complementarios posteriores; mientras que el 23 % lo considera alto.

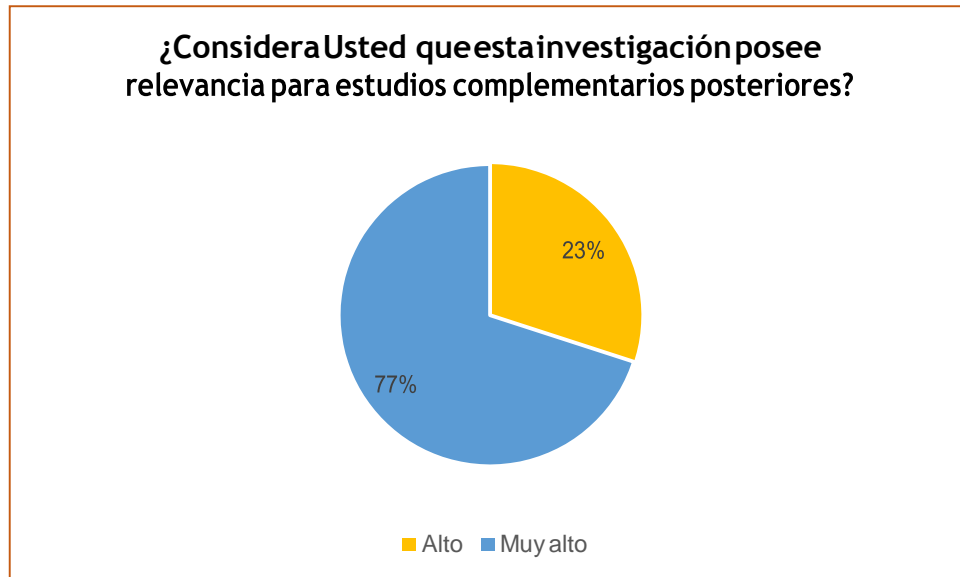


Figura 38. Resultado a la séptima pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 39 se muestra el resultado de la pregunta 8, en donde el 88 % de los asistentes califican con un valor muy alto que tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución; mientras que el 12 % lo considera alto.



Figura 39. Resultado a la octava pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En la figura 40 se muestra el resultado de la pregunta 9, en donde el 70 % de los asistentes consideran calificar con valor muy alto los objetivos planteados expuestos en la investigación fueron cumplidos; mientras que el 30 % lo considera alto.

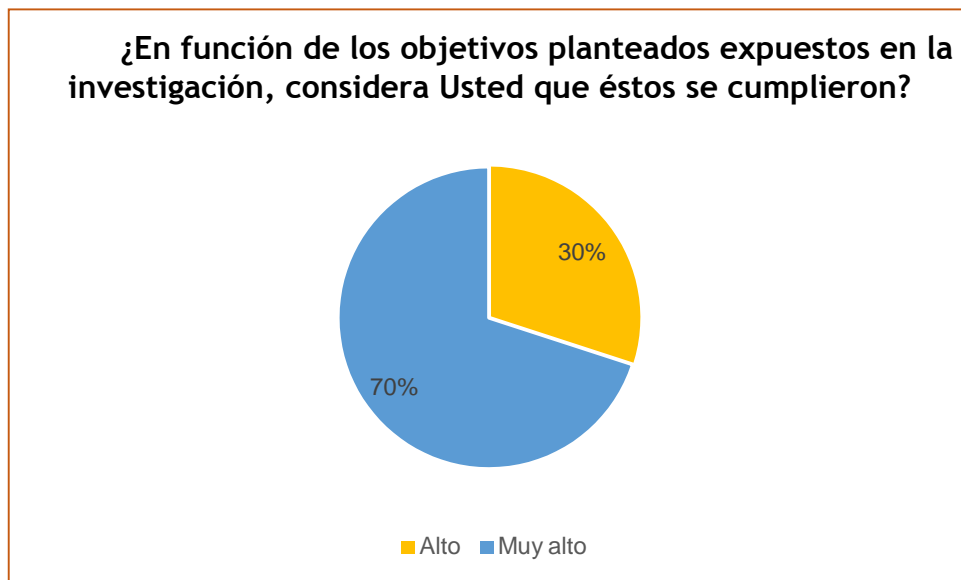


Figura 40. Resultado a la novena pregunta de la encuesta realizada en la socialización.

Fuente: El autor.

En cuanto a los comentarios para los organizadores del evento fueron los siguientes:

- Seguir con más investigaciones para nuestro sector.
- Seguir adelante con las investigaciones porque esto nos ayuda a fortalecer los hatos ganaderos.
- Realizar capacitaciones continuamente para mejorar los pastos.
- Felicitar a los organizadores por hacer conocer a la población las investigaciones que realizan, ya que esto permite implementar mejoras en las fincas.
- La investigación es muy interesante ya que nos ayuda a mejorar la calidad de los pastos.

Los temas que fueron propuestos para ser investigados por parte de los ganaderos que asistieron a la socialización fueron los siguientes:

- Realizar investigaciones sobre enfermedades de vacas.
- Recomendar o investigar fertilizantes que se pueden aplicar a los pastos
- Estudiar mezclas de gramíneas con leguminosas para analizar materia verde y materia seca.
- Realizar estudios en terrenos muy pobres de nutrientes para mejorar los forrajes.
- Investigar sobre enfermedades ruminales en vacas.
- Investigar acerca de crianza de terneras.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

El uso de algas fosilizadas como coadyuvante en la movilización y disponibilidad de nutrientes del suelo, como alternativa en la producción de Rye gras perenne (*Lolium perenne*) si funciona en dosis altas; ya que en la presente investigación se obtuvo los mejores resultados con respecto a las variables en estudio, con el tratamiento T3 dosis 15kg/ha de algas fosilizadas +2Tn/ha de Cal Agrícola.

Con respecto a la variable rendimiento en materia verde, se obtuvo los mejores resultados en el tratamiento T3 dosis: 15kg/ha de algas fosilizadas + 2Tn/ha de Cal Agrícola. Se pudo observar una mejora en el rendimiento del pasto a partir del segundo corte, obteniendo los siguientes resultados: 2,10kg MV/m² en el segundo corte y 1,9kg MV/m² en el tercer corte.

En lo que se refiere a la variable días al corte los tratamientos T1, T2, T3 lograron que la planta alcance la tercera hoja verdadera a los 58 días en el primer corte ,25 días en el segundo corte y 30 días en el tercer corte, donde el tratamiento T3 fue el más eficiente ya que la calidad del forraje fue superior en porcentaje de proteína y contenido en ppm de Ca, P, Mg en relación a los otros tratamientos en estudio.

La aplicación de dosis altas de algas fosilizadas, influye directamente en el desarrollo de la longitud de raíz. El tratamiento T3 fue el más eficiente en relación a los otros tratamientos, ya

que a partir del segundo corte obtuvo 16,7cm y en el tercer corte logró un incremento de la longitud de raíz que llegó a 20,6cm, lo que demuestra la eficacia del tratamiento. Con esto ratificamos lo afirmado por Marrugo (2017), las raíces con un adecuado desarrollo tienen la capacidad de absorber e incorporar mejor los nutrientes que el pasto requiere para su desarrollo.

Luego de los análisis bromatológicos realizados, para la variable porcentaje de fibra, el mayor porcentaje obtuvo el tratamiento T4, alcanzando en el primer corte 23,44% y en el tercer corte 25,78%, este resultado se debe a que en este tratamiento el Rye grass tardó más días en alcanzar la tercera hoja.

Para la variable porcentaje de proteína, los mejores valores se obtuvieron con el tratamiento T3, logrando en el primer corte 20,01%, en el segundo corte 19,23% y en el tercer corte 17,85 % de proteína. Esto corrobora el efecto beneficio del uso de las algas fosilizadas sobre la calidad de los forrajes.

Con respecto a la variable contenido en ppm de calcio, fósforo y magnesio en el forraje los mejores resultados se lograron con el tratamiento T3, en lo referente a calcio en el primer corte 50ppm, en el segundo corte 50,66ppm y en el tercer corte 48.66ppm; en lo referente a fósforo en el primer corte 320,2 ppm, en el segundo corte 331,5ppm y en el tercer corte 313,1ppm; en lo referente a magnesio en el primer corte 17,76ppm, en el segundo corte 18,13ppm y en el segundo corte 17,93ppm. Estos resultados sustentan los efectos positivos de la adición de algas fosilizadas en el suelo y su efecto en la calidad de los forrajes.

Para las variables materia seca y energía una vez terminado el ensayo, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, este efecto se lo podría atribuir a la genética de la

variedad escogida de Rey grass para la investigación, ya que estos indicadores no se vieron afectados con ninguno de los tratamientos.

Se socializó los resultados a los ganaderos de la zona de estudio donde se llevó a cabo la fase de campo, los asistentes mencionaron que la investigación es muy interesante ya que les ayuda a mejorar la calidad de los pastos y la rentabilidad de sus unidades productivas.

5.2 Recomendaciones

Realizar futuras investigaciones con otras variedades de Rye grass y verificar si existe un efecto con respecto a la cantidad de energía y materia seca.

Utilizar algas fosilizadas específicamente en suelos en los que se han realizado fertilizaciones de forma desmesurada, ya que estas facilitan la disponibilidad de los nutrientes inmóviles.

En pasturas establecidas realizar un análisis de suelo y foliar al inicio y al final de la aplicación de algas fosilizadas para comprobar si hubo una disponibilidad de nutrientes desde el suelo hacia la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroscopio. (2016). Rye Grass Perenne Grazmore. Obtenido de <http://www.agroscopio.com/ec/aviso/rye-grass-perenne-grazmore/>
- Arango, A. (2014). Tierra de Diatomeas. Obtenido de <http://www.agrogamacolombia.com.co/tierra-de-diatomeas/>
- Araya, R., Salazar, M., Contreras, K., Moscoso, C., Torres, A., Vásquez, M., y otros. (2012). Manejo Eficiente Del Pastoreo - Consorcio Lechero. Obtenido de <http://www.consorciolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/pastoreo.pdf>
- Ardila Guzmán, R. G. (2014). Dinámica de crecimiento de una pradera polifítica de (*Lolium perenne* y *Pennisetum clandestinum*).
- Ayanz, A. S. M. (2009). Fundamentos de Alimentación y Nutrición del ganado. Univ. Politécnica de Madrid.
- Baglione, L. (2011). Usos de la tierra diatomea. *Revista técnicaña*, (27), 31.
- Ballesteros, M. (2013). Evaluación de la biomasa nutricional del pasto tetralite (*Lolium hybridum*) con la aplicación del fertilizante mineral (Fossil shell agro).
- Balocchi, O., Kusanovic, K., Loaiza, P., y López, I. (2013). Dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de una pradera de *Lolium perenne* L. sometida a diferentes frecuencias de defoliación: periodo primavera-verano.
- Barrera, J., Cruz, M., y Melgarejo, L. (2010). Experimentos En Fisiología vegetal.
- Borrelli, P., y Oliva, G. (2001). Evaluación de pastizales. *Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral*. (Eds P. Borrelli and G. Oliva.) pp, 163-168.
- Cáceres, O., y Garcia, E. G. (2000). Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*, 23(2), 87-103.

Carulla, J., Cárdenas, E., Sánchez, N., y Riveros, C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. Seminario Nacional de Lechería Especializada: "Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad". Medellín, septiembre, 1, 21-38.

Castillo, T. H. (2015). Cultive pasto rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP. México.

Ceballos, D., y Estrada, M. (2014). la Evaluación de la Influencia del Silicio en interacción con diferentes niveles de NPK en los contenidos nutricionales en la Producción de Pasto Ryegrass Aubade (*Lolium sp.* Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/3026/>

Chacón, P.(2011). Cultivo de Pastos. Manual Práctico Para Productores. Obtenido de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_PASTOS_CULTIVADOS.pdf

Chamorro, D. (2002). Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especies arbóreas. Memorias del Seminario-Taller Internacional sobre Manejo de La Proteína en Producción de Ganado Bovino. Bogotá: Corpoica, 16.

Chevallier Boutell, S., y Toribio, M. (2006). Importancia de la fertilización en pasturas. análisis económico. Agromercado. producción animal.

Church, D., Pond, W., y Pond, K. (2002). Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Limusa, México.

Contexto Ganadero. (2015). Importancia de los Minerales en el Ganado Lechero. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/reportaje/importancia-de-los-minerales-en-el-ganado-lechero>

Contexto Ganadero. (2017). Buen Estado de las Raíces Mantiene Nutridos los Pastos. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/buen-estado-de-las-raices-mantiene-nutridos-los-pastos>

- Cook, D. A., y Armitage, D. M. (2000). Efficacy of a diatomaceous earth against mite and insect populations in small bins of wheat under conditions of low temperature and high humidity. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 56(7), 591-596.
- Demagnet, R. (2017). Qué efecto tiene la aplicación de enmiendas calcáreas en pasturas. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/que-efecto-tiene-aplicacion-t41229.htm>
- Donaghy, D., y Fulkerson, B. (2015). Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. Tasmanian Institute of Agricultural Research, Burnie, Tasmania.
- Epstein, E. y Bloom, A. (2005). Mineral nutrition of plants, principles and perspectives. Second edition. Sinauer Associates, Sunderland. 400 p.
- Espinoza, F. y Narváez, D. (2017). Fenología y producción de rye grass *loium multiflorum* bajo sistema de labranza convencional y alternativa en la granja de Irquis.
- Falcon, O. (1999). Influencia de la Fibra de Pasto en el Contenido Graso de la Leche en Tres Distritos de la Provincia de Leoncito Prado .
- FAO. (2015). Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.htm>
- García, E., y Fernández, I. (2012). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. Departamento de Tecnología de Alimentos. ETSIAMN. Universitat Politècnica de València
- Gracia, M. D. (2015). Guía para el análisis bromatológico de muestras de forrajes. Universidad de Panamá, PAN.
- Guacapiña, A., Rodríguez, L., Clavijo, F., y Godoy, A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico y nutricional de 65 variedades de pastos de la Sierra.

- Hernández, J. (2006). El Fósforo en la Vaca Lechera. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/el-fosforo-en-la-vaca-lechera-t26061.htm>
- Hernández, N. (2018). Fertilización sustentable a partir de rocas minerales. Obtenido de <https://www.editorialderiego.com>
- Hernández, S. (2010). Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos. Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacan, Mexico.
- Jordán, R., Cabrera, E., Díaz, G., Arévalo, J., y Ramírez, Y. (2011). Residual industrial como complemento en la fertilización sustentable. *El hombre y la máquina*,(37), 66-71.
- Korunic, Z. (1998). Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34(2-3), 87-97.
- León, R. (2003). Pastos y Forrajes , producción y manejo. Quito Ecuador.
- Licto, S. (2017). Estudio de la biofortificación foliar con diferentes fuentes de zinc en rye grass perenne (*Lolium perenne*) variedad Amazon (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. IASA I. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias).
- Lima, E. (2004). Análisis bromatológico de cinco forrajeras introducidas para determinar su aporte en la alimentación del ganado . Universidad Mayor de San Andrés, la Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía.
- Manzano, R. (2014). Diatomeas , Plaguicida natural y fertilizante ecológico. Obtenido de <http://revistasolana.es/revista-93/diatomeas/>
- Martínez, L. F., Martínez, S. A., y Cuevas, R. S. (2013). Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). *RIAA*, 4(2), 13-26.
- Martínez, L. (2013). Efecto de la Diatómita en las propiedades del suelo para reducir el Impacto Ambiental causado por el uso de Fertilizantes Químicos.

- Marrugo, J. (2017). Buen Estado de las Raíces Mantienen Nutridos los Pastos. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com>
- Matichenkov, V.(2004, August). Silicon in Food. In On line]. Agriculture and Environment. International Conference and Exhibition (pp. 2-5).
- Miranda López, S., González, D., Rojas, N., y Villalobos, G. (2006). Concentraciones sanguíneas de calcio, fósforo y magnesio en mautas mestizas (taurus-indicus) suplementadas estratégicamente durante el periodo peripuberal. *Revista Científica*, 16(3).
- Montejo, F. (2015). Los nutrientes de los pastos se transfieren al ganado. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-nutrientes-de-los-pastos-se-transfieren-al-ganado>
- Morón, A. (2008). Fertilización de Pasturas: Respuesta y Relación de Precios para la Producción de Carne y Leche. *Informaciones agronómicas del Cono Sur-Instituto de la Potasa y el Fosforo (Argentina)*.(Dic 2008).,(40), 21-25.
- Mufarrege, D. (2002). El calcio en la alimentación del ganado bovino para carne. EEA INTA Mercedes, Corrientes. Argentina. *Noticias y Comentarios*, (359), 5.
- Muñoz, L. A., y Lucero, A. M. (2008). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 340-346.
- Oyola, R., Jaumer, J., Qui, Z., Idupulapati, R., y Collazos, A. (2000). Distribución radicular, absorción de nutrientes y erosión edáfica en sistemas de cultivos y forrajes en laderas del Cauca, Colombia. *Suelos Ecuatoriales (Colombia)* v. 30 (no. 2) p. 157-1620562-5351.
- Paladines, O. (2004). Estabilidad y persistencia de las pasturas. Quito Ecuador : Universidad Central del Ecuador , Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Palladino, A., Wawrzkievicz, M., y Bargo, F. (2006). La fibra. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar [2009, 4 de noviembre].

PDOT. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia "El Carmelo".
Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0460021480001_DIAGNOSTICO_30-10-2015_20-15-41.pdf

Pérez, E. (2014). La Tierra de Diatomeas, una Solución Productiva. Obtenido de <https://www.lagaceta.com.ar/nota/580084/economia/tierra-diatomeas-solucion-productiva.html>

Quero, E. (2008). La biosilicificación proceso biológico fundamental en la productividad vegetal. México DF (México): Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, 3.

Quilligana, S. (2016). Comparación productiva de tres cultivares de ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en términos de producción y calidad, Tambillo- Ecuador 2015. Tesis de licenciatura, Quito: UCE

Robalino, N. (2010). Influencia de la fertilización y el intervalo de pastoreo en el contenido de FDN y energía de una mezcla forrajera. ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO.

Santini, F. (2014). Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. INTA, ed. Nutrición Animal Aplicada. Balcarce-Argentina.

SEPHU (2009). Sociedad española de productos húmicos. Noticias Sephu, Boletín No. 28. Zaragoza. España

Valencia, D. (2011). Determinación de producción forrajera para el ajuste de cargas animales en sistemas de rotación en la hacienda los Alpes utilizando como método un botanal. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria La Sallista. Caldas. Colombia.

Villalobos, L., y Sánchez, J. M. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide ("*Lolium perenne*") producido en lecherías de las zonas altas de

Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 34(1), 31-42.

Villanueva, G. (2010). Nutrición del Ganado. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/nutricion-ganado-magnesio-t28459.htm>

Wade, J. (2007). *Química Orgánica*. México: Editorial Prentice-Hall.

Weiss, W. (1993). Evaluating nutritional quality of alternative feeds using chemical analysis. *Feeding and Nutrition*. Obtenido de <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding/NUTRITIONAL%20QUALITY%20OF%20ALT%20FEEDS.html>



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 1,0	< 0,33	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	1,0 - 3,0	0,34 - 0,66	21,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 3,0	> 0,66	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	No Salino (NS)	Ligeramente Salino (LS)	Salino (S)	Muy Salino (MS)
CE* (dS/m)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 8,0

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO
LABORATORIO DE SUELOS
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 2. Implementación del sitio de la investigación



a. Preparación del suelo



b. Delimitación de parcelas



b. Incorporación de algas fosilizadas+ cal



c. Siembra del Rye Grass perenne



d. Pesaje de algas fosilizadas

Anexo 3. Desarrollo de la investigación



a. Desarrollo del Rye Grass Perenne



b. Rye Grass perenne de 35 días



c. Rye Grass perenne de 50 días

Anexo 4. Análisis en campo



a. Aforo de unidades experimentales



b. Toma de muestras



c. Corte del Rye Grass Perenne



d. Medición de la longitud de raíz

Anexo 5 Análisis bromatológico



a. Determinación de materia seca



b. Digestión



c. Destilación



d. Titulación de la muestra



f. Digestor de fibra



g. Espectrofotómetro

Anexo 6 Socialización de los resultados de la investigación



a. Socialización de la investigación a los ganaderos de la zona.

Anexo 7 Lista de asistentes de la socialización



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Oswaldo Tucanés Velasco

CARRERA: Ingeniería en Zootecnia

FECHA: 20-11-2018

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Narciso Pofacua	0401509149-2	CORTAJERA	Narciso Pofacua
Yadira Casapud	04021141-3	Florida Alta	Yadira Casapud
Abelardo Fulcra	040064507-8	Florida Alta	Abelardo Fulcra
Paola Navac	040193625-1	CARTAGENA	Paola Navac
Jenith Morales	040180752-4	Florida Alta	Jenith Morales
Nelson Tucan	040124086-6	La Florida Alta	Nelson Tucan
Bolívar Rojas	040123846-4	Florida Alta	Bolívar Rojas
ORLANDO CERON	040123477-6	El Bimelo	Orlando Cerón
Nelson Casapud	04011324085	Cortajera	Nelson Casapud
Paola Navac	0400640271	Cortajera	Paola Navac
Paola Navac	0401530563	El Coronado	Paola Navac
Nelson Tucan	0400276531	Florida Baja	Nelson Tucan
Diego Chapuencal	040151857-4	Florida Baja	Diego Chapuencal
Blaquimir Flores	040116948-7	Agua Fuerte	Blaquimir Flores
Matilde Hernández	040120418-7	Agua Fuerte	Matilde Hernández
Graciano Morán	0400762746	Aljún - Agua Fuerte	Graciano Morán
Andrés Oñate	0401830054	El Capule	Andrés Oñate
Jefferson Ruedes	0401687488	Florida Alta	Jefferson Ruedes