

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA



**Determinación de la mejor combinación de abono orgánico, suelo
y riego en la mejora del crecimiento (cm) de la alfalfa (*Medicago***

***Sativa L.*) en la Provincia de Melgar-2017”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach: GHEYDI HUAMAN BENITES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO

PUNO-PERU

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

**Determinación de la mejor combinación de abono orgánico, suelo y riego en
 la mejora del crecimiento (cm) de la alfalfa
 (*Medicago Sativa L.*) en la Provincia de Melgar-2017**



TESIS

PRESENTADA POR:

GHEYDI HUAMAN BENITES

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



 Dr. Vladimiro Ibáñez Quispe

PRIMER MIEMBRO:



 M. Sc. Alfredo Ernesto Gonzales Achata

SEGUNDO MIEMBRO:



 M. Sc. Angel Javier Quispe Carita

DIRECTOR / ASESOR:



 M. Sc. Fredy Heric Villasante Saravia

Área : Estadística

Tema : Diseño experimental

Fecha de sustentación: 04/08/2017

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Sabino y Natividad, A mis hermanos Rolando, Rene, Martha y Ángel por su apoyo, consejos, Comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, Y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

GHEYDI HUAMAN BENITES

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, M.Sc. Fredy Heric Villasante Saravia por su incondicional apoyo y dedicación en mi trabajo de investigación.

De igual manera agradecer a mis jurados de Tesis de Grado, Al Dr. Vladimiro Ibáñez Quispe, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito. También al M.Sc. Alfredo Ernesto Gonzales Achata, y M.Sc. Ángel Javier Quispe Carita, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona y profesional.

Al Dr. Percy Huata Panca, por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Y por último a mi familia y amigos, los cuales me han motivado durante mi formación profesional. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a los que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

GHEYDI HUAMAN BENITES

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	12
1.1. PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4. HIPÓTESIS.....	14
1.4.1. Hipótesis general	14
1.4.2. Hipótesis específicos	14
1.5. LIMITACIONES.....	15
CAPITULO II REVISIÓN LITERARIA.....	16
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Alfalfa (<i>Medicago Sativa L.</i>).....	22
2.2.2. Origen de Alfalfa Dormante - W350.....	23
2.2.3. Taxonómica de la alfalfa.....	24
2.2.4. La alfalfa “Dormante” W350.....	25
2.2.5. Características botánicas de la planta de alfalfa Dormante - W350	26
2.2.6. Requerimientos del cultivo.....	27

2.2.7. El cultivo de la alfalfa dormante - W350 en la tierra.....	28
2.2.8. Factores edáficos y climáticos.....	29
2.2.9. Labores culturales para la alfalfa.....	30
2.2.10. Manejo de la alfalfa.....	32
2.2.11. Rendimiento.....	33
2.2.12. ABONOS ORGÁNICOS.....	33
2.2.13. El biol.....	35
2.2.14. El compost.....	43
2.2.15. Guano de isla.....	47
2.2.16. TIPOS DE SUELOS.....	50
2.2.17. Suelos humíferos (tierra negra).....	52
2.2.18. TIPOS DE RIEGO.....	56
2.2.19. Diseño completamente aleatorio.....	62
2.2.20. Metodología para tratamiento de datos.....	67
2.2.21. MODELO ESTADÍSTICO.....	68
Análisis de la varianza.....	68
2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	69
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	70
3.1. LOCALIZACIÓN DEL LUGAR EXPERIMENTAL.....	70
3.2. DURACIÓN.....	70
3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	70
3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	71

3.5. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIABLES.....	73
3.6. METODO DE TRATAMIENTO DE DATOS.....	73
3.6.1 MUESTRA.....	73
3.6.2. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	74
3.6.3. DISEÑO DE LA MUESTRA.....	74
3.6.4. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	74
3.6.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	74
CAPITULO VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	79
4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	80
4.2. Estadístico de prueba ANOVA.....	81
4.3. Estadístico de prueba ANOVA altura de alfalfa.	82
DISCUSIÓN	93
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS.....	97
ANEXOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Alfalfa “Dormante” W350	26
FIGURA 2: Preparado de Biol	36
FIGURA 3: Preparado de compost.....	43
FIGURA 4: Guano de isla.....	48
FIGURA 5: Clasificación de suelos	50
FIGURA 6: Tipos de suelo.....	51
FIGURA 7: Suelo húmífero.....	53
FIGURA 8: Suelo limoso	55
FIGURA 9: Suelo arcilloso.....	56
FIGURA 10: Riego por aspersión.....	57
FIGURA 11: Riego por goteo	59
FIGURA 12: Riego por inundación	62
FIGURA 13: Datos en promedio de altura de alfalfa de cada sub parcela. .	89
FIGURA 14: Altura de la alfalfa en suelo húmífero.....	90
FIGURA 15: Altura de la alfalfa en suelo limoso	91
FIGURA 16: Altura de la alfalfa en suelo arcilloso.....	91
FIGURA 17: Resumen de Alturas de alfalfa (cm).....	92

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Taxonomía de alfalfa.....	25
TABLA 2: Diluciones de biol para aplicación al follaje (20 lit).....	37
TABLA 3: Riqueza en nutrientes del guano de las islas.....	49
TABLA 4: Características principales de los sistemas de riego por goteo para la producción de alfalfa	61
TABLA 5: Siembra de alfalfa - W350.....	71
TABLA 6: Datos simbólicos.....	75
TABLA 7: Tabla ANOVA	77
TABLA 8: PRUEBA ANOVA DE VARIABLE DEPENDIENTE: (Y) ALTURA DE ALFALFA.....	81
TABLA 9: Análisis de Varianza para crecimiento de altura	82
TABLA 10: Análisis de la Variable: (Y) crecimiento de altura de ALFALFA	86
TABLA 11: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA EN EL TIPO DE SUELO HUMIFERO.	86
TABLA 12: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON BIOL	86
TABLA 13: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON RIEGO POR INUNDACION.	87
TABLA 14: Método: 95.0 porcentaje LSD	88

RESUMEN

El presente trabajo de investigación DETERMINACIÓN DE LA MEJOR COMBINACIÓN DE ABONO ORGÁNICO, SUELO Y RIEGO EN LA MEJORA DEL CRECIMIENTO (CM) DE LA ALFALFA (*Medicago Sativa L.*), se realizó en el fundo Ankara del distrito de Umachiri en la Provincia de Melgar del departamento de Puno. Se encuentra a una altitud de 3921 m.s.n.m., la investigación tuvo como objetivo determinar la mejor combinación de abonos orgánicos, tipos de suelo y riego para mejorar el crecimiento de altura (cm) para productividad de alfalfa en la Provincia de Melgar, esto ha sido motivado, principalmente, por la necesidad de contar con un recurso forrajero perenne, de alta calidad y de uso estival para lograr una mayor producción de leche, carne, lana y fibra, de esta manera obtendremos mejores ingresos económicos y generar una rentabilidad positiva para los productores. Para lo cual se aplicó el diseño estadístico de Bloque Completamente al Azar y un bloque con 3 niveles y tratamientos con 2 factores cada una de 3 niveles. Luego se validó el experimento usando el software SAS, STATGRAPHICS, en el cual se realizó un análisis de varianza (ANOVA) una vez procesado los datos concluimos que existe diferencia estadística significativa entre tipos de abonos, sistemas de riegos, tipo de suelo, para el crecimiento de altura (cm) de la alfalfa, el mejor tratamiento es el suelo humífero con el abono de biol y el sistema de riego por aspersion, con el que mejoró la altura de crecimiento en un 75.97cm. En cuanto a la fenología del cultivo los resultados obtenidos e interpretados son de la siembra del 1 de noviembre del 2016 hasta el 30 de abril del 2017.

Palabras clave: alfalfa, abonos orgánicos, riegos, tipos de suelos, ANOVA.

ABSTRACT

The present work of investigation DETERMINATION OF THE BEST COMBINATION OF ORGANIC FERTILIZER, SOIL AND IRRIGATION IN THE IMPROVEMENT OF THE GROWTH (CM) OF THE ALFALFA (*Medicago Sativa L.*), was carried out in the Ankara farm of the district of Umachiri in the Province of Melgar from the department of Puno. It is located at an altitude of 3921 meters above sea level, the research aimed to determine the best combination of organic fertilizers, soil types and irrigation to improve the height growth (cm) for alfalfa productivity in the Province of Melgar, this has been motivated , mainly, for the need to have a perennial fodder resource, high quality and summer use to achieve greater production of milk, meat, wool and fiber, this way we will obtain better economic income and generate a positive return for producers . For which the statistical design of Completely Random Block was applied and a block with 3 levels and treatments with 2 factors each of 3 levels. Then the experiment was validated using SAS software, STATGRAPHICS, in which an analysis of variance (ANOVA) was performed. Once the data was processed, we concluded that there is a significant statistical difference between fertilizer types, irrigation systems, soil type, for the height growth (cm) of alfalfa, the best treatment is the humid soil with the fertilizer of biol and the sprinkler irrigation system, with which it improved the height of growth by 75.97cm. Regarding the phenology of the crop, the results obtained and interpreted are from the sowing of November 1, 2016 until April 30, 2017.

Keywords: alfalfa, organic fertilizers, irrigation, types of soils, ANOVA.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

Existe necesidad de que el nivel de crecimiento (cm) de la alfalfa esté debidamente satisfactorio para el consumo de ganado en la Provincia de Melgar, ya que los agricultores de la zona tienen problemas de deficientes ya que no usan abonos orgánicos, debido a que solo lo siembran con conocimientos empíricos, lo cual no permite que la alfalfa mejore, para el consumo del ganado y así cada año crecer sin ningún problema.

Para determinar la mejor combinación entre abono orgánico, suelo y riego (factores que se identificará como más relevantes), utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo al Azar Bi-Factorial con 3 niveles cada una y un bloque con 3 niveles, el cual ayudará a desarrollar el trabajo de investigación.

Con la experimentación, se llegó a la conclusión de que utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo al Azar Bi-Factorial, logró obtener los resultados deseados, en forma regular el crecimiento de altura (cm) de alfalfa,

el cual está normado por el Ministerio de Agricultura; pudiendo concluir que el nivel de crecimiento es uniforme.

¿Cuál será el efecto de rendimiento entre abonos orgánicos, sistema de riego y tipo de suelo, en el crecimiento de altura (cm) de la alfalfa en la provincia de Melgar 2017?

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó debido, los pastos cultivados tienen una gran importancia para los ganaderos, lo que ha motivado cultivar un mayor número de áreas de pastos cultivados, ya que constituye una alternativa forrajera para la crianza y explotación de la ganadería en el altiplano puneño, que proporciona un alimento de mejor calidad nutritiva y de mayor rendimiento frente a los pastizales nativos. Esta cualidad de los pastos cultivados ha permitido que los índices ganaderos de producción se incrementen para lograr una mayor producción de leche, carne, lana y fibra contribuyendo de esta manera a obtener mejores ingresos económicos y generar una rentabilidad positiva para los productores.

En tal sentido, se recurre a buscar alternativas forrajeras para ofrecer al ganado un pastizal que brinde el mayor componente de los elementos nutritivos para su alimentación al pastoreo, por lo que se propone cultivar la alfalfa , cuya tendencia es la de combinar diferentes tratamientos en el campo de pastoreo, es decir, agregarle abonos orgánicos y sistemas de riegos en un determinado suelo con la finalidad de ganar más altura (cm) y así poner ensilar o secar para las épocas críticas , para la alimentación animal.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la mejor combinación de abonos orgánicos, tipos de suelo y riego para mejorar el crecimiento (cm) de la productividad de Alfalfa en la Provincia de Melgar.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la mejor combinación de abonos orgánicos para el crecimiento (cm) de la alfalfa de la variedad W350.
- Examinar la mejor combinación de tipos de suelos que favorece el crecimiento (cm) de la alfalfa de la variedad W350.
- Comparar los distintos tipos de riego que apoya en el crecimiento (cm) de la alfalfa de la variedad W350.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

La combinación entre biol, suelos fumíferos (tierra negra) y riego por aspersión mejora en el crecimiento (cm) de alfalfa de la variedad w350 en la Provincia de Melgar.

1.4.2. Hipótesis específicos

- El tipo de abono biol mejora el nivel de crecimiento (cm) en el crecimiento de alfalfa de la variedad W350 en la Provincia de Melgar.

- Los tipos de suelos húmidos mejora el nivel de crecimiento de alfalfa de la variedad W350 en la Provincia de Melgar.
- El sistema de riego por aspersión mejora el nivel de crecimiento (cm) de alfalfa de la variedad W350 en la Provincia de Melgar.

1.5. LIMITACIONES

- Tiempo de experimentación

CAPITULO II

REVISIÓN LITERARIA

2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Eisenhart (1947). Identificó formalmente efecto aleatorio, efecto fijo y modelos mixtos. Siendo así, que los métodos experimentales surgieron primero en las ciencias biológicas y a partir de entonces se generalizaron para todas las áreas del conocimiento humano. A mediados de la década de 1950, se tenía prácticamente definido el conjunto de esquemas experimentales, con los cuales se podía resolver cualquier problema de la investigación agronómica.

Camasca (1984). Afirma que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales, pero en la actualidad su uso ha decaído notablemente por no satisfacer la demanda. Perú es el principal productor mundial del guano de las aves marinas, está constituido por una mezcla heterogénea de excrementos de aves marinas, plumas, aves muertas y cáscara de huevos, que se acumulan a través del tiempo en las islas que bordean el litoral de la parte central y en algunas partes del norte y sur del país. El guano de isla es un compuesto orgánico heterogéneo, cuya utilización nos da ventajas en las enmiendas, además del hecho de funcionar igual que los fertilizantes

sintéticos comerciales como fuentes de N, P y K elevando por tanto el rendimiento y debiendo su utilización a seguir lineamiento de uso de dichos fertilizantes.

Benítez (1986). Indica que el cultivo de alfalfa en el Ecuador cada vez es más importante para la alimentación animal de manera directa o luego de su transformación mediante procesos industriales. En los últimos años ha manifestado una creciente importancia también en la alimentación humana debido a su alto contenido nutricional. En tal virtud este cultivo constituye una buena alternativa del sector campesino.

Pastrana (1992). Indica que la mayor extensión territorial de departamento de Puno, es apropiada para la actividad ganadera, por lo que es necesario estudiar el aspecto de la producción forrajera, pues no se concibe una explotación ganadera adecuada y racional sin antes haber solucionado el aspecto de déficit alimenticio.

Grijalva (1995). Manifiesta que el cultivo de alfalfa en el Ecuador en las explotaciones medianas y pequeñas se lo viene realizando de manera relativa empírica, en donde el uso de fertilizantes, variedades mejoradas, insecticidas, riegos y manejos adecuados de cortes no son tareas cotidianas, lo que han conducido a obtener bajos rendimientos productivos. Además, se estima que un cultivo de alfalfa puede ser económicamente rentable por seis o más años y en condiciones excepcionalmente favorables por treinta años. En el medio, los alfalfares de tres o cuatro años comienzan a decrecer su producción, debido fundamentalmente a la falta de nutrientes en el suelo, obligando al agricultor a

realizar una nueva siembra, de esta manera se encarece los costos de producción.

Suquilanda (1996). Manifiesta que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre follaje (amplía la base foliar) mejora la floración y activa el vigor y el poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo en los cultivos.

Nardi (1999). Menciona que la pastura de alfalfa es el recurso forrajero más utilizado en la mayoría de las cuencas lecheras del país. La misma se destaca como el componente alimenticio de menor precio, valores de calidad (digestibilidad y contenido de proteína) elevados y una disponibilidad regular a través del año. A pesar de todas estas cualidades, la pastura de alfalfa es un recurso forrajero donde el manejo es aún muy deficiente.

Godoy y Reyes (2004). Los incrementos de rendimiento del goteo subterráneo contra el riego por gravedad o aspersión son del 4.3 al 59.7 por ciento, que es el valor más bajo para aspersión y el más alto para gravedad. Los ahorros de agua varían en un rango del 14.2 al 29.8 por ciento, siendo el valor más alto.

D'Attellis (2005). Indica que la alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mantener el stock, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento en producción individual de leche. Además, se constituye en la base de la oferta forrajera con un forraje de calidad, es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita a los sistemas de alta productividad, reduce costos

variables, aumenta la estabilidad de producción, y, bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como el nitrógeno edáfico, sino que, por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo.

INIA (2005). Expresa que los bioles aplicados foliarmente a los cultivos (alfalfa, papa, hortalizas) que estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Pueden ser aplicados al suelo, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular.

Nogueira (2007). El conjunto de aspectos que deben resolverse antes de la realización de un experimento son una clara evidencia de que la etapa de planificación de cualquier investigación experimental no debe ser olvidada. Antes de realizar un experimento hay que planificarlo de tal manera que permita obtener la información pertinente al problema bajo investigación, a esta etapa se le conoce como diseño del experimento, y puede concebirse como la secuencia completa de pasos a realizar para asegurar que se obtendrá la información necesaria para el contraste de la (s) hipótesis planteada (s).

Alcarde, (2007). La identificación de todas las fuentes de variación presentes en un experimento, puede ser fácilmente ser realizado a través de un diagrama esquemático conocido como diagrama de Hasse, que es una herramienta gráfica que tiene como objetivo facilitar la comprensión de la estructura presente entre los factores experimentales, por muy complejos que sean los ensayos. Además de una mejor visualización del experimento, provee a través de reglas propuestas en la literatura, los números de grados de libertad de cada factor. Bajo condición de ortogonalidad del diseño, se pueden obtener también las matrices núcleo de las formas cuadráticas para las sumas de cuadrados y

las esperanzas de los cuadrados medios, propiciando la relación adecuada para la aplicación de la prueba de F.

Aparcana (2008). Considera que el uso del biol es como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica (que no se presentan en el compost), estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante u otro empleado, hay cinco grupos de hormonas.

Aceldo (2011). En su investigación el requerimiento de agua para una hectárea de pastos en un ciclo de producción en la Asociación San Vicente de Porotog es de 128 mm de agua, de los cuales 82.38 mm se aportó con riego y 46.23 mm fue aporte de precipitación natural. Con respecto a la calidad del riego según el tipo de aspersor, las variables coeficiente de uniformidad (CU) y uniformidad de distribución (UD), los mayores valores lo obtuvieron la utilización del aspersor Rosi 3B $\frac{3}{4}$ ". En la variable eficiencia de aplicación (EA), el aspersor Rosi 3B $\frac{3}{4}$ " y Tropper $\frac{3}{4}$ " obtuvieron los mejores resultados en las evaluaciones desde los 12 a 42 días. El viento ejerce menos incidencia negativa utilizando el aspersor Rosi 3B $\frac{3}{4}$ " y Tropper $\frac{3}{4}$ ", para mejorar la uniformidad de distribución del agua. — En la variable de producción, la utilización del aspersor Tropper $\frac{3}{4}$ " obtuvo el mayor rendimiento con 1697.12 kg/ha en el primer corte.

Guanopatín (2012). En su investigación obtuvo la elaboración del biol de bovino fue el de mayor relevancia, reportando los siguientes resultados; un pH de 5,8, conductividad eléctrica de 16,6mS/cm, con un contenido de materia orgánica de 22,0%, nitrógeno total de 1,8%, un alto contenido de fósforo 679,0ppm,

potasio 0,3%, calcio 0,2%, magnesio 0,1%, cobre 78,0ppm, manganeso 89,0ppm y un contenido de zinc 36,7ppm, los cuales aportan a una mayor productividad. El tratamiento dispuesto a la interacción P1D1E2 (biol de bovino – 5cc/l – 15 días después del corte), reportó excelentes resultados, ya que se obtuvo una gran altura de planta de 96,32cm, en toda parcela que se aplicó este tratamiento, un número de brotes con un promedio de 18,53, y superando (3) brotes del el testigo, mayor número de hojas por rama, y un incremento en el rendimiento, en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*, y lo más importante para el agricultor es que es de fácil preparación y permite aprovechar el estiércol de los animales ya que los bioles son una alternativa de fertilización foliar.

Con respecto al testigo (sin biol), su altura de planta fue menor con 77,22cm, el número de brotes fue reducido, de tan solo 15,27 por planta en todas las parcelas que no recibieron ningún tratamiento, y con la diferencia de (3) brotes del mejor tratamiento, el número de hojas por rama fue de 12.07 hojas, los mismos que no estuvieron al nivel de los demás tratamientos, ni mucho menos del que reportó excelentes resultados, mediante la utilización de bioles permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas debido a que es una fuente orgánica de fitorreguladores, además de los macronutrientes y micronutrientes que lo conforman.

Mamani (2016). En su investigación, cortando las plantas de alfalfa a una altura de 5cm con frecuencia de corte cada 40 días en suelo franco arcilloso y franco arenoso, se obtuvo mayor rendimiento de materia verde de 58 666.67 kg/ha y 55 200.00 kg/ha respectivamente; seguida por el corte a 5 cm con frecuencia

de corte cada 50 días con 57466.66 kg/ha y 48333.33 kg/ha respectivamente; mientras con el corte a 10 cm de altura con frecuencia de corte cada 30 días se encontró bajos rendimientos de 24 366.67kg/ha y 22 600.00kg/ha de materia verde. En suelo franco arcilloso y franco arenoso mayor rendimiento de materia seca de 14 644.03 kg/ha y 13 039.60 kg/ha se obtuvo con altura de corte a 5 cm con la frecuencia de 50 y 40 días; seguida por altura de corte a 5 cm con frecuencia de corte cada 40 y 50 días con 12 542.24 kg/ha y 11 865.93 kg/ha respectivamente; menor rendimiento se obtuvo con corte a 0 cm de altura con frecuencia de corte cada 30 días de 4 775.27kg/ha y 4 202.40kg/ha. En altura de planta, en suelo franco arcillo y franco arenoso, con altura de corte de 5 cm con frecuencia de corte cada 50 días las plantas de alfalfa alcanzaron mayor altura de 53.17 cm y 51.17 cm respectivamente, y menor crecimiento registraron con altura de corte a 5 y 10 cm con frecuencia de corte cada 40 y 50 días de 52.78 cm y 50.67 cm.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Alfalfa (*Medicago Sativa L.*)

Infoagro (2002), indica que la alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí pasó a Italia en el siglo IV A. C. La gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa. Pozo (1983), menciona que es una planta perenne, de raíz gruesa y tallo leñoso, foliolos aovados u oblongos dentados en el ápice, estípulas semilanceoladas, largamente acuminadas en la base. Flores grandes, de 8 –

10mm, en racimos oblongos multifloros sobre dunculo no aristado. Semillas de 1,5 por 2,5 mm ovaes.

Aceldo (2010), es una planta perenne de 10 a 80 cm de altura. Tolera el calor y es bastante resistente a la sequía. Puede soportar bajas temperaturas. Necesita terrenos profundos y permeables, de reacción neutra o básica (pH óptimo de 7.5), tolera la salinidad, pero no el encharcamiento.

Botanical (2010), considera que la alfalfa es una leguminosa y como consecuencia tiene capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces. Esta capacidad hace que los suelos donde crece esta planta son mejores por lo que muchas veces se planta como, una manera de fertilizante natural a los terrenos. El uso principal de esta planta es como planta forrajera para la alimentación del ganado, resulta muy nutritivo para los animales al mismo tiempo que es una de las especies con producción más elevada de las cultivadas por el hombre. Aguanta con facilidad las sequías aprovechándose de sus largas raíces que son capaces de hundirse hasta capas profundas del suelo (se han encontrado ejemplares cuyas raíces alcanzan los 10m de profundidad).

2.2.2. Origen de Alfalfa Dormante - W350.

Del Pozo (1983), menciona que la alfalfa es originaria del suroeste de Asia menor y sur de Caucazo, abarcando Turquía, Serbia, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Pakistán y Cachemira. De aquí es probable que se extendiese su cultivo a Grecia más tarde fue llevada a Italia, y a los países europeos, incluyendo España y con la conquista a América central y América del sur.

2.2.3. Taxonómica de la alfalfa



Figura N° 1: ALFALFA (*Medicago sativa* L.)



TABLA 1: Taxonomía de alfalfa

TAXONOMÍA	
REINO	VEGETAL
SUB REINO	phanerogamae
DIVISIÓN	angiospermae
CLASE	dicotyledoneae
SUB CLASE	archyclamydeae
ORDEN	rosidales
FAMILIA	fabaceae
TRIBU	frifoleae
GÉNERO	medicago
ESPECIE	<i>medicago sativa</i>

Fuente: Solano (2006)

2.2.4. La alfalfa “Dormante” W350

Caritas Perú (2005), la alfalfa W350 tiene una dormancia de 3.8, lo que le hace resistente a las sequias y heladas; cuando las condiciones son desfavorables pueden permanecer en el terreno en descanso hasta por 3 meses, luego brotar cuando las condiciones son favorables, en la sierra este periodo se da entre junio y octubre.

FIGURA 1: Alfalfa “Dormante” W350



Caritas Perú (2005), se ha demostrado que esta alfalfa se desarrolla con excelentes resultados entre los 2,600 y 4200 msnm, sola o en asociación con gramíneas, en terrenos con pH ideal de 5.5 a 6.8 Su cultivo sólo requiere agua de lluvia, con riego rinde mucho más.

2.2.5. Características botánicas de la planta de alfalfa

Dormante - W350

- a) **Raíz:** La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (hasta 5m. de longitud) con numerosas raíces secundarios, posee una corona que sale del terreno, de lo cual emergen los brotes que dan lugar a los tallos.
- b) **Tallos:** Son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias.
- c) **Hojas:** Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, los márgenes son lisos y con bordes superiores ligeramente dentados, (Argote, 2004).

- d) Flores:** La flor característica de esta familia es la de la sub familia papilionoideae. Son de color azul o púrpura, con inflorescencias racimos que nacen de las axilas de las hojas, en algunos casos se presenta flores moradas, violetas con distintas tonalidades agrupadas en racimos (
- e) Fruto:** Es una legumbre indehiscente sin espinas que contiene entre 2 a 6 semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm de longitud (INFOAGRO, 2004), 1000 semillas pueden pesar 2.1 a 2.5 gramos (Choque, 2002).
- f) Madurez de la alfalfa:** Desde el punto de vista de rendimiento y vigor de la planta, la sugerencia para realizar los cortes durante la mayor parte del año es cuando la planta inicia la floración (10% de flor), pero durante los meses de noviembre a febrero cuando la floración se retarda, el parámetro que se sigue es la aparición de los rebrotes basales que vienen de la base de la corona de la planta. El corte también puede hacerse en estados más tiernos de desarrollo, emisión de botones o cuando está completamente el botón si se pretende obtener la máxima calidad. En este caso debe tomarse en cuenta que la longevidad y vigor de la alfalfa se ven afectados y probablemente no alcance su vida útil de tres años (Quiroga, 2000).

2.2.6. Requerimientos del cultivo

Suelo

Infoagro (2002), manifiesta que la alfalfa crece satisfactoriamente en una amplia gama de tipos de suelo, perfectamente los livianos arenosos, franco

limoso El óptimo de pH sería 7,5 para este cultivo. Cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo.

Clima

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

Agua

Infoagro (2002), manifiesta que la alfalfa requiere administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000m³/ha y por aspersión será de 880m³/ha. Los cultivos establecidos, como norma general, deben recibir de 1 100 a 1 200 mm/ha.año, ya sea en forma de riego o de lluvias.

2.2.7. El cultivo de la alfalfa dormante - W350 en la sierra.

La introducción de las alfalfas dormantes a nuestro país fue realizada por el Ministerio de Alimentación el año 1976 hasta 1980 con la cooperación de la misión de Nueva Zelanda, para después de una década de olvido, ser retomada por Cáritas del Perú.

Quienes han desarrollado un excelente trabajo genético en las alfalfas son las Universidades de California, Nebraska, Nevada y otras de los Estados Unidos

de Norteamérica obteniendo las llamadas alfalfas sintéticas con características superiores a las alfalfas comunes. La semilla utilizada en los proyectos de Cáritas del Perú es sintética y procede en su origen de EE.UU. (Torres, 1992).

El costo de siembra fluctúa alrededor de S/. 1,500 por Ha y en Puno ofrece entre 2 a 5 cortes de acuerdo al microclima y cercanía al Lago Titicaca de la zona de siembra. En todos los casos el rendimiento promedio por corte es de 30 TM/Ha.

2.2.8. Factores edáficos y climáticos

a) Temperatura y precipitaciones

Menciona que la alfalfa es una especie que se adapta a una gran diversidad de climas en nuestro país se adapta muy bien,

a la sierra bajo condiciones de riego desde 3000 hasta 4400 m.s.n.m. Una de las variedades más resistentes a bajas temperaturas, periodo de sequía prolongadas por un mes afecta severamente su producción y que desde ese punto de vista en la zona con precipitaciones menores de 650 mm por año no son confiables para su cultivo. (Argote, 2004).

b) pH

El factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez, excepto a la germinación, pudiendo ser de hasta 4. El pH óptimo del cultivo es de 7.2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6.8, además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y

magnesio. “Para pH inferiores a 6 conviene encalar los suelos, cuando menos, cada dos años, con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo y prolongar la vida del cultivo” (Cadena, 2009).

c) Salinidad

La salinidad en los suelos es consecuencia de distintas causas. Al realizar riegos con mal drenaje, puede producirse acumulación de sales por dificultad de eliminación de las mismas. Estos problemas se complican cuando se utiliza agua con altos niveles de sales, aunque solo sea temporalmente. En condiciones de cierta aridez, cuando a la escasez de precipitación es intensa la evapotranspiración, (Del Pozo, 1983).

La alfalfa es sensible a la salinidad en algunos casos, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea (INFOAGRO, 2004).

2.2.9. Labores culturales para la alfalfa

Preparación del terreno

Infoagro (2002), manifiesta que las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) que mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta labor es muy importante en el cultivo de la alfalfa, pues las raíces son muy profundas y subsolando se favorece que estas penetren con facilidad. A continuación, se realizan

sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes. Se recomienda intercalar las labores con aplicaciones de abonos y enmiendas realizadas al mismo tiempo que los gradeos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución. Conviene aplicar el abonado de fondo y el encalado dos meses antes de la siembra para permitir su descomposición y estar a disposición de la plántula después de la germinación.

Siembra

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

Abonado

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

Deshierbas

Infoagro (2002) manifiesta que el control de malezas se realiza en etapas tempranas del cultivo, después de la cosecha, disminuyendo así: la competencia de agua de riego, nutrientes del suelo y luz y da como resultado mayores rendimientos.

2.2.10. Manejo de la alfalfa

- a) **En verde:** La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad y digestibilidad. Lo recomendable es usarlo al corte y pastoreo. Si usa “al corte” el cultivo puede durar 15 años en el campo y 8 años “al pastoreo”. Además, el cultivo segado fresco utilizado para el consumo ganadero. Implica costos en mano de obra de la siega. Lo contrario sucede con el pastoreo directo, pues éste constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera (PROMARENA, 2008).

- b) **Ensilado:** Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (40%) debiendo estar bien picado para conseguir un buen apisonamiento en el silo. La posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes, los cuales son más difíciles de henificar, ya que la probabilidad de lluvias durante este período se incrementa. Para obtener un ensilado de calidad, (PROMARENA, 2008).

2.2.11. Rendimiento

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

2.2.12. ABONOS ORGÁNICOS

Importancia de los abonos orgánicos.

- Mejoran la producción de los cultivos en cantidad y calidad.
- Incrementan la materia orgánica del suelo, y reponen los elementos químicos que alimentan las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, entre otros.
- Fomenta la vida en el suelo, promoviendo la actividad microbiológica y generando la formación de nutrientes disponibles para las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, lo hace más suelto, favoreciendo la presencia del aire, lo que ayuda a las raíces de las plantas y a la infiltración del agua.
- Mejora la retención del agua, actúa como una esponja, y facilita la absorción del agua y los nutrientes por las plantas.
- Ayuda a controlar enfermedades presentes en el suelo y aumenta la capacidad de resistencia de las plantas contra las plagas, enfermedades y eventos climáticos extremos.

- Frente a fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos se mantienen más tiempo en el suelo porque la materia orgánica se descompone lentamente.
- Mejora la salud de las plantas, de los animales, de las personas y del planeta.

Se utilizan materiales que se encuentran en las chacras tales como: estiércol de animales (vacunos, cuy, ovinos, cerdos, etc.); residuos de cosechas, restos de frutas, moliendas, hojas y ramas (de las podas de los árboles y cercos vivos), reduciendo los costos de producción.

Propiedades físicas

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste. Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

Propiedades químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia se reducen las oscilaciones de pH de éste.

Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del Suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

2.2.13. El biol

Rodríguez (2011), manifiesta que la actividad de las plantas se refleja en la continuidad de crecimiento de los brotes y sus hojas, lo cual repercute en mayor área foliar para maximizar la eficiencia fotosintética de los cultivos mediante hormonas que permiten estimular la división celular y con ello establecer una “base” o estructura sobre la cual continúa el crecimiento.

Medina (1990), manifiesta que el biol es un efluente líquido que se descarga frecuentemente de un digestor, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento en la zona trofógena de los vegetales por un crecimiento apreciable del área foliar efectiva en especial de cultivos anuales y semiperennes como la alfalfa.

Basaure (2006), manifiesta que la agricultura orgánica, una de las alternativas de fertilización foliar son los bioles. Los abonos líquidos o bioles son una estrategia que permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, dan como resultado un fertilizante foliar que contiene principios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas). Investigaciones realizadas, permiten comprobar que aplicados foliarmente a los cultivos en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. Estos abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el

metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo.

Formación del biol

Suquilanda (1996), manifiesta que, para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25. 35 °C), la acidez (pH) alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando este es herméticamente cerrado. Es importante considerar la relación de materia seca y agua que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación.

FIGURA 2: Preparado de Biol



Usos del biol

Tecnología química y comercio (2005), propone que se puede utilizar en hortalizas, cultivos anuales, pastos, frutales, plantas ornamentales. Como encapsulador: En relación 1:1 con el plaguicida al mezclar. En mezcla con fertilizantes utilizar 3 o 4 L d BIOL por hectárea en mezcla con la solución madre de fertilización. En huertas de dormancia utilizar 2L de BIOL por cada 100 L de agua.

Biol al follaje

Suquilanda (1996), propone que el BIOL, no debe ser utilizado puro cuando se va aplicar al follaje de las plantas, sino en diluciones. Las diluciones recomendadas pueden ser desde el 25% al 75%, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales que se reproducen en células meristemáticas y pueden ser transportadas desde el lugar que son sintetizadas células a células o por los vasos, no suelen actuar de forma aislada, que provocan la elongación y división de la célula, de este modo contribuyen al crecimiento.

TABLA 2: Diluciones de biol para aplicación al follaje (20 lit).

SOLUCION	BIOL/Lit.	AGUA	TOTAL/Lit.
		/Lit.	
25%	5	15	20
50%	10	10	20
75%	15	5	20

FUENTE: Agronovida, 2010.

Agronovida (2010), que manifiesta que la fertilización foliar es una técnica que permite la incorporación del fertilizante en planta por medio de las hojas. El momento de aplicación en alfalfas es desde que las mismas poseen 15 cm de altura cada 10 días después de cada corte y hasta 10 días antes del pastoreo.

INIA (2005), menciona que el biol es un abono líquido, fuente de fitoreguladores resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales, en ausencia de oxígeno (anaeróbica), en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. La producción de abono foliar (biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses). El biol es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, pescados entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico, además, en la producción de biol se puede añadir a la mezcla plantas repelentes, para combatir insectos en las plantas.

Ventajas del biol

- No contamina el suelo, el agua, el aire, ni los cultivos.
- Es de fácil preparación y puede adecuarse a diversos tipos de envase.
- Es de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea insumos.
- Permite incrementar la producción.
- Revitaliza las plantas que tienen estrés, por el ataque de plagas y enfermedades, sequías, heladas o granizadas, si aplicamos en el momento

adecuado. Tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta, (FONCODES, 2014).

Desventajas del biol

- No contar con insumos para su preparación
- Su preparación es lenta, demora entre 3 a 4 meses, dependerá de la temperatura del ambiente, por lo que se debe planificar su producción antes del inicio de la campaña agrícola.
- Necesita un ambiente oscuro y fresco para el almacenaje, de lo contrario perderá sus propiedades biológicas y nutritivas.
- Sólo se puede usar entre 3 a 6 meses de su cosecha, después disminuye.
- Se necesita contar con una mochila para su aplicación.
- El mal manejo durante su aplicación puede quemar las plantas
- Materiales e insumos para elaborar el biol
- El biol se puede preparar en envases de distintos tamaños, estará en función de las necesidades de cada familia y de la disponibilidad de insumos. No existen recetas exactas para la preparación del biol, el insumo básico es el estiércol y las cantidades a usar van entre el 25% al 50% del volumen a preparar, para un envase de 60 litros podemos usar de 12 a 25 kilos de estiércol aproximadamente, el resto de los insumos se agregan en pequeñas cantidades, (FONCODES, 2014).

Materiales:

- Un bidón de plástico de 60 litros con tapa hermética.
- Un metro de manguera transparente de $\frac{1}{4}$ de pulgada.
- Una botella descartable de 1 litro.
- Pegamento (silicona o soldimix).

Insumos:

- 1.5 kilos de hojas verdes de trébol o alfalfa.
- 1.5 litros de melaza o azúcar rubia diluida.
- 1 sobre de levadura (opcional).
- 1.5 litros de chicha de jora.
- 1.5 kilos de guano de gallina (opcional).
- 15 kilos de guano fresco de vaca o de cuy.
- $\frac{3}{4}$ kilo de ceniza de leña.
- 1.5 litros de leche o suero.

Agua hasta los 55 litros. De un bidón de 60 litros se obtendrá un promedio de 40 litros de biol, que nos puede alcanzar para hacer 40 aplicaciones en un bio huerto de $200 m^2$ a razón de un litro de biol en 9 litros de agua por aplicación.

Preparación del biol

- El bidón de plástico se llena con agua hasta la mitad, luego se colocan todos los materiales sin ningún orden específico, se mezcla bien usando un palo,

finalmente se completa con agua hasta los 55 litros. Debe quedar un espacio para los gases.

- Hacer un hueco en la tapa del bidón, donde se colocará la manguera plástica de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, por donde saldrán los gases producidos durante la fermentación.
- Pegar la manguera con silicona o soldimix.
- El otro extremo de la manguera se coloca en el fondo de una botella plástica descartable de un litro con agua, para asegurar que no ingrese aire en el bidón.
- Se debe asegurar el sellado total del envase que contiene el biol, porque si ingresa aire malogrará la fermentación, es decir no se obtendrá biol de buena calidad
- Dejar que se fermente sin abrir el bidón, entre 45 a 60 días en zonas frías, y 30 días en zonas cálidas.
- Dado que todos los ingredientes están en descomposición en un bidón cerrado, es preferible mantenerlo lejos del fuego, ya que de este preparado salen gases inflamables que podrían arder.
- El biol estará listo cuando ya no salen burbujas en la botella con agua. Un buen biol tendrá un olor agradable como a jugo de caña y no a podrido, debe ser de un color amarillo. El olor a podrido y la presencia de un color verde azulado indican que la fermentación está contaminada y debe desecharse.
- El biol se cosecha con una malla o colador, separando el líquido de la parte sólida o pastosa.

- La sustancia pastosa a producto del cernido, se puede aplicar directamente al pie de las plantas.

Modo de acción

Tecnología química y comercio (2005), propone que el BIOL en mezcla con insecticidas traspasa la capa cerosa de los insectos permitiendo una penetración más rápida y eficaz de los insecticidas. Como agente encapsulador en mezcla con plaguicidas lo protege de factores ambientales que podrían reducir su eficacia y efecto residual. BIOL no es volátil y no permite que los plaguicidas aplicados pasen del estado líquido a gaseoso tan rápidamente. BIOL hace que el plaguicida quede adherido a la planta evitando pérdidas por excesiva humedad relativa o lluvias.

Modo de aplicación

Tecnología química y comercio (2005), manifiesta que el BIOL siempre debe ser mezclado previamente con el plaguicida en la proporción 1:1 en un recipiente aparte agitando constantemente, luego esta pre-mezcla debe ser añadida al tanque de pulverización en el volumen de agua calibrado.

Verificación de la calidad de biol

Tecnología química y comercio (2005), manifiesta que la verificación de la calidad del fermentado se hace diariamente, cuando vamos a revolverlo durante 5 minutos. La mezcla líquida, que debe presentar un olor a fermentación (agradable a jugo de caña) y no putrefacción, debe ser de color amarillo. En la superficie se tiende a formar una nata espumosa de color blanca.

El olor a putrefacción y la presencia de un color verde azulado o violeta indican que la fermentación es contaminada y se debe de cosecharla.

2.2.14. El compost

Puerta (2004). El compostaje es la transformación de residuos orgánicos (estiércol animal, hojas, verduras, residuos de alimentos, frutas), por acción controlada de los microorganismos descomponedores que dan como resultado un producto totalmente orgánico, estable e higienizado aprovechable por el suelo y por las plantas. En principio, toda materia orgánica tales como desechos vegetales y animales, y restos de alimentos, entre otros, pueden ser utilizados como materia prima para el compostaje.

FIGURA 3: Preparado de compost



Utilidad del compost

El compost es un abono orgánico que aumenta el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo, los cuales se retienen por más tiempo hasta ser

aprovechados por los cultivos. Además, permite que el suelo retenga mejor el agua.

Ventajas del compost

- Mejora la producción de los cultivos, aumentando su resistencia al ataque de las plagas, enfermedades, heladas y eventos extremos del clima.
- Facilita la absorción de los nutrientes y el agua por la planta.
- Mejora la estructura del suelo.
- No contamina el suelo, el ambiente, porque se reciclan los desechos orgánicos.
- Permite utilizar insumos que se encuentran en la chacra.

Desventajas del compost

- Requiere un área techada
- Requiere inversión inicial en mano de obra familiar, para la acumulación de estiércol y de residuos vegetales.
- Requiere mano de obra para el volteo.
- La fermentación se alarga por bajas temperaturas, es decir en zonas frías demora más.
- Si no se acondiciona el drenaje, las lluvias excesivas pueden producir encharcamientos.

Materiales e insumos para elaborar el compost

- Restos de cosechas (hojas, frutos, follajes o tubérculos).
- Restos de cocina (frutas y hortalizas).
- Guano animal (cuy, vaca, oveja, entre otros).

- Ceniza.
- Agua.

Preparación del compost

El compost se puede preparar en cualquier época del año, es mejor prepararlo 3 a 4 meses antes del inicio de la campaña agrícola, podría ser después de las lluvias (abril – mayo), para aprovechar el follaje existente. La preparación puede hacerse sobre la superficie o en pozas. Para evitar los encharcamientos, garantizar una buena ventilación y facilitar el volteo, se recomienda prepararlo, de acuerdo a los siguientes pasos:

Paso 1: ubicación y acondicionamiento del terreno.

- Escoger un lugar que esté protegido de las lluvias o fuertes vientos (cerca de los árboles o con un techo rústico), cerca de una fuente de agua permanente (manantial, río, o reservorio) y del corral.
- Nivelar el terreno y acondicionar drenes para evitar encharcamientos.
- Preparar la base de la cama, la cual debe tener un metro de ancho; el largo dependerá de la cantidad de insumos disponibles.
- Plantar un palo grueso al centro de la cama, puede ser un palo por cada dos metros cuadrados, para formar el respiradero.

Paso 2: colocación de insumo

- Colocar la primera capa de residuos vegetales, de preferencia con tallos gruesos, para facilitar la circulación del aire, esta capa debe tener unos 30 cm de altura en promedio. En caso de usar rastrojo seco, debe humedecerse previamente.

- Luego colocar la segunda capa, con estiércol fresco o húmedo.
- Mojar ambas capas, hasta lograr humedad uniforme.
- Espolvorear ceniza, cal agrícola o yeso sobre toda la capa, con el fin de regular la acidez.
- No se debe aplicar aceite o restos de comida grasienta, ni animales muertos por enfermedades.
- Repetir las capas en el mismo orden hasta llegar a una altura de 1.20 a 1.60 metros de rastrojos, guano y ceniza. Finalmente se cubre la compostera con hojas de árboles o arbustos, con plástico o arpillera para protegerla de los rayos solares y lluvias excesivas, se deja reposar por unas 3 semanas. Luego de 2 a 3 días, se debe sacar el palo para que funcione el respiradero, si el compost atrae moscas, hay que tapparla con más tierra.

Paso 3: volteo

A las 3 semanas se voltea la compostera para que quede una mezcla uniforme, y se remoja de nuevo. Se vuelve a colocar los palos como respiraderos. Luego de 2 semanas se voltea nuevamente.

Si hay hormigas es señal que la compostera está seca y se le debe echar más agua. Si notas un olor a podrido significa que hay demasiada humedad y poco oxígeno, entonces agregar materia seca y voltear.

Paso 4: cosecha

- La cosecha del compost se realiza entre 3 a 4 meses, el cual debe tener un color oscuro, de estructura suelta y sin olor fuerte.

- El compost se puede guardar en bolsas o sacos bien cerrados. Si al apretar el compost sale líquido, entonces no se puede almacenar todavía, ya que es posible que se pudra.

Aplicación del compost

- El compost se puede utilizar en todos los cultivos, de preferencia en la siembra, durante el aporque y en el deshierbe.
- En el caso de los árboles frutales, aplicar por lo menos de 2 a 3 palas de compost, enterrándola en la proyección de la copa, aquí se encuentran las raicillas que absorben el agua y los nutrientes.
- En el caso de las hortalizas se aplica de 1 a 2 puñados de compost a cada planta.
- También se debe usar en la preparación del sustrato de los almácigos. Durante el deshierbe, aplicar el compost al lado de las plantas para estimular el crecimiento, luego tapar con tierra, para evitar la pérdida de los nutrientes. La aplicación se debe realizar en terreno húmedo, para estimular el trabajo de los microorganismos y aprovechar los nutrientes. (Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES)

2.2.15. Guano de isla

PROABONOS (2007) menciona que el guano de las islas es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras. Es un poderoso fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y ligado desde muchos años a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos nutritivos, que

los convierten en el fertilizante orgánico más completo del mundo. Estos yacimientos son tan antiguos que ya los Incas los conocían y los empleaban en sus cultivos que de generación en generación han pasado hasta nuestros días.

FIGURA 4: Guano de isla



Propiedades del guano de las islas

- a. Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- b. Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.
- c. Es biodegradable.
- d. Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

- e. Es soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- f. Tiene propiedades de sinergismo. En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el Guano de las Islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento Guano de las Islas + estiércol.

TABLA 3: Riqueza en nutrientes del guano de las islas

ELEMENTO	FORMULA/SIMBOLO	CONCENTRACION
Nitrógeno	N	10 – 14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10 – 12 %
Potasio	K ₂ O	2 – 3 %
Calcio	CaO	8 %
Magnesio	MgO	0.50 %
Azufre	S	1.50 %
Hierro	Fe	0.032 %
Zinc	Zn	0.0002 %
Cobre	Cu	0.024 %
Manganeso	Mn	0.020 %
Boro	B	0.016 %

Fuente: PROABONO

El análisis del guano comercial es el que más interesa por ser este el que está a la venta, también se tiene el análisis del guano de Islas fresco (recién extraído de las islas), y el análisis del guano pobre o fosfatado.

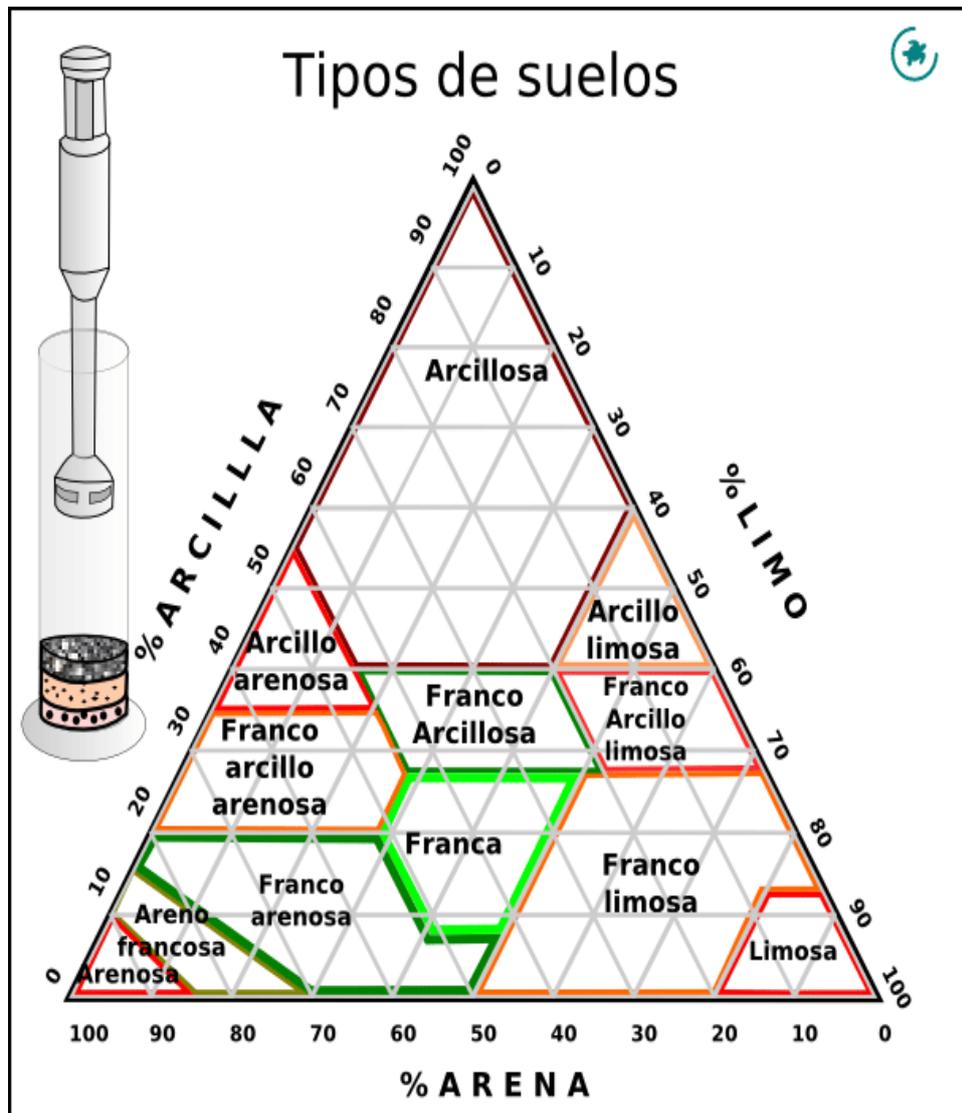
Aplicación del guano en forrajes

PROABONOS, (2007). Alfalfa 350 kg por hectárea de guano Centeno 400 kg por hectárea de guano Al momento de la preparación del terreno; 1 kg de guano por cada 10m² de tierra, aplicándolo antes del riego durante 3 ó 4 meses.

2.2.16. TIPOS DE SUELOS

Crespo (2004), cabe resaltar que, en la actualidad, los análisis químicos de suelos y plantas para determinar y monitorear la fertilidad, así como para determinar los requerimientos de los cultivos, está en una tendencia decreciente en cuanto a su aplicación. Ello se debe a la insuficiente calibración de los métodos analíticos y a la limitada representatividad del análisis de una muestra, pues la generalización para un área extensa, ignora la variabilidad espacial y temporal de ciertas características.

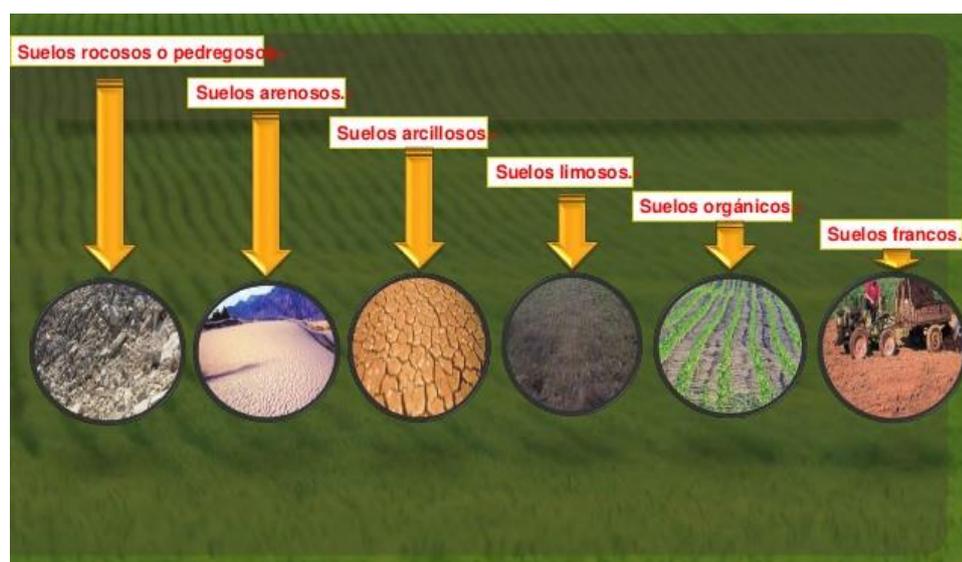
FIGURA 5: Clasificación de suelos



Quiroga (2003), la alfalfa toma el fósforo soluble del suelo en forma soluble; sin embargo, el fósforo soluble representa un porcentaje mínimo del fósforo total presente en el suelo. La mayor parte del fósforo en el suelo se encuentra en forma inorgánica.

Otra forma del fósforo en el suelo se encuentra fijada o adsorbida a minerales del suelo pero que puede ser extractable o aprovechable por los cultivos. En el caso de suelos calcáreos de zonas áridas con pH alcalino, el fósforo que se aplica como fertilizante reacciona con el calcio presente en el suelo y se fija como fosfato de calcio, razón por la cual no se lixivia. Se pueden utilizar diferentes fuentes de fósforo entre las más comunes están: El fosfato monoamónico (11-52-00) y el superfosfato triple (00-45-00) que se pueden aplicar al voleo, mientras que el fosfato de amonio (10-43-00) y el ácido fosfórico (00-52-00) se pueden suministrar a través del riego.

FIGURA 6: Tipos de suelo



Fósforo (P)

Busman (2002), Contribuye a la formación de las raíces, frutos y semillas, y a la floración. Es constituyente de la célula viva, nucleótidos, lecitinas y enzimas. Este elemento participa en las transferencias de energía. El P existe en la solución del suelo como ion ortofosfato: $H_2PO_4^-$ - en condiciones ácidas, y HPO_4^{2-} - en condiciones alcalinas.

Potasio (K)

Rehm (2002), favorece la resistencia de la planta frente a las enfermedades y eventos climáticos extremos, como son la sequía y las heladas. Participa en la fotosíntesis, en la síntesis de las proteínas y en la activación de las enzimas; incluso, mejora la calidad del fruto. El contenido total de K en el suelo a exceder los 20 000 ppm, pero gran parte se encuentra como componente estructural de los suelos minerales, no siendo asimilables por las plantas. El K disponible es el que se encuentra disuelto en la solución del suelo, y en los sitios de intercambio en la superficie de las partículas de arcilla.

2.2.17. Suelos humíferos (tierra negra)

Infoagro (2002), Son aquellos que contienen abundancia de materia orgánica en descomposición o ya descompuesta. Humífero quiere decir que es rico en humus (la sustancia que contiene materiales orgánicos descompuestos), en este tipo de suelo se encuentra anélidos que son lombrices las cuales hacen hoyos y permiten que el suelo absorba el agua y los minerales. La tierra de este suelo es de color negro eso significa la materia orgánica que el mismo contiene mientras más negra más minerales posee el suelo y así le aporta un buen

desarrollo a la planta su drenaje de agua el mejor de todos los suelos nombrados anteriormente retiene lo que la planta necesita. Es el mejor suelo para la agricultura ya que por su contenido de materia orgánica le permitirá un buen desarrollo a la planta y gracias a las lombrices que el contiene les permite una buena aeración a las raíces.

FIGURA 7: Suelo húmico



Suelos limosos

Infoagro (2002), manifiesta que la alfalfa crece satisfactoriamente en una amplia gama de tipos de suelo, perfectamente los livianos arenosos, franco limoso El óptimo de pH sería 7,5 para este cultivo. Cuando la planta es pequeña es bastante sensible a la salinidad, tanto del agua como del suelo.

Contienen agua, arena, limo y arcilla en partes más o menos iguales. Son semipermeables y son suelos óptimos para la agricultura.

Características

- Son los suelos que contienen una proporción muy elevada de limo.

- El Limo, es un tipo de suelo muy compacto, sin llegar a serlo tanto como los arcillosos.
- Estos suelos resultan producidos por la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por las aguas o depositados por el viento.
- Suelen presentarse junto a los lechos de los ríos y son muy fértiles.
- Sabemos que se trata de suelos limosos porque, al igual que los arcillosos, permiten formar bolas, aunque estas se rompen con facilidad. A diferencia de los arcillosos no nos permiten formar cintas entre los dedos.

Características principales

Filtran el agua con bastante rapidez, son suelos muy fértiles. La materia orgánica presente en este tipo de suelos se descompone con rapidez, por esto es un suelo rico en nutrientes.

Su composición

Estos suelos se componen de partículas más pequeñas y suaves al tacto que los arenosos. Los suelos limosos retienen el agua por más tiempo, así como los nutrientes. Su color es marrón oscuro, los limos se componen de una mezcla de arena fina y arcilla que forma una especie de barro junto al lodo y restos vegetales. Este tipo de suelos se suele dar en el lecho de los ríos.

FIGURA 8: Suelo limoso



Suelos arcillosos

Infoagro (2002), Están formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.

Es un tipo de suelo que, principalmente, está formado por arcillas, y que cuenta con una estructura de partículas muy pequeñas, con minúsculos poros o microporos. Esto es lo que hace que el suelo tenga más superficie porosa que la arena, que es justo lo contrario, absorbiendo y reteniendo más el agua. Por esta razón, se dice que el suelo arcilloso es un tipo de suelo que no drena, el agua se queda estancada porque trata de pasar por todos sus poros y, al ser muy pequeños, le cuesta. También por esta razón, este suelo está muy mal aireado; así, cuando el suelo se seca, sus partículas finas se unen entre sí y forman terrones.

FIGURA 9: Suelo arcilloso



2.2.18. TIPOS DE RIEGO

Tarjuelo (2015), el objetivo que se busca con el riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de tal forma que evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío. Los factores que se manejan para proveer a los cultivos del agua que necesitan para que su productividad sea óptima son principalmente: energía, agua, mano de obra y sistematización o equipamiento, existiendo una completa interrelación entre ellos de manera que, al no utilizar un factor, necesita mayoritariamente a los otros.

Riego por aspersión

Miliarium (2010), el riego por aspersión simula de alguna manera el aporte de agua que realizan las lluvias. Consiste en distribuir el agua por tuberías a presión y aplicarla a través de aspersores en forma de lluvia. Se busca aplicar una lámina que sea capaz de infiltrarse en el suelo sin producir escorrentía.

FIGURA 10: Riego por aspersión



Miliarium (2010), el riego por aspersión en alfalfa, a su vez asemeja las condiciones de aplicación a la misma lluvia natural. El riego por aspersión en alfalfa presenta múltiples ventajas como: la limpieza mediante el riego de la superficie de las hojas mejorando la eficiencia de las plantas de alfalfa, el riego por aspersión en alfalfa permite tanto luchar contra las heladas como reducir la temperatura de las plantas de alfalfa, luchar contra las plagas simplemente con la aplicación del riego, e incluso añadiendo al agua para el riego mediante aspersión los fitosanitarios que precise el cultivo.

El sistema de riego por aspersión presenta múltiples ventajas frente al resto de sistemas como la durabilidad y fiabilidad, facilidad de mantenimiento, independencia de mano de obra especializada, facilidad de almacenaje, coste/ha del riego por aspersión, valor de venta residual, frente al resto de sistemas de riego.

El factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez. El pH óptimo del suelo para su cultivo es de 7.2, debiéndose recurrir a encalados cuando el pH baje

de 6.8. La alfalfa es muy sensible a la salinidad, requiere suelos profundos y bien drenados.

Ventajas de la aspersión:

- Tiene un menor consumo de agua que los sistemas de riego por inundación.
- Presenta una gran adaptabilidad a terrenos irregulares, con grandes diferencias de cota en su superficie.
- Permite dosificar el agua con una buena precisión.
- Su distribución sobre el material vegetal depende del viento, aunque a bajas velocidades es muy homogénea.
- Es utilizado para la aplicación de riego antihelada y la aplicación de fitohormonas.

La calidad del riego por aspersión

Tayupanda (2009), menciona que una elevada uniformidad permite hacer un uso más eficiente del agua disponible, maximizar la producción y limitar las pérdidas de agua por percolación profunda. Las evaluaciones de riego en campo sirven para determinar la distribución del agua de riego en la parcela. Esto permite diagnosticar la uniformidad del riego estableciendo niveles cuantitativos. Los sistemas de riego por aspersión requieren un valor mínimo para ser considerados aceptables.

Keller y Bliesner (1990), consideran la uniformidad de riego baja, cuando el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU) es inferior al 84 %. Este criterio se usará en este trabajo para distinguir valores altos y bajos del CU.

Eficiencia de aplicación en riego por aspersión

Fuentes (2003), menciona que la eficiencia de un método de riego tiene relación con las pérdidas de agua. Si la pérdida es bastante, hay que utilizar una mayor cantidad de agua para obtener el mismo resultado, esto hace que se desperdicie agua. Hay métodos de riego más eficientes que otros por la forma en que conducen, distribuyen y aplican el agua

Riego por goteo

Somohano (2003), el riego por goteo es el sistema de riego que más se adapta y es el responsable del incremento de la práctica del fertiriego en la agricultura, debido principalmente al patrón de distribución de agua en el suelo.

FIGURA 11: Riego por goteo



Funcionamiento del riego por goteo

Somohano (2003), un sistema de riego por goteo es aquel en el cual el agua es llevada a través de tuberías y se aplica agua filtrada combinada con fertilizantes

dentro (subsuperficial) o sobre el suelo (superficial) y directamente a cada planta mediante dispositivos conocidos como emisores o goteros, los que la depositan sobre el suelo gota a gota y sin presión. En la zona radical de la planta debajo de cada emisor o gotero se forma un perfil de humedecimiento, cuya forma depende de las características del suelo, caudal del emisor y tiempo de riego.

En el riego por goteo la planta es regada a intervalos cortos y es posible dosificar el suministro de agua y nutrimentos de acuerdo a lo demanda de la planta, lo que permite que las hojas mantengan las estomas abiertos, transpiren y asimilen el CO₂ adecuadamente, provocando que la fotosíntesis neta sea alta, lo que se refleja en incremento en rendimiento y calidad de los cultivos.

La utilización del riego por goteo superficial o subsuperficial ha cambiado completamente el concepto que se maneja en el riego por inundación, el cual utiliza al suelo como un almacén y sistema de transporte de agua.

Meza (1999), de forma muy general, se puede definir el Riego por Goteo como Riego Localizado. El riego por goteo o riego gota a gota es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua y abonos en los sistemas agrícolas de las zonas áridas. El agua aplicada se infiltra en el suelo irrigando directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisores.

TABLA 4: Características principales de los sistemas de riego por goteo para la producción de alfalfa

Autor y año	Tipo de material: Gotero (g) o cintilla (c)	Ep (mm)	Er (cm)	Eg (cm)	Prof. (cm)	Qe (L h ⁻¹)	Textura del suelo	IBe (cm h ⁻¹)	Li (cm h ⁻¹)	Ir
Neufeld et al., 1998	Netafilm (c)	0.375	91	60	45	2.35	Franco limoso	0.8-1.3	0.43	Dos veces al día
Phene, 1999	Ram (g)	20	102	102	70	2	Franco arcilloso limoso	0.8-1.3	0.2	Al abatirse 1 mm de Etr
Alam et al., 2002	Nelson (c)	0.175	100	60.1	30-45	1.4	Franco arenoso	2.5-3.8	0.23	Tres veces por semana
Somohano, 2002	Cintilla	0.250	100	40	30-40	1	Franco arenoso	2.5-3.8	0.25	Riegos a diario
Rivera et al., 2004	T-Tape (c)	0.375	70	20	30	0.5	Franco	1.9-2.5	0.36	Dos veces por semana
Godoy et al., 2004	T-Tape (c)	0.375	100	30	50	0.6	Migajón arcillo arenoso	1.1-1.9	0.3	Cada tercer día

Ep = Espesor de pared, Er = espaciamento entre regantes, Eg = espaciamento entre emisores, Prof. = profundidad de instalación de las regantes, Qe = gasto del emisor, IBe = Infiltración básica estimada de acuerdo a la textura del suelo, Li = lámina de riego infiltrada e Ir = Intervalo entre riegos.

FUENTE: MEZA, 1999.

Riego por inundación

FUNDACIÓN PRODUCE NAYARIT (2010), el riego localizado, fue inventado a fines del siglo XIX, pero mientras tanto hasta que eso sucedió en esa época, fue muy utilizado y el más habitual el riego por inundación. Actualmente, los distintos tipos de riegos van siendo sustituidos por técnicas nuevas, que van saliendo al pasar el tiempo. Se va tratando de poder inventar nuevas prácticas de riego, para empezar a impedir el derroche de agua que muchas veces se hace en forma indiscriminada, para regar tan solo un pedazo de tierra o terreno. Este sistema de riego consiste en la distribución del agua sobre toda la superficie de un terreno encerrado por pequeños diques se llena

compartimiento o surco o melga con cantidad relativamente grande de agua la cual penetra verticalmente en el suelo este tipo de distribución del agua incluye dos operaciones básicas.

FIGURA 12: Riego por inundación



2.2.19. Diseño completamente aleatorio

Wong (2007). Este diseño es el más sencillo, eficiente y se origina por la asignación aleatoria de los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado. En este diseño usamos k tratamientos, asignándose cada uno al azar a n unidades experimentales; para cada unidad seleccionamos al azar un número de 1 a k para decidir que

tratamiento debemos aplicar a esa unidad experimental. Si no existen restricciones, con excepción del requerimiento de igual número de unidades.

Ventajas

- a. La estructura del análisis estadístico es simple.
- b. Permite máxima flexibilidad en cuanto al número de tratamientos y número de repeticiones.
- c. La pérdida de observaciones durante la conducción del experimento no genera dificultades en el análisis y en la interpretación de los resultados.
- d. Reúne el mayor número de grados de libertad en el residuo, en comparación con otros diseños.

Inconvenientes

- a. Cuando el número de unidades experimentales es muy grande es difícil encontrar lugares grandes que presenten la homogeneidad requerida.
- b. Debido a que las fuentes de variación no asociadas a los tratamientos o a los niveles del factor en estudio, están incluidas en el residuo como variación del azar, la buena precisión de los análisis se ve comprometida.

Diseños Factoriales

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas o características de calidad, es decir, lo que se busca es estudiar la relación entre los factores y la respuesta, con la finalidad de conocer mejor cómo es esta relación y generar conocimiento que permita tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del proceso. Por ejemplo,

uno de los objetivos particulares más importantes que en general tiene un diseño factorial es determinar una combinación de niveles de los factores en la cual el desempeño del proceso sea mejor que en las condiciones de operación actuales, es decir, encontrar nuevas condiciones de operación del proceso que eliminen o disminuyen cierto problema de calidad en la variable de salida (Gutiérrez, 2008).

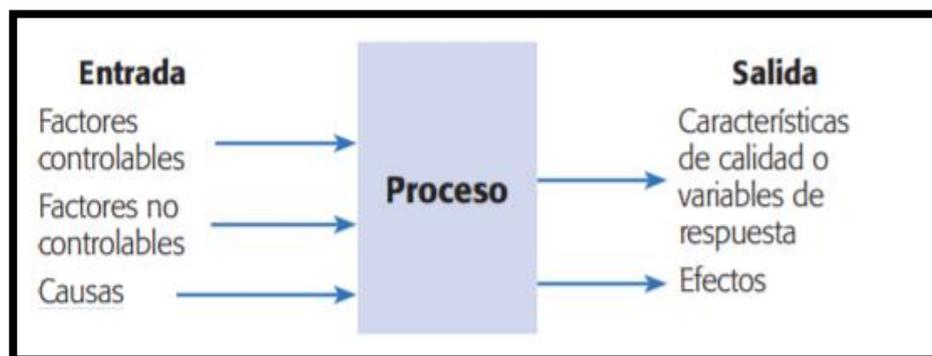
Planeación y realización del experimento

Entender y delimitar el problema u objeto de estudio. En la etapa de planeación se deben hacer investigaciones preliminares que conduzcan a entender y delimitar el problema u objeto de estudio, de tal forma que quede claro qué se va a estudiar, por qué es importante y, si es un problema, cuál es la magnitud del mismo. Elegir la(s) variable(s) de respuesta que será medida en cada punto del diseño y verificar que se mide de manera confiable. La elección de esta(s) variable(es) es vital, ya que en ella se refleja el resultado de las pruebas. Por ello, se deben elegir aquellas que mejor reflejen el problema o que caractericen al objeto de estudio. Además, se debe tener confianza en que las mediciones que se obtengan sobre esas variables sean confiables. En otras palabras, se debe garantizar que los instrumentos y/o métodos de medición son capaces de repetir y reproducir una medición, que tienen la precisión (error) y exactitud (calibración) necesaria. Recordemos que los sistemas de medición son la forma en la que percibimos la realidad, por lo que, si éstos son deficientes, las decisiones que se tomen con base en ellos pueden ser inadecuadas

Variables, factores y niveles

En todo proceso intervienen distintos tipos de variables o factores como los que se donde también se aprecian algunas interrogantes al planear un experimento.

Variable(s) de respuesta. A través de esta(s) variable(s) se conoce el efecto.



Fuente: Gutiérrez Humberto, diseños experimentales.

los resultados de cada prueba experimental por lo que pueden ser características de la calidad de un producto y/o variables que miden el desempeño de un proceso y las preguntas a responder al diseñar un experimento. Proceso ¿Cuáles características de calidad se van a medir? ¿Cuáles factores controlables deben incluirse en el experimento? ¿Qué niveles debe utilizar cada factor? ¿Cuál diseño experimental es el adecuado?

Niveles y tratamientos

Los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman niveles. Una combinación de niveles de todos los factores estudiados se llama tratamiento o punto de diseño (Gutiérrez, 2008).

Unidad experimental

La unidad material del experimento al cual se aplica el experimento. Control de las condiciones. Se trata de controlar aquellas condiciones externas a las unidades experimentales que pueden ocasionar variación o ruido en los resultados del experimento. Tratamiento. La condición específica del experimento bajo del cual está sujeto la unidad experimental. Es una de las formas que, en cantidad y calidad, el factor a estudiar toma durante el experimento (Badii, 2007).

Testigo (control)

Es un tratamiento que se compara. Si a varios grupos de animales se les administran diferentes dosis de vitaminas, pero no a un grupo testigo, el análisis estadístico dará información acerca del aumento de peso, altura y precocidad de los animales que recibieron los animales comparados con los que no la recibieron. Repetición. Cuando en un experimento se tiene un conjunto de tratamientos para poder estimar el error experimental, es necesario que dichos tratamientos aparezcan más de una vez en el experimento, para así aumentar la precisión de éste, controlar el error experimental y disminuir la desviación estándar de la media. Por tanto, repetición es el número de veces que un tratamiento aparece en el experimento (Badii, 2007).

Bloqueo

Consiste en nulificar o tomar en cuenta, en forma adecuada, todos los factores que puedan afectar la respuesta observada. Al bloquear, se supone que el subconjunto de datos que se obtengan dentro de cada bloque (nivel particular

del factor bloqueado), debe resultar más homogéneo que el conjunto total de datos.

2.2.20. Metodología para tratamiento de datos

En esta sección se hace un resumen de la terminología común utilizada en la teoría de los modelos de diseño de experimentos:

Unidad experimental: son los objetos, individuos, intervalos de espacio o tiempo sobre los que se experimenta.

Variable de interés o respuesta: es la variable que se desea estudiar y controlar su variabilidad.

Factor: son las variables independientes que pueden influir en la variabilidad de la variable de interés.

Factor tratamiento: es un factor del que interesa conocer su influencia en la respuesta.

Niveles: cada uno de los resultados de un factor: Según sean elegidos por el experimentador o elegidos al azar de una amplia población se denominan factores de efectos fijos o factores de efectos aleatorios.

Tratamiento: es una combinación específica de los niveles de los factores en estudio. Son, por tanto, las condiciones experimentales que se desean comparar en el experimento. En un diseño con un único factor son los distintos niveles del factor y en un diseño con varios factores son las distintas combinaciones de niveles de los factores.

Observación experimental: es cada medición de la variable respuesta.

Tamaño del Experimento: es el número total de observaciones recogidas en el diseño.

2.2.21. MODELO ESTADÍSTICO

HIPÓTESIS

Hipótesis Ho: $t = t_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto) Ha: $t \neq t_i$ para al menos un i ; $i = 1, 2 \dots t$. (al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

Análisis de la varianza (ANOVA)

Hunter, (2008) Para comprobar si existen diferencias en las medias. Fundamentalmente este análisis consiste en separar la contribución de cada fuente de variación en la variación total observada. Sin embargo, éste ANOVA está supeditado a los siguientes supuestos que deben verificarse.

Modelo a efectos fijos

$$y_{it} - \bar{y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i) \beta + (\alpha_i - \bar{\alpha}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i) = \ddot{y}_{it} = \ddot{X}_{it} \beta + \ddot{u}_{it}$$

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable Independiente: Combinaciones entre abonos orgánicos, tipos de suelos y sistema de riegos.	Abonos orgánicos	- Biol - Compost - Guano de isla.
	Tipos Suelos	- Suelo humíferos - Suelo limoso - Suelo arcilloso
	Sistema de Riegos	- Por aspersión - Por goteo - Por inundación
Variable dependiente:	Altura de la planta (cm)	Altura de la planta Escala de 50 a 80

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL LUGAR EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el fundo ANKARA del distrito de Umachiri provincia de Melgar - Puno. El campo experimental se ubica a una altitud 3921.

3.2. DURACIÓN

Fecha de inicio: Noviembre del 2016.

Fecha de finalización: Abril del 2017.

La evaluación se realizó durante el año 2016-2017.

Duración del experimento 6 meses.

3.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

El presente trabajo, se realizó en fundo Ankara del distrito de Umachiri, en donde se eligió 3 tipos de suelo cada una de 200 m^2 para la siembra de alfalfa variedad W-350 consignando la información siguiente:

TABLA 5: Siembra de alfalfa - W350

Detalle	Datos
Ubicación	Umachiri
Altitud	3814m.s.n.m.
Variedad de alfalfa	W-350
Densidad de semilla	28 kg/ha.
Método de siembra	Al voleo
Fecha de siembra	Noviembre del 2016.

Fuente: Elaboración propia

Material de campo

a) Los materiales de campo que se utilizaron en el presente trabajo

fueron:

- Libreta de campo.
- Tablero de campo.
- Cuadrante metálico.
- Hojas de papel bond.
- Cámara fotográfica.
- Wincha cm.

b) Materiales y herramientas para inicio de experimentación:

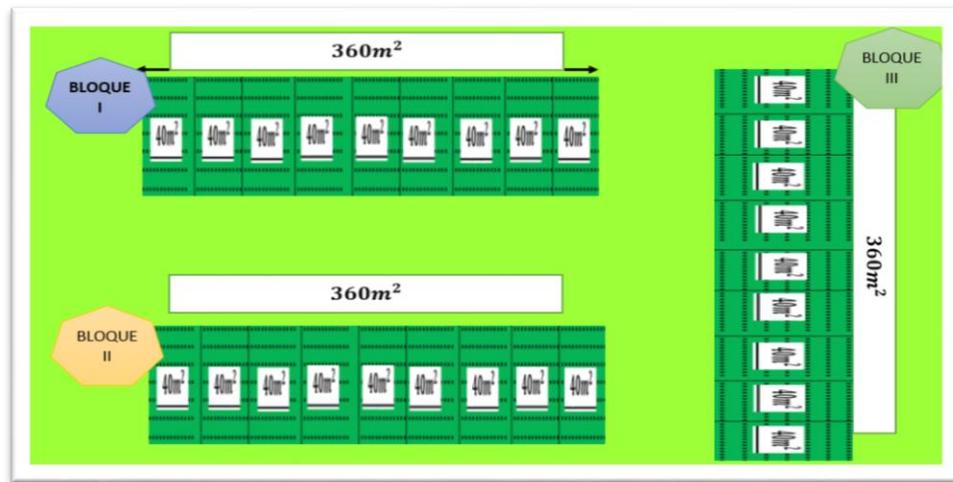
- Abono de biol.
- Abono de compost.
- Abono de guano de isla.
- Riego por aspersión
- Riego por goteo (alquiler)
- Riego por inundación (alquiler)

3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

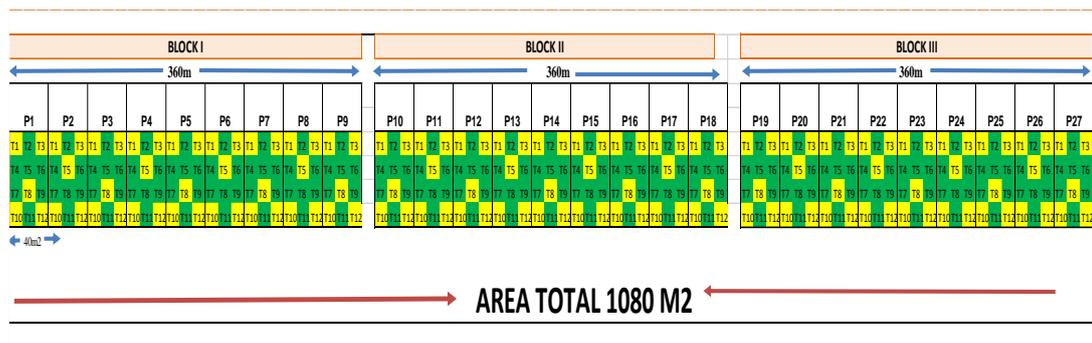
Preparación del terreno el 10 de noviembre del 2016, se realizó la siembra en

3 tipos de suelo.

CROQUIS DE CAMPO



CROQUIS DE CAMPO PARA ALEATORIZACIÓN DE DATOS



BLOQUE I - SUELO HUMIFERO: Aplicando 3 tipos de abonos (biol, compost y guano de isla) con el respectivo tipo de riego que le corresponde (riego por aspersión, por goteo e inundación).

- Aplicación de abono al inicio de la siembra, y a los 3 meses de crecimiento.
- Aplicación de riego cada 20 días durante los 6 meses.

BLOQUE II - SUELO LIMO: aplicando 3 tipos de abonos (biol, compost y guano de isla) con el respectivo tipo de riego que le corresponde (riego por aspersión, por goteo e inundación).

- Aplicación de abono al inicio de la siembra, y a los 3 meses de crecimiento.
- Aplicación de riego cada 20 días durante los 6 meses.

BLOQUE III - SUELO ARCILLOSO: aplicando 3 tipos de abonos (biol, compost y guano de isla) con el respectivo tipo de riego que le corresponde (riego por aspersión, por goteo e inundación)

- Aplicación de abono al inicio de la siembra, y a los 3 meses de crecimiento.
- Aplicación de riego cada 20 días durante los 6 meses.

El experimento duro 6 meses, luego recolectamos los datos.

3.5. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIABLES

Altura de la planta

Evaluación de la altura de crecimiento de alfalfa por tratamiento, fue en momentos antes de cada corte, donde se midió con una regla graduada desde el nivel suelo hasta el ápice de la planta, dicha medida fue en centímetros.

3.6. METODO DE TRATAMIENTO DE DATOS

POBLACIÓN OBJETIVO:

Todas las parcelas de alfalfa del experimento realizado en el fundo Ankara de la provincia de Melgar.

3.6.1 MUESTRA

Se han elegido 135 mediciones de altura en (cm) de alfalfa de manera aleatoria de la población objetivo.

3.6.2. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental la medición en (cm) de la altura de alfalfa perteneciente a la población objetivo.

3.6.3. DISEÑO DE LA MUESTRA

La técnica que utilizaremos en el diseño de la muestra es el proceso de muestreo aleatorio simple mediante.

3.6.4. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información se recolectó de acuerdo a los resultados obtenidos por la ficha de observación adjuntada en los anexos.

3.6.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el presente trabajo se usó la teoría de análisis y diseño experimental bifactorial cada una con 3 niveles y con un bloque de 3 niveles.

$$\text{Modelo lineal: } Y_{ij} = \mu + \delta_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ij} : Variable de respuesta (altura de alfalfa)

μ : Media poblacional.

δ_k : Efecto del k-ésimo bloque (humífero, limo y arcilla)

α_i : Efecto del i-ésimo factor (tipos de abonos orgánicos, biol, compost y guano de isla)

β_j : Efecto del j-ésimo frecuencia del factor (sistemas de riegos, aspersión, goteo e inundación)

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efectos del factor (abonos orgánicos y tipos de riego)

e_{ijk} : Error experimental

TABLA 6: Datos simbólicos

A	C	B		
		b1 (I)	b2 (II)	b3 (III)
a1	c1	y1111	y1211	y1311
		y1112	y1212	y1312
		y1113	y1213	y1313
		y1114	y1214	y1314
		y1115	y1215	y1315
	c2	y1121	y1221	y1321
		y1122	y1222	y1322
		y1123	y1223	y1323
		y1124	y1224	y1324
		y1125	y1225	y1325
	c3	y1131	y1231	y1331
		y1132	y1232	y1332
		y1133	y1233	y1333
		y1134	y1234	y1334
		y1135	y1235	y1335
a2	c1	y2111	y2211	y2311
		y2112	y2212	y2312
		y2113	y2213	y2313
		y2114	y2214	y2314
		y2115	y2215	y2315
	c2	y2121	y2221	y2321
		y2122	y2222	y2322
		y2123	y2223	y2323
		y2124	y2224	y2324
		y2125	y2225	y2325
	c3	y2131	y2231	y2331
		y2132	y2232	y2332
		y2133	y2233	y2333
		y2134	y2234	y2334
		y2135	y2235	y2335
a3	c1	y3111	y3211	y3311
		y3112	y3212	y3312
		y3113	y3213	y3313
		y3114	y3214	y3314
		y3115	y3215	y3315
	c2	y3121	y3221	y3321
		y3122	y3222	y3322
		y3123	y3223	y3323
		y3124	y3224	y3324
		y3125	y3225	y3325
	c3	y1131	y3231	y3331
		y1132	y3232	y3332
		y1133	y3233	y3333
		y1134	y3234	y3334
		y1135	y3235	y3335

Fuente: Elaboración propia

TABLA 7: Tabla ANOVA

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F _{exp}
Bloque B	C B	b - 1	C M B	C M B / C M R
Factor A	SC A	a - 1	C M A	C M A / C M R
Factor C	SC C	c - 1	C M C	C M C / C M R
A x C	SC (AC)	(a - 1)(c-1)	C M (AC)	C M (AC) / C M R
TOTAL	SCT	abc - 1	CMT	

Fuente: Elaboración propia

Comparaciones múltiples de media distribución t- Dunn-Bonferroni

Al estudiar el comportamiento de los tratamientos de un factor, mediante un análisis de la varianza, el único objetivo es saber si, globalmente, dichos tratamientos difieren significativamente entre sí. Ahora estamos interesados, una vez aceptada la existencia de diferencias entre los efectos del factor, en conocer qué tratamientos concretos producen mayor efecto o cuáles son los tratamientos diferentes entre sí. En estas mismas.

$$x_{1k} - x_{2k} \pm t_{n_1+n_2-2, \alpha_p} \sqrt{s_k^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

Condiciones, puede ser útil también realizar comparaciones adicionales entre grupos de medias de los tratamientos.

Procesamiento de datos

Los paquetes estadísticos utilizados en este trabajo fueron:

SAS, Statistical Analysis System versión 9.4, pero a medida que este programa a incorporando nuevas capacidades la mayoría de las cuales no eran propiamente estadísticas, SAS ® pasó a convertirse en una sola palabra.

STATGRAPHICS Centurion 16, es una potente herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos con extraordinarios gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis que puede ser aplicado en cada una de las fases de un proyecto, desde los protocolos de gestión Sigma hasta los procesos de control de calidad.

CAPITULO VI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Codificación de los tratamientos

a1: Biol

a2: Compost

a3: Guano de isla

b1: Suelos humíferos (I)

b2: Suelos limosos (II)

b3: Suelos arcillosos (III)

c1: Riego por aspersión

c2: Riego por goteo

c3: Riego

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

i) Prueba de bloque (tipos de suelo)

- Hipótesis para el factor suelo H_0 : los tratamientos del factor suelo no produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. H_a : por lo menos uno de los tratamientos del factor suelo produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa.

ii) Prueba de los factores o tratamientos

- Hipótesis para el factor abono orgánico H_0 : los tratamientos del factor de abono orgánico no producen efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. H_a : por lo menos uno de los tratamientos del factor abono produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa.
- Hipótesis para el factor riego H_0 : los tratamientos del factor riego no produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. H_a : por lo menos uno de los tratamientos del factor riego produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa.
- Hipótesis para la combinación de tratamiento de los factores H_0 : la combinación de tratamiento de los factores de abonos orgánicos y riegos no produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa H_a : por lo menos una combinación de tratamientos de los factores abono orgánico y riego produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de la alfalfa.

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

4.2. Estadístico de prueba ANOVA.

Tabla 8, se observa el ANOVA precedente, podemos afirmar que existe diferencia estadística Altamente significativa ($P \leq 0.01$), esto implica que las variables independientes influyen (abono, riego) sobre la variable dependiente Y (ALTURA DE ALFALFA), es decir las variables en estudio son dependientes, esto afirma que el modelo es bueno y para ratificar ésta aseveración se calcula el coeficiente de determinación (R^2).

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Y Mean
0.847367	13.01983	4.849742	37.24889

TABLA 8: PRUEBA ANOVA DE VARIABLE DEPENDIENTE: (Y) ALTURA DE ALFALFA

F. de V.	G.L	S.M.	C.M.	F. VALUE	Pr > F
Modelo	10	16191.29733	1619.1297	68.84	<.0001
error	124	2916.48	23.53		
Total corregido	134	19107.77733			

FUENTE: Elaborado por el equipo.

4.3. Estadístico de prueba ANOVA altura de alfalfa.

Tabla 9, se observa que todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de crecimiento de altura de alfalfa (cm) en contribuciones debidas a varios factores, puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 6 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre CRECIMIENTO con un 95.0% de nivel de confianza.

TABLA 9: Análisis de Varianza para crecimiento de altura

<i>F.V</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G.L.</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
BLOQUES (Tipos de suelo)	14025.9	2	7012.95	1764.79	0.0000
ABONOS	1595.83	2	797.914	200.79	0.0000
RIEGOS	355.929	2	177.965	44.78	0.0000
INTERACCIONES					
ABONOSY RIEGOS	213.636	4	53.4089	13.44	0.0000
RESIDUOS	460.962	116	3.97381		
TOTAL	19107.8	134			

Fuente: Elaborado por el equipo.

Decisión

- Para la hipótesis del factor suelo se rechaza la hipótesis nula (H_0) los tratamientos del factor suelo produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. y se acepta la hipótesis alterna (H_a) por lo menos uno de los tratamientos del factor suelo produce efectos significativos en el crecimiento de alfalfa.
- Para la hipótesis del factor abono orgánico se rechaza la hipótesis nula (H_0) los tratamientos del factor suelo produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. y se acepta la hipótesis alterna (H_a) por lo menos uno de los tratamientos del factor abono orgánico produce efectos significativos en el crecimiento de alfalfa.
- Para la hipótesis del factor tipos de riego se rechaza la hipótesis nula (H_0) los tratamientos del factor suelo produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. y se acepta la hipótesis alterna (H_a) por lo menos uno de los tratamientos del factor tipos de riego produce efectos significativos en el crecimiento de alfalfa.
- Para la hipótesis de la combinación de tratamientos se rechaza la hipótesis nula (H_0) la combinación de tratamientos de los factores abono orgánico y tipos de riego no produce efectos significativos en los niveles de crecimiento de alfalfa. y se acepta la hipótesis alterna (H_a) por lo menos uno de los tratamientos del factor tipos de abonos orgánicos y tipos de riego produce efectos significativos en el crecimiento de alfalfa.

Cuadro de estimaciones entre abonos y riegos

A	C	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
a1	c1	75,740	,232	75,281	76,199
	c2	58,200	,232	57,741	58,659
	c3	55,400	,232	54,941	55,859
	c1	37,000	,232	36,541	37,459
	c2	35,660	,232	35,201	36,119
	c3	36,160	,232	35,701	36,619
	c1	27,340	,232	26,881	27,799
	c2	27,140	,232	26,681	27,599
	c3	25,200	,232	24,741	25,659
a2	c1	48,120	,232	47,661	48,579
	c2	45,580	,232	45,121	46,039
	c3	43,800	,232	43,341	44,259
	c1	36,400	,232	35,941	36,859
	c2	36,440	,232	35,981	36,899
	c3	36,420	,232	35,961	36,879
	c1	25,100	,232	24,641	25,559
	c2	26,000	,232	25,541	26,459
	c3	25,080	,232	24,621	25,539
a3	c1	43,660	,232	43,201	44,119
	c2	42,400	,232	41,941	42,859
	c3	42,000	,232	41,541	42,459
	c1	35,660	,232	35,201	36,119
	c2	33,080	,232	32,621	33,539
	c3	32,000	,232	31,541	32,459
	c1	26,200	,232	25,741	26,659
	c2	25,620	,232	25,161	26,079
	c3	24,400	,232	23,941	24,859

Fuente: Elaborado por el equipo

Tablas basadas en medias observadas, la diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

(I) A	(J)A	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
a1	a2	6,100*	,1092	,000	5,834	6,366
	a3	8,091*	,1092	,000	7,826	8,357
a2	a1	-6,100*	,1092	,000	-6,366	-5,834
	a3	1,991*	,1092	,000	1,726	2,257
a3	a1	-8,091*	,1092	,000	-8,357	-7,826
	a2	-1,991*	,1092	,000	-2,257	-1,726

Fuente: Elaborado por el equipo

(I) B	(J)B	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
b1	b2	15,120*	,1092	,000	14,854	15,386
	b3	24,758*	,1092	,000	24,492	25,023
b2	b1	-15,120*	,1092	,000	-15,386	-14,854
	b3	9,638*	,1092	,000	9,372	9,903
b3	b1	-24,758*	,1092	,000	-25,023	-24,492
	b2	-9,638*	,1092	,000	-9,903	-9,372

Fuente: Elaborado por el equipo

(I) C	(J)C	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
c1	c2	2,789*	,1092	,000	2,523	3,054
	c3	3,862*	,1092	,000	3,597	4,128
c2	c1	-2,789*	,1092	,000	-3,054	-2,523
	c3	1,073*	,1092	,000	,808	1,339
c3	c1	-3,862*	,1092	,000	-4,128	-3,597
	c2	-1,073*	,1092	,000	-1,339	-,808

Fuente: Elaborado por el equipo

Todas las comparaciones entre abonos y riegos son significativas aun intervalo de confianza de 95%.

PRUEBA DE BONFERRONI**Comparaciones de medias en Bonferroni**

TABLA 10: Análisis de la Variable: (Y) crecimiento de altura de ALFALFA

Fuente: Elaboración propia

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V.
135	24	76	37.2488889	11.9413296	1.027746	32.058217

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPO DE SUELOS

TABLA 11: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA EN EL TIPO DE SUELO HUMIFERO.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	42.00000	76.00000	50.5444444	10.5561605	1.5736195	20.8849076

Fuente: Elaboración propia

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPOS DE ABONOS ORGANICOS

TABLA 12: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON BIOL

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.00000	76.00000	41.9733333	16.5194018	2.462567	39.3568976

Fuente: Elaboración propia

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

TABLA 13: Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON RIEGO POR INUNDACION.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.000000	76.00000	39.460000	14.969019	2.231449	37.934666

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de Múltiple Rangos para el crecimiento de alfalfa por BLOQUES

Tabla 14, aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

TABLA 14: Método: 95.0 porcentaje LSD

BLOQUES	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Suelo Arcilloso	45	25.7778	0.297165	c
Suelo Limo	45	35.4244	0.297165	b
Suelo Humífero	45	50.5444	0.297165	a

Fuente: Elaboración propia

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Humífero - limo	*	15.12	0.832368
Humífero - arcilloso	*	24.7667	0.832368
Limo- arcilloso	*	9.64667	0.832368

* indica una diferencia significativa.

ANÁLISIS DEL MEJOR TRATAMIENTO

TIPOS DE SUELO (BLOQUE)	TOTAL	MEDIAS
Humífero	45	50.5444
ABONOS		
Biol	45	41.9733
RIEGOS		
Riego por aspersión	45	39.46

El mejor tratamiento en suelo humífero aplicando el abono biol y sistema de riego por aspersión.

FIGURA 13: Datos en promedio de altura de alfalfa de cada sub parcela.

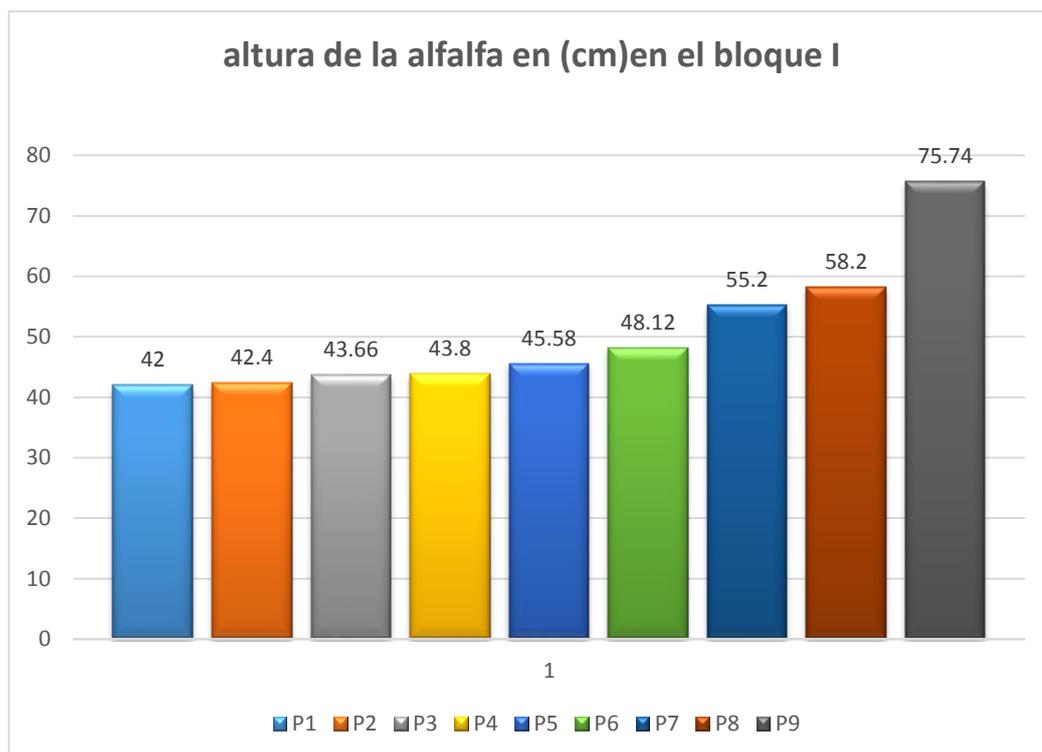
ABONO	RIEGOS	SUELOS		
		b1	b2	b3
a1	c1	75.74	37	27.34
	c2	58.2	35.66	27.14
	c3	55.4	36.16	25.2
a2	c1	48.12	36.4	25.1
	c2	45.58	36.44	26
	c3	43.8	36.42	25.08
a3	c1	43.66	35.66	26.2
	c2	42.4	33.08	25.62
	c3	42	32	24.4

Fuente: Elaboración del equipo

REPRESENTACIONES GRAFICAS DEL CRECIMIENTO DE ALFALFA

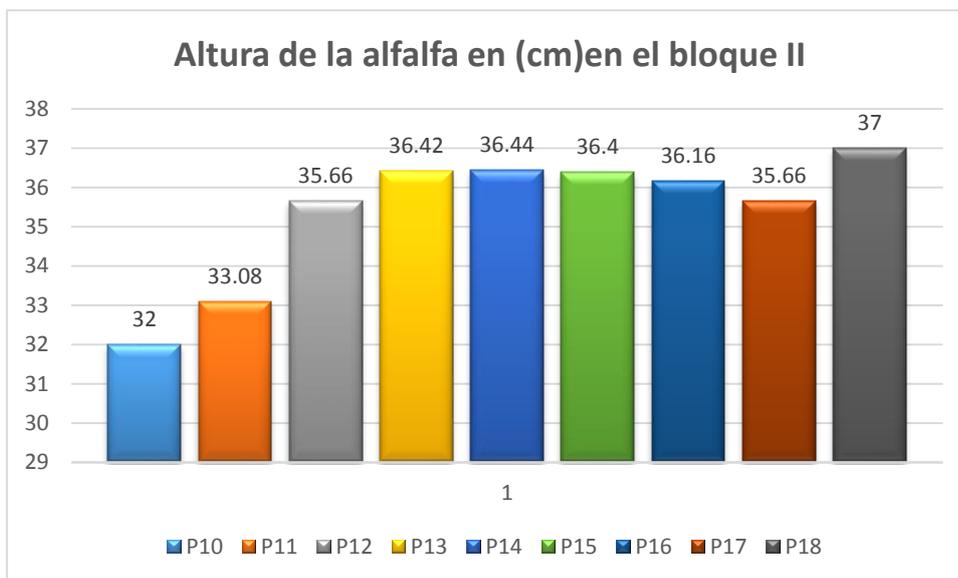
En la figura 14, se observa las Alturas de alfalfa en cm el cual se obtuvo en un suelo húmico de las cuales el promedio más alto fue de 75.74 cm.

FIGURA 14: Altura de la alfalfa en suelo húmico



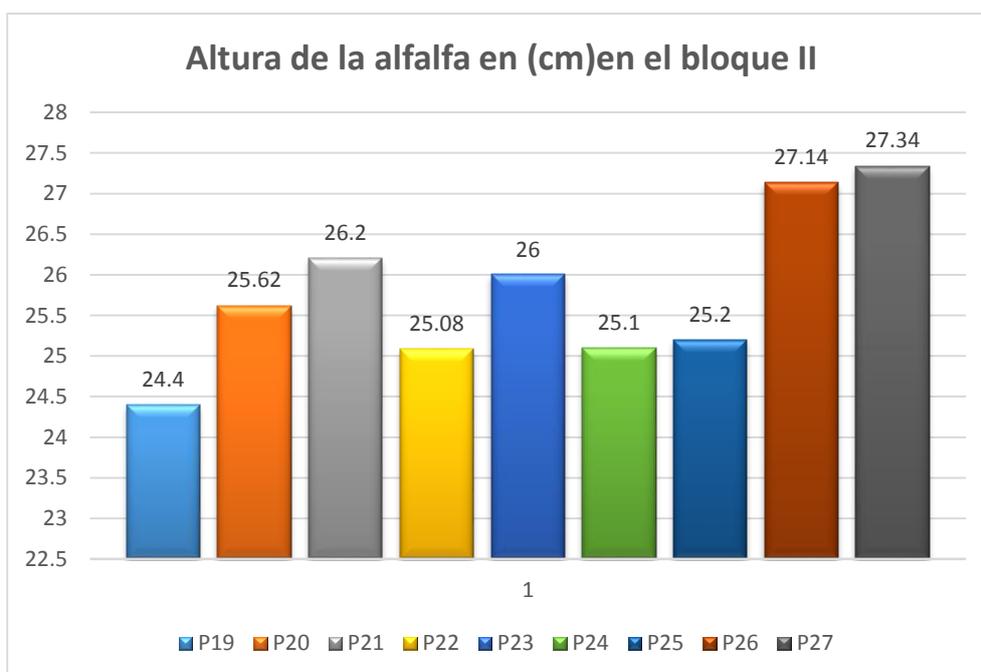
En la figura 15, se observa las Alturas de alfalfa en cm el cual se obtuvo en un suelo limoso de las cuales el promedio más alto fue de 37 cm.

FIGURA 15: Altura de la alfalfa en suelo limoso



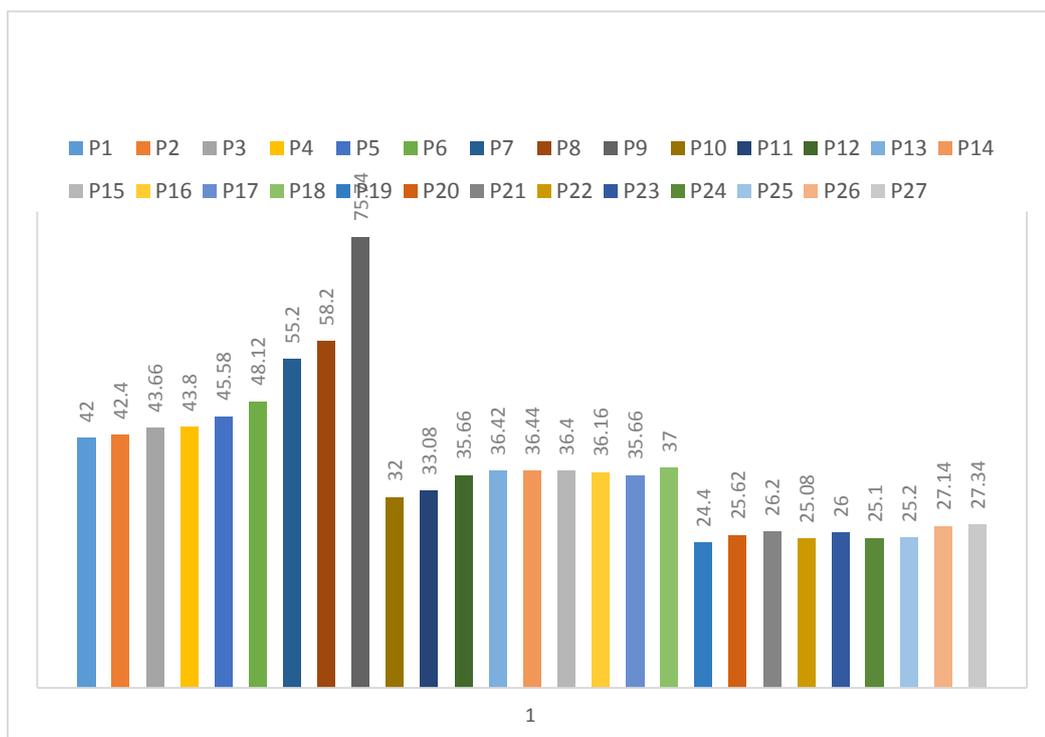
En la figura 16, se observa las Alturas de alfalfa en cm el cual se obtuvo en un suelo arcilloso de las cuales el promedio más alto fue de 27.34 cm.

FIGURA 16: Altura de la alfalfa en suelo arcilloso



En la figura 17, se observa las Alturas de alfalfa de los 3 bloques el cual el más resaltante es de 75.74 cm.

FIGURA 17: Resumen de Alturas de alfalfa (cm)



DISCUSIÓN

En el presente capítulo se analiza y se discute los resultados obtenidos en capítulo anterior, con el propósito de sustentar el logro de los objetivos. En el presente trabajo de investigación se ha mostrado la importancia Determinar la mejor combinación de abonos orgánicos, tipos de suelo y riego para mejorar el crecimiento (cm) de la productividad de Alfalfa en la Provincia de Melgar, lo cual se analizó con el método utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo al Azar Bi-Factorial con 3 niveles cada una y un bloque con 3 niveles, el cual ayudo a desarrollar el trabajo de investigación.

En la PRUEBA ANOVA DE VARIABLE DEPENDIENTE: (Y) ALTURA DE ALFALFA se observa el resumen del análisis de varianza para el crecimiento de altura (cm) de alfalfa, el análisis de varianza muestra que para los tipos de suelo (bloques) es significativos.

ANOVA completo altura de alfalfa, se observa que todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de crecimiento de altura de alfalfa (cm) en contribuciones debidas a varios factores, puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 6 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre crecimiento con un 95.0% de nivel de confianza. Análisis del mejor tratamiento, el mejor tratamiento en suelo húmifero aplicando el abono biol y sistema de riego por aspersión, la producción de alfalfa aumentó

satisfactoriamente, utilizando los tratamientos, para que aumente la producción de leche la carne, lana y la economía familiar.

A comparación Grijalva, Manifiesta que el cultivo de alfalfa en el ecuador en las explotaciones medianas y pequeñas se lo viene realizando de manera relativa empírica, en donde el uso de fertilizantes, variedades mejoradas, insecticidas, riegos y manejos adecuados de cortes no son tareas cotidianas, lo que han conducido a obtener bajos rendimientos productivos. Además, se estima que un cultivo de alfalfa puede ser económicamente rentable por seis o más años y en condiciones excepcionalmente favorables por treinta años. En el medio, los alfalfares de tres o cuatro años comienzan a decrecer su producción, debido fundamentalmente a la falta de nutrientes en el suelo, obligando al agricultor a realizar una nueva siembra, de esta manera se encarece los costos de producción.

También Camasca, Afirma que el guano de isla conserva un lugar de importancia entre los abonos orgánicos comerciales, debido a su producción y sus cualidades fertilizantes excepcionales en el cual influyo bastante en la experimentación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son:

1: Se concluye que la experimentación, que el efecto de rendimiento a una altura de alfalfa de 75.54 cm, que fueron tratados con el abono biol y un sistema de riego por aspersión en un suelo húmífero, ya que esta planta perenne crece de 10 a 80 cm de altura tolera el calor y es bastante resistente a la sequía también soporta bajas temperaturas.

2: El abono orgánico que más se adaptó para el crecimiento de altura (cm) de la alfalfa W350 es el biol con una media mayor 41.97 a diferencia del compost y guano de isla seguido del tipo de suelo que favorece el crecimiento de altura (cm) de la alfalfa W350 es el tipo de suelo húmífero con una media mayor 39.46 a diferencia del riego por goteo e inundación.

3: El sistema de riego que apoya en el crecimiento de altura (cm) de la alfalfa W350 influyó el sistema de riego por aspersión con una media mayor 50.54 a diferencia de los suelos limo y arcilloso.

4: la producción de alfalfa aumentó satisfactoriamente, utilizando los tratamientos, para que aumente la producción de leche la carne y lana.

RECOMENDACIONES

Para las condiciones del altiplano de Puno en la provincia de Melgar en que se realizó el presente trabajo de investigación, se recomienda:

1. Cultivar la alfalfa (*Medicago sativa L.*) De la variedad W350 en el suelo húmido que es tierra negra abonando con biol y con un riego por aspersión.
2. Realizar trabajos de investigación empleando nuevas variedades de alfalfa en las cuatro estaciones del año, para ampliar la información sobre el comportamiento de este cultivo que es importante para el consumo de animales como vacuno, ovino entre otros ya que será beneficioso para la producción de leche y engorde.

REFERENCIAS

- Aceldo, A. (2011). Evaluación de la efectividad del riego, mediante la utilización de tres tipos de aspersores en zona con alta incidencia de viento, en parcelas con mezcla forrajera de pastos en cantón Cayambe, provincia Pichincha. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carchi, Ecuador.
- Aduvire, L. (2007). Producción de alfalfa (*Medicago sativa* L. var. Ranger) con biol y fertifol en la comunidad campesina de Moro-Puno. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Agronovida, (2010). Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) en fase de vivero.
- Aparcana, S. (2008). Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso.
- Argote, G. (2004). El Cultivo de Alfalfa, Instalación, Producción y Manejo. Puno: Boletín N° 01. INIA. Estación experimental Illpa.
- Basaure, P. (2006). Abono líquido. www.cepac.org.bo/moduloscaf/Cpdf
- Becker, G. (2011). Alfalfa. Consultado 20-febrero -2017. Disponible en: www.biblioteca.org.or/libros/210137.pdf.
- Belizario, N. (2006). Efecto del estiércol y biol en el establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la comunidad de campesina de San Cristobal del distrito de Capachica. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Benítez, A. (1986). Pastos y forrajes. Universitaria. Universidad Central del Ecuador.
- Botanical. (2010), Beneficios de la alfalfa. Consultado 30-abril-2017. Disponible en <http://www.botanical-online.com/medicinalsalfalfa.htm>.
- BUSMAN, L.; LAMB, J.; RANDALL, G.; REHM, G.; SCHMITT, M. (2002). Naturaleza del fósforo en los suelos. Universidad de Minnesota. En la web: <http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrientmanagement/phosphorus/the-nature-ofphosphorus/index.html>. Consulta: 30 de abril de 2017.
- Camasca, A. (1984). "Horticultura Práctica" Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – COCYTEC. Ayacucho – Perú.
- Caritas del Perú. (2011). Alfalfa Alto andina -W350. Desarrollo ganadero en zonas alto andinas con la introducción del cultivo de alfalfa dormante de seco. Puno, Perú.
- Choque, J. (2002). Producción y Manejo de Especies Forrajeras. Puno: Sagitario.
- Choque, J. (2005). Producción y manejo de especies forrajeras. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. 1ra ed. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
- Crespo, G. (2004). "Comportamiento y perspectivas de los métodos de evaluación y control de la fertilidad de los suelos". Revista Cubana de Ciencia Agrícola. La Habana, volumen 38.

D'ATTELLIS, J. (2005). Alfalfa (*Medicago sativa L*) producción de semilla Tinogasto, Catamarca. Consultado 1 de abril del 2017. Disponible en <http://www.produccion%20de%20Alfalfa.com>.

Del Pozo, M. (1983). La Alfalfa su Cultivo y Aprovechamiento. Madrid: Mundi-Prensa. Fermentación anaeróbica para producción de biogás.

Fuentes, J. (2003). Técnicas de riego, 4ta Edición. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.

FUNDACIÓN PRODUCE NAYARIT (2010) riego por gravedad o inundación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Grijalva, J. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Quito, Ecuador. 540 p.

Guanopatín, M. (2012) Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa. Tesis Ingeniero Agrónomo universidad técnica de Ambato-Ecuador.

Infoagro. (2002). El cultivo de alfalfa. Consultado el 18 –abril-2017. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/alfalfa.htm>.

INIA. (2005), Producción de Biol abono líquido natural y ecológico. Consultado 25-abril-2017.

<http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach>.

Keller y Bliesner. (1990). Espolvorear y Riego por Goteo.

Mamani, E. (2016). Efecto de la frecuencia y altura de corte en la producción de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en dos tipos de suelo. Tesis de ingeniero agrónomo Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Meza, A. (1999). Primer año de evaluación de variedades de alfalfa con riego por goteo. Memorias del Cuarto Simposium Internacional de Fertilización. Guadalajara, Jalisco, México.
- Nardi, A. (1999), Comparación de diferentes métodos de utilización de una pastura de alfalfa con vacas lecheras. Consultado 11 enero -2017. Disponible en <http://agrarias.tripod.com/forrajeras.htm>
- Pastrana, S. (1992). Establecimiento de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales y Rendimiento de Alfalfa (*Medicago sativa L.*) Y *Dactyloctenium aegyptium* en tesis de agronomía. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Proabonos, (2007). Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas. Consultado 03 de marzo de 2017. [http:// www. Preabonos.gob.pe.](http://www.Preabonos.gob.pe) el 03 de marzo de 2017.
- Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.
- Quiroga, G. (2000). Manejo de la alfalfa en producción. Manual para diseño de zonas de riego pequeñas. Primera Edición IMTA – Jiutepec, Morelos México.
- REHM, G.; SCHMITT, M. (2002). Potasio para la producción de cultivos.
- Restrepo, J y Rodríguez, J. (2002). El suelo, la vida y los abonos orgánicos, editorial enlace, Managua, Nicaragua.

Rodríguez, R. (2011). Fisiología vegetal. Consultado 20 febrero 2017.
<http://www.slideshare.net/fmedin1/fisiologiavegetal-5web>.

Sigagro (Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria, AR). (2007).
Aplicaciones en el Sector Agropecuario. Consultado en:
www.siagro.com.ar.

Somohano. M. (2003). Sistema de goteo con cinta enterrada para la
producción de forrajes. ENGALEC. Torreón, Coah. México.

Spiller. (2007). Cultivo de alfalfa. Consultado el 28 marzo 2017 en:
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/22/7Am22.htm>

Suquilanda, M. (1996). Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro.
Quito.

Tarjuelo, J. (2005). El Riego por Aspersión y su Tecnología.

Tayupanda, B. (2009). Elaboración de una propuesta metodológica
participativa para la tecnificación del riego parcelario en la zona de Césele
- Chimborazo.

Tecnología Química y Comercio (TQC). (2005). El biol. Consultado el 20-
marzo- 2017. <http://www.tqc.com.pe/uploads/fichas/agricola/biol.pdf>.

Wong, V. (2007) Diseño Completamete Aleatorio.

Zambrano L. (2003). Efecto del biol.). Consultado el 18- febrero- 2017.

ANEXOS

COMPARACIONES DE MEDIAS EN BONFERRONI

Análisis de la Variable: (Y) crecimiento de altura de ALFALFA

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
135	24.0000	76.0000	37.24889	11.94133	1.02775	32.05822

Fuente: Elaboración propia.

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPO DE SUELOS

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA EN EL TIPO DE SUELO HUMIFERO.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	42.0000	76.0000000	50.5444444	10.5561605	1.5736195	20.8849076

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA EN EL TIPO DE SUELO LIMO.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	32.000000	37.000000	35.424444	1.6722543	0.249284	4.7206224

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA EN EL TIPO DE SUELO ARCILLA.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.000000	27.500000	25.7777778	1.1261134	0.1678711	4.3685432

Fuente: Elaboración propia.

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPOS DE ABONOS ORGANICOS

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON BIOL

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.00000	76.00000	41.9733333	16.5194018	2.462567	39.3568976

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON COMPOST

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.00000	48.200000	35.882222	8.52904	1.271435	23.769567

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON GUANO DE ISLA.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.0000	44.0000	33.891111	7.23626670	1.0787189	21.351518

Fuente: Elaboración propia.

EL PROCEDIMIENTO MEDIAS EN TIPOS DE ABONOS ORGANICOS

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON RIEGO POR INUNDACION.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.00000	76.00000	39.46000	14.9690195	2.23144	37.93466

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON RIEGO POR GOTEO.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	25.00000	59.00000	36.68000	10.2175784	1.52314	27.85599

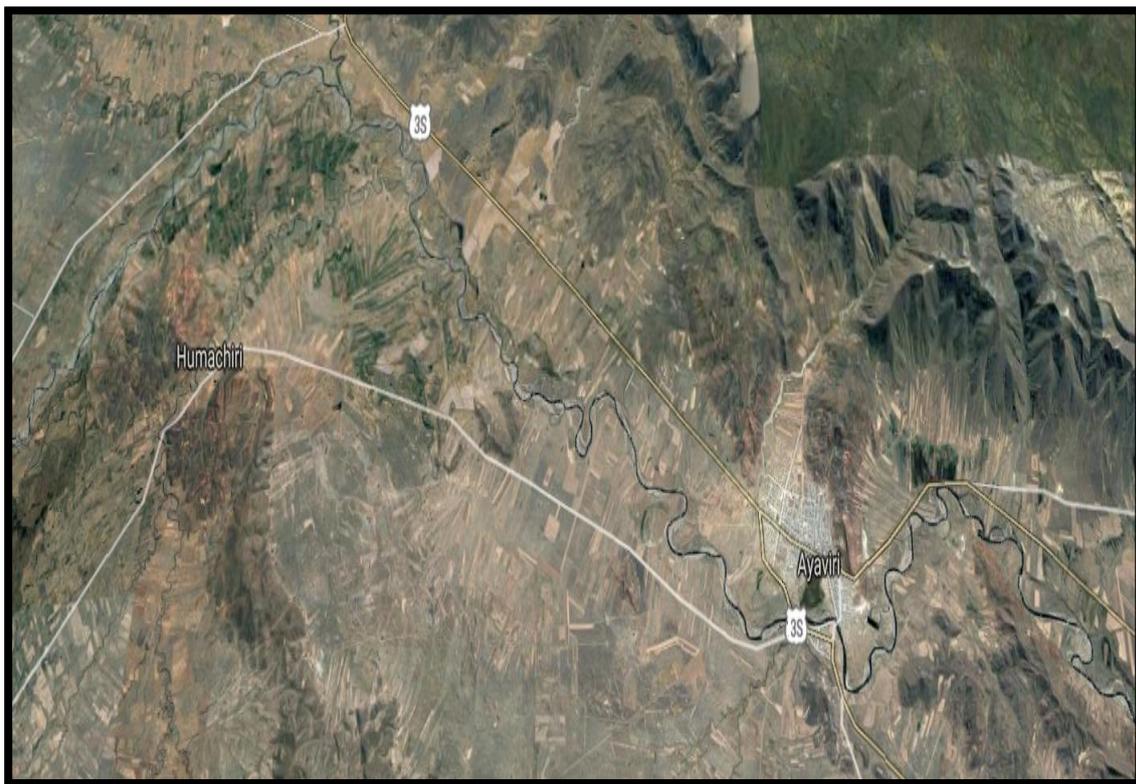
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Variable: (Y) CRECIMIENTO DE ALTURA DE ALFALFA CON RIEGO POR INUNDACION.

n	Mínimo	Máximo	Promedio	Coef. De dev std.	Error std	C.V
45	24.000000	55.400000	35.606666	9.884731	1.473528	27.760899

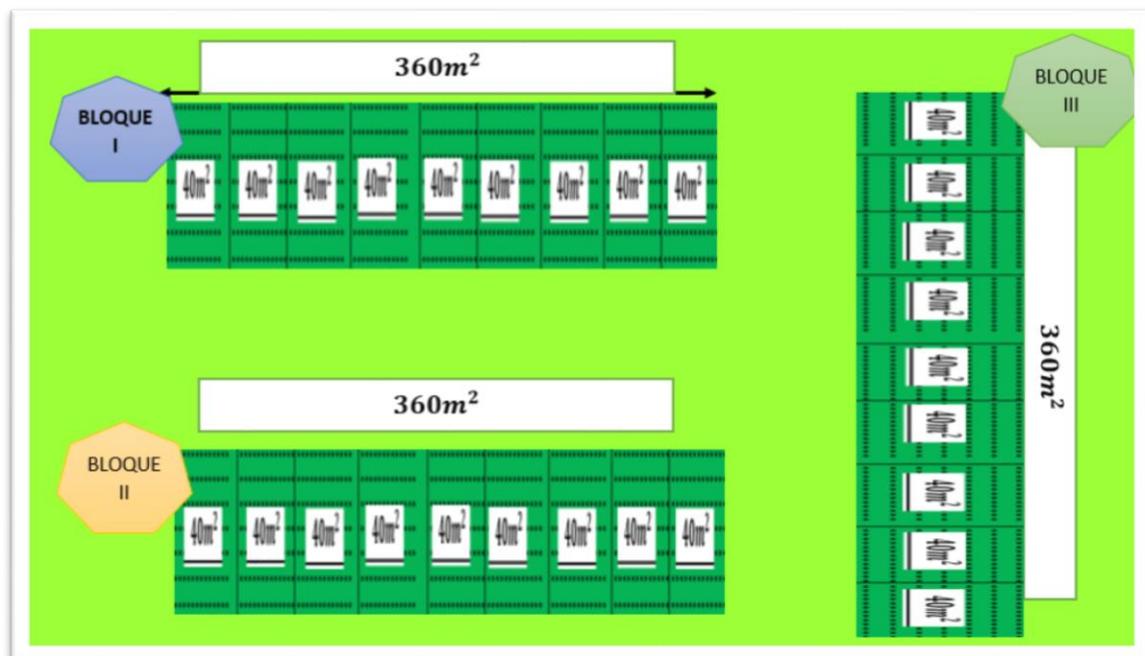
Fuente: Elaboración propia.

UBICACIÓN GEOGRAFICA



FUENTE: google maps

ANEXO: CROQUIS DE CAMPO



Anexo: Aplicación de tratamientos

I	GUANO (A3)			COMPOST (A2)			BIOL (A1)		
	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	SUELO HUMIFERO B1								
II	GUANO (A3)			COMPOST (A2)			BIOL (A1)		
	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	SUELO LIMO B2								
III	GUANO (A3)			COMPOST (A2)			BIOL (A1)		
	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1	INUNDACION c3	GOTEO c2	ASPERSION c1
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
	SUELO ARCILLA B3								

Fuente: Elaboración propia.

Anexo: Recolección de datos AL AZAR

A	C	B		
		b1(I)	b2 (II)	b3 (III)
a1	c1	76	37	27.3
		76	37	27
		75.4	37	27.5
		76	37	27.5
		75.3	37	27
	c2	59	35	27
		58	35.6	27.5
		58	35	27.2
		58	36	27
		58	36.7	27
	c3	55.4	36.8	24
		55.4	36	25
		55.4	36	25
		55.4	36	26
		55.4	36	26
a2	c1	48.2	36.5	26.7
		48.1	36.5	25.8
		48.1	36.5	24
		48.1	36.5	24
		48.1	36	25
	c2	46	36.7	26
		46	36.5	26
		45.3	36.5	25
		45.3	36.5	26
		45.3	36	27
c3	44	36.5	26	

		44	36.6	25
		43	36.5	24.4
		44	36.5	25
		44	36	25
a3	c1	43.5	36.1	27
		43.4	36.2	26
		43.4	36	26
		44	35	25
		44	35	27
	c2	42	33.5	26.4
		42	33.4	26.5
		43	33.5	25
		43	33	25
		42	32	25.2
	c3	42	32	24
		42	32	25
		42	32	24
		42	32	24
		42	32	25

Fuente: Elaboración propia.

Anexo: Datos al azar sin tratamientos

A	C	B		
		b1	b2	b3
a1	c1	36	28	15
		28	24	18
		39	28	16
		27	19	17
		39	18	15
	c2	34	26	15
		30	19	17
		31	25	18
		36	24	16
		34	27	11
	c3	37	15	14
		36	24	18
		34	25	14
		33	18	14
		26	17	17
a2	c1	26	15	11
		37	23	11
		30	26	13
		36	24	18
		39	24	18
	c2	40	18	11
		27	15	12
		28	20	14
		32	23	18
		40	24	12
	c3	40	19	14
		36	17	16
		34	17	17
		29	21	16
		39	23	13
a3	c1	38	19	16
		36	16	11
		33	21	14
		40	18	14
		38	25	16
	c2	32	19	13
		26	16	14
		26	28	15
		30	21	15
		35	16	15
	c3	26	25	11
		28	16	14
		35	28	13
		31	25	12
		36	19	12

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO: Semilla de alfalfa W-350



Fuente: Foto propia.

ANEXO: Selección de terreno de terreno



Fuente: Foto propia.

ANEXO: Volteo de tierra para la siembra de alfalfa



Fuente: Fotos propias.

ANEXO: Boques de alfalfa



ANEXO : APLICACIÓN DE RIEGO



ANEXO: SACANDO MUESTRA AL AZAR



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO: MEDICIONES DE ALTURA DE LA ALFALFA BLOQUE I



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10: MEDICIONES DE ALTURA DE LA ALFALFA BLOQUE II



ANEXO: MEDICIONES DE ALTURA DE ALFALFA BLOQUE III



Fuente: Elaboración propia.