

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE  
MARALFALFA (*Pennisetum sp.*) EN CONDICIONES DEL CENTRO  
POBLADO DE TINGUA, FUNDO CIESAM TINGUA, YUNGAY,  
ANCASH-2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. LUIS SMITH HINOSTROZA BAZÁN**

**ASESOR:**

**Dr. JUAN MOISÉS ROQUE GONZÁLEZ**

**HUARAZ – PERÚ**

**2023**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN TEL/FAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agronómica **LUIS SMITH HINOSTROZA BAZAN**, denominada: "EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE MARALFALFA *Pennisetum sp.* EN CONDICIONES DEL CENTRO POBLADO DE TINGUA, FUNDO CIESAM TINGUA, YUNGAY, ANCASH-2021", asesorado por el Dr. **JUAN MOISÉS ROQUE GONZÁLEZ**, Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

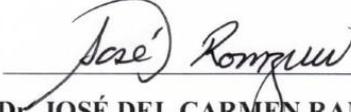
APROBADO

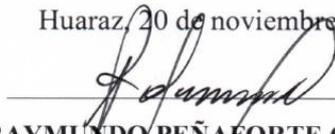
CON EL CALIFICATIVO (\*)

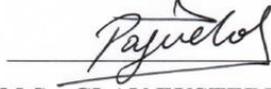
DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificada APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 20 de noviembre de 2023.

  
Dr. JOSÉ DEL CARMEN RAMÍREZ  
MALDONADO  
PRESIDENTE

  
Dr. RAYMUNDO PEÑAFORTE CAMONES  
CARRILLO  
SECRETARIO

  
M.Sc. CLAY EUSTERIO PAJUELO  
ROLDÁN  
VOCAL

  
Dr. JUAN MOISÉS ROQUE GONZÁLEZ  
ASESOR

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYAN TEL/FAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada "EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE MARALFALFA *Pennisetum sp.* EN CONDICIONES DEL CENTRO POBLADO DE TINGUA, FUNDO CIESAM TINGUA, YUNGAY, ANCASH-2021", presentada por el Bachiller en Ciencias de Ingeniería Agronómica LUIS SMITH HINOSTROZA BAZAN, y sustentada el día 20 de NOVIEMBRE del 2023, con Resolución Decanatural N° 494-2023 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 20 de noviembre de 2023.

Dr. JOSÉ DEL CARMEN RAMÍREZ MALDONADO

PRESIDENTE

Dr. RAYMUNDO PEÑAFORTE CAMONES CARRILLO

SECRETARIO

M.Sc. CLAY EUSTERIO PAJUELO ROLDÁN

VOCAL

Dr. JUAN MOISÉS ROQUE GONZÁLEZ

ASESOR

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

EVALUACION DE TRES METODOS DE PROPAGACION DE MARALFALFA (Pennisetum sp.) EN CONDICIONES CENTRO POBLADO DE TINGUA, FUNDO CIESAM TINGUA,

Presentado por: HINOSTROZA BAZAN LUIS SMITH

con DNI N°: 76380142

para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : .....18% de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).**

| Porcentaje              |                   |                                                                                                                                                                                           |                                     |
|-------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Trabajos de estudiantes | Tesis de pregrado | Evaluación y acciones                                                                                                                                                                     | Marque con una x                    |
| Del 1 al 30%            | Del 1 al 25%      | Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Del 31 al 50%           | Del 26 al 50%     | Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.                                                  | <input type="checkbox"/>            |
| Mayores a 51%           | Mayores a 51%     | El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado. | <input type="checkbox"/>            |

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 07/12/2023



FIRMA

Apellidos y Nombres: ROQUE GONZALES JUAN MOISES

DNI N°: 08432055

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis Maralfalfa de Luis Smith Hinostroz a Bazán.docx**

AUTOR

**LUIS SMITH HINOSTROZA BAZAN**

RECUENTO DE PALABRAS

**16695 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**88242 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**92 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**24.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Dec 6, 2023 3:39 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Dec 6, 2023 3:40 PM GMT-5****● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Por ser mi guía, mi fortaleza y porque su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

### **A mi querida madre Lucy Nery Hinostroza Bazán**

Por darme la vida, quererme mucho, por creer en mí, por sus sacrificios, dedicación, apoyo moral, motivación, los ánimos de seguir adelante para concluir mi carrera profesional.

### **A mis queridos abuelos Rosa Bazán Minaya y Luis Eleoterio Hinostroza Gonzales**

Por su cariño y apoyo incondicional, que día a día me alentaban a nunca rendirme y cumplir mis metas.

### **A toda mi familia**

Porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento, hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

**LUIS SMITH HINOSTROZA BAZÁN**

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento especial a mi alma mater, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a sus docentes que me impartieron sus conocimientos durante toda mi carrera profesional.

Agradecimiento a mi asesor de tesis, Dr. Juan Moisés, Roque González, por su colaboración y orientación en realizar mi trabajo de investigación, por su guía y sugerencias con su amplio conocimiento académico y profesional.

Agradecimiento a mis jurados de tesis, el Dr. Raymundo Peñaforte Camones Carrillo, al Ing. Clay Eusterio Pajuelo Roldan y al Dr. José del Carmen Ramírez Maldonado, por su tiempo y dedicación en la supervisión durante la ejecución de mi trabajo de investigación y las sugerencias para culminar el informe final de tesis.

## Índice

|                                                            |          |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Dedicatoria.....                                           | ii       |
| Agradecimiento.....                                        | iii      |
| Índice .....                                               | vi       |
| Índice de Tablas.....                                      | xi       |
| Índice de Figuras .....                                    | xiv      |
| Índice de Anexos.....                                      | xv       |
| Resumen .....                                              | xvi      |
| Abstract .....                                             | xvii     |
| <b>I. Introducción .....</b>                               | <b>1</b> |
| 1.1. Formulación del Problema .....                        | 2        |
| 1.2. Objetivos.....                                        | 2        |
| 1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....                       | 2        |
| 1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....                  | 2        |
| 1.3. Justificación.....                                    | 2        |
| 1.4. Hipótesis .....                                       | 3        |
| <b>II. Marco Teórico .....</b>                             | <b>4</b> |
| 2.1. Antecedentes .....                                    | 4        |
| 2.2. Bases Teóricas.....                                   | 7        |
| 2.2.1. <i>Origen de la Maralfalfa</i> .....                | 7        |
| 2.2.2. <i>Clasificación Taxonómica</i> .....               | 8        |
| 2.2.3. <i>Cultivo de Maralfalfa y su Importancia</i> ..... | 8        |
| 2.2.4. <i>Valor Nutricional de la Maralfalfa</i> .....     | 9        |
| 2.2.5. <i>Características Botánicas</i> .....              | 10       |
| 2.2.6. <i>Condiciones Agroclimáticas</i> .....             | 11       |
| 2.2.7. <i>Suelo</i> .....                                  | 11       |
| 2.2.8. <i>Plagas</i> .....                                 | 11       |
| 2.2.9. <i>Enfermedades</i> .....                           | 12       |

|                                                                                                                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.10. Exigencias de Nutrición .....                                                                                                                                                                                             | 12        |
| 2.2.11. Labores Culturales .....                                                                                                                                                                                                  | 12        |
| 2.2.12. Valor Alimenticio de los Forrajes .....                                                                                                                                                                                   | 15        |
| 2.3. Definición de Términos .....                                                                                                                                                                                                 | 16        |
| <b>III. Materiales y Métodos.....</b>                                                                                                                                                                                             | <b>18</b> |
| 3.1. Materiales.....                                                                                                                                                                                                              | 18        |
| 3.1.1. Ubicación del Campo Experimental .....                                                                                                                                                                                     | 18        |
| 3.1.2. Material Genético de Propagación (Semillas) de Maralfalfa .....                                                                                                                                                            | 18        |
| 3.1.3. Materiales de Campo .....                                                                                                                                                                                                  | 18        |
| 3.1.4. Materiales de Laboratorio .....                                                                                                                                                                                            | 19        |
| 3.1.5. Equipos y Herramientas .....                                                                                                                                                                                               | 19        |
| 3.2. Metodología.....                                                                                                                                                                                                             | 19        |
| 3.2.1. Tipo de Investigación.....                                                                                                                                                                                                 | 19        |
| 3.2.2. Diseño de la Investigación Experimental .....                                                                                                                                                                              | 20        |
| 3.2.3. Población o Universo.....                                                                                                                                                                                                  | 20        |
| 3.2.4. Muestra y Unidad de Análisis .....                                                                                                                                                                                         | 20        |
| 3.2.5. Instrumento de Recopilación de Datos .....                                                                                                                                                                                 | 20        |
| 3.2.6. Diseño Estadístico.....                                                                                                                                                                                                    | 20        |
| 3.2.7. Análisis Estadístico .....                                                                                                                                                                                                 | 20        |
| 3.2.8. Modelo Aditivo Lineal .....                                                                                                                                                                                                | 21        |
| 3.2.9. Esquema del Análisis de Varianza.....                                                                                                                                                                                      | 21        |
| 3.2.10. Tratamientos .....                                                                                                                                                                                                        | 21        |
| Los tratamientos aplicados en el presente experimento, se presenta en la Tabla 4, constituidas por T1 estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada, T2 estacas con un nudo enterrados horizontalmente y T3 esquejes. .... |           |
|                                                                                                                                                                                                                                   | 21        |
| 3.2.11. Randomización .....                                                                                                                                                                                                       | 22        |
| 3.2.12. Campo Experimental .....                                                                                                                                                                                                  | 23        |
| 3.2.13. Descripción del Campo Experimental .....                                                                                                                                                                                  | 23        |
| 3.2.14. Unidad Experimental o Parcela .....                                                                                                                                                                                       | 24        |
| 3.2.15. Características de la Unidad de Experimental .....                                                                                                                                                                        | 24        |
| 3.2.16. Parámetros Evaluados .....                                                                                                                                                                                                | 25        |
| 3.3. Procedimientos.....                                                                                                                                                                                                          | 26        |
| 3.3.1. Análisis de Suelo.....                                                                                                                                                                                                     | 26        |
| 3.3.2. Preparación del Terreno .....                                                                                                                                                                                              | 26        |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.3. <i>Delimitación del Campo Experimental</i> .....             | 26        |
| 3.3.4. <i>Recolección del Material Vegetativo</i> .....             | 27        |
| 3.3.5. <i>Siembra</i> .....                                         | 27        |
| 3.3.6. <i>Abonamiento</i> .....                                     | 27        |
| 3.3.7. <i>Control de Malezas</i> .....                              | 27        |
| 3.3.8. <i>Identificación de Enfermedades y Plagas</i> .....         | 28        |
| 3.3.9. <i>Aporque</i> .....                                         | 28        |
| 3.3.10. <i>Riego</i> .....                                          | 28        |
| 3.3.11. <i>Medida de la Altura y Conteo de Macollos</i> .....       | 28        |
| 3.3.12. <i>Cosecha</i> .....                                        | 28        |
| 3.3.13. <i>Recolecta de datos</i> .....                             | 28        |
| 3.3.14. <i>Materia Seca y Ceniza</i> .....                          | 28        |
| <b>IV. Resultados y Discusión</b> .....                             | <b>30</b> |
| 4.1. <b>Resultados</b> .....                                        | 30        |
| 4.1.1. <i>Análisis del Suelo</i> .....                              | 30        |
| 4.1.2. <i>Emergencia</i> .....                                      | 31        |
| 4.1.3. <i>Altura de Planta</i> .....                                | 33        |
| 4.1.4. <i>Número de Macollo</i> .....                               | 38        |
| 4.1.5. <i>Peso Promedio de Cosecha por Corte (kilogramos)</i> ..... | 45        |
| 4.1.6. <i>Rendimiento Kg/Ha</i> .....                               | 48        |
| 4.1.7. <i>Porcentaje de Materia Seca</i> .....                      | 49        |
| 4.1.8. <i>Ceniza</i> .....                                          | 50        |
| 4.1.9. <i>Análisis Económico del Cultivo</i> .....                  | 51        |
| 4.2. <b>Discusión</b> .....                                         | 52        |
| <b>V. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....                      | <b>55</b> |
| 5.1. <b>Conclusiones</b> .....                                      | 55        |
| 5.2. <b>Recomendaciones</b> .....                                   | 56        |
| <b>VI. Referencias</b> .....                                        | <b>57</b> |
| <b>VII. Anexos</b> .....                                            | <b>64</b> |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Taxonomía de la maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) .....                                                                                                                                  | 8  |
| Tabla 2: Composición química de la maralfalfa. ....                                                                                                                                                  | 10 |
| Tabla 3: Análisis de varianza para un Diseño de Bloque Completo al Azar. ....                                                                                                                        | 21 |
| Tabla 4: Tratamientos en estudio. ....                                                                                                                                                               | 22 |
| Tabla 5: Aleatorización de los tratamientos. ....                                                                                                                                                    | 22 |
| Tabla 6: Resultado del análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM. ....                                                                                        | 30 |
| Tabla 7: Análisis de varianza de la variante emergencia, a los 10 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ).....                                               | 31 |
| Tabla 8: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos de la variable emergencia a los 10 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )           | 31 |
| Tabla 9: Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ).....                                         | 33 |
| Tabla 10: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable altura de planta a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )    | 34 |
| Tabla 11: Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ).....                                        | 34 |
| Tabla 12: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) | 35 |
| Tabla 13: Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ).....                                       | 36 |

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 14: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable altura de planta a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )   | 36 |
| Tabla 15: Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )                                         | 38 |
| Tabla 16: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable número de macollo, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )  | 39 |
| Tabla 17: Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )                                         | 40 |
| Tabla 18: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )  | 40 |
| Tabla 19: Prueba de comparación de medias de Tukey para los bloques en la variable número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )       | 41 |
| Tabla 20: Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )                                        | 42 |
| Tabla 21: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable número de macollo, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) | 43 |
| Tabla 22: Análisis de varianza de la variable peso promedio de cosecha por corte del campo experimental, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> )   | 45 |
| Tabla 23: Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable peso promedio de cosecha por corte (kg), a los 135 días posterior a la siembra.                              | 46 |

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 24: Resultado del análisis de materia seca realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM.....            | 49 |
| Tabla 25: Resultado del análisis de determinación de ceniza realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM..... | 50 |
| Tabla 26: Utilidad neta y rentabilidad de los tratamientos del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ).....             | 51 |



## Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Croquis del campo experimental .....                                                                                                                                             | 23 |
| Figura 2: Croquis de un tratamiento.....                                                                                                                                                   | 24 |
| Figura 3: Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable de emergencia a los 10 días de sembrado del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) .....                                  | 32 |
| Figura 4: Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable altura de planta promedio (cm) del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) .....                                           | 37 |
| Figura 5: Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable número de macollo promedio del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) .....                                               | 44 |
| Figura 6: Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable peso promedio de cosecha por corte (kg), a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) | 47 |
| Figura 7: Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable rendimiento de cosecha por corte (Kg/Ha), de cada uno de los tratamientos. ....                                           | 48 |
| Figura 8: Variable de porcentaje de materia seca de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) .....                                                  | 49 |
| Figura 9: Variable de porcentaje ceniza de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.) .....                                                           | 50 |

## Índice de Anexos

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Resultado del análisis de suelo del campo experimental.....                                                                                                  | 64 |
| Anexo 2: Resultado de determinación de materia seca.....                                                                                                              | 65 |
| Anexo 3: Resultado de determinación de ceniza. ....                                                                                                                   | 66 |
| Anexo 4: Costo de producción del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) para el tratamiento 1 (T1) estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada..... | 67 |
| Anexo 5: Costo de producción del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) para el tratamiento 2 (T2) estacas con un nudo enterrados horizontalmente. ....      | 68 |
| Anexo 6: Costo de producción del cultivo de maralfalfa ( <i>Pennisetum sp.</i> ) para el tratamiento 3 (T3) esquejes. ....                                            | 69 |
| Anexo 7: Panel fotográfico .....                                                                                                                                      | 70 |



## Resumen

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Experimentación Santiago Antúnez de Mayolo – Tingua (CIESAM Tingua) entre los meses de marzo a julio de 2023 con el objetivo de evaluar el rendimiento en forraje verde y materia seca de la Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con tres métodos de propagación, así mismo se analizó la rentabilidad con respecto al peso de forraje.

La investigación es cuantitativa experimental aplicada, con el Diseño de Bloque Completo al Azar de tres tratamientos y cuatro repeticiones, T1: estacas de 3 nudos enterrados de forma inclinada, T2: estacas de un nudo enterrados horizontalmente y T3: esquejes. Los resultados obtenidos fueron: Porcentaje de prendimiento a los 10 días de instalado el cultivo, el T1 tuvo 100% de prendimiento, el T3 con 70.80% y el de menor porcentaje de prendimiento el T2 con un 48.60%. En altura de planta, a la evaluación a los 45 días de instalado del cultivo, el T1 presentó mayor altura de planta con una media de 34.67 cm, el T2 con 9.74 cm y el T3 con 23.13 cm; a los 90 días, el T1 siguió presentando una mayor altura de planta con media de 164.32 cm, el T2 con 39.09 cm y el T3 con 104.15 cm; y, en la tercera evaluación a los 135 días el T1 presentó una media de 197.33 cm, el T2 55.59 cm y el T3 142.6 cm. En número de macollo, el T1 fue superior, en la primera evaluación, las medias fueron: en T1 de 3.57, el T2 de 0.51 y el T3 de 2.9; en la segunda evaluación, el T1 de 10.75, el T2 de 4.62 y el T3 de 9.01; y, en la tercera evaluación el T1 con 13.88, el T2 con 7.05 y el T3 con 11.11. A los 135 días se realizó el corte, donde el T1 presentó mayor rendimiento con 44250 Kg/Ha, el T2 con 17750 Kg/Ha y el T3 con 26750 Kg/Ha. Económicamente la alternativa con el mejor beneficio es el T1. El porcentaje de materia seca en el T1 fue de 31.50%, el T2 de 51.50% y el T3 de 46.50%, así mismo el porcentaje de ceniza indica que el T1 cuenta con un 12% el T2 14% y el T3 15%.

**Palabras clave:** Maralfalfa, propagación, forraje verde, materia seca.

## Abstract

The present research work was carried out at the Santiago Antúnez de Mayolo – Tingua Research and Experimentation Center (CIESAM Tingua) between the months of March to July 2023 with the objective of evaluating the performance in green forage and dry matter of the Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) with three propagation methods, and profitability was analyzed with respect to forage weight.

The research is quantitative experimental applied, with the Complete Random Block Design of three treatments and four repetitions, T1: 3-node stakes buried inclined, T2: one-node stakes buried horizontally and T3: cuttings. The results obtained were: Percentage of take on 10 days after installing the crop, T1 had 100% take, T3 with 70.80% and T2 with the lowest percentage of take on 48.60%. In plant height, upon evaluation 45 days after crop installation, T1 presented the highest plant height with an average of 34.67 cm, T2 with 9.74 cm and T3 with 23.13 cm; At 90 days, T1 continued to present a greater plant height with an average of 164.32 cm, T2 with 39.09 cm and T3 with 104.15 cm; and, in the third evaluation at 135 days, T1 presented an average of 197.33 cm, T2 55.59 cm and T3 142.6 cm. In tiller number, T1 was higher, in the first evaluation, the means were: in T1 of 3.57, T2 of 0.51 and T3 of 2.9; in the second evaluation, T1 of 10.75, T2 of 4.62 and T3 of 9.01; and, in the third evaluation, T1 with 13.88, T2 with 7.05 and T3 with 11.11. At 135 days the cutting was carried out, where T1 presented the highest yield with 44,250 Kg/Ha, T2 with 17,750 Kg/Ha and T3 with 26,750 Kg/Ha. Economically, the alternative with the best benefit is T1. The percentage of dry matter in T1 was 31.50%, T2 51.50% and T3 46.50%, likewise the percentage of ash indicates that T1 has 12%, T2 14% and T3 15%.

**Keyword:** Maralfalfa, propagation, green forage, dry matter.

## I. Introducción

La maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es un forraje perenne de alto rendimiento, este forraje fue introducido por los productores y ganaderos de numerosos países latinoamericanos, entre ellos Venezuela, Brasil, Colombia, entre otros como forraje potencial para rumiantes (Chávez, 2016).

La producción de la ganadería básicamente depende de los pastos forrajeros debido a que estos aportan los nutrientes necesarios para el animal y a costos muy bajos si se comparan con los alimentos concentrados. No obstante, el crecimiento y desarrollo de los pastos forrajeros está sumamente influenciado por las condiciones climáticas, como las lluvias anuales, que, sumado a otros factores ambientales y de manejo que no reflejan plenamente su potencial de producción y alimentación.

Las gramíneas como la maralfalfa pueden resistir al estrés climático y al estrés que provocan los suelos de baja fertilidad, con baja disponibilidad de agua y pedregosos, por ello nos basaremos en la maralfalfa como pasto forrajero, que aparte de tener alto nivel nutritivo, también tiene una fenología corta, pudiendo tener más cantidad en poco tiempo.

En lugares con altitudes entre 1200 a 2600 m.s.n.m. el cultivo de maralfalfa está bien adaptado para el uso de follaje, ante esta situación, como estudiantes universitarios de Agronomía podemos intervenir y aportar con conocimientos que mejoren en distintos aspectos como en el sistema de producción de maralfalfa, mejorar el rendimiento, asegurar una mejor nutrición para el ganado y un bajo costo de producción asegurando que sea accesible para los productores y ganaderos.

El presente trabajo de tesis contribuirá a elegir el mejor método de propagación de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) como una alternativa de desarrollo ganadero. Así mismo, los resultados del estudio ayudarán a productores y ganaderos a mejorar el proceso de producción de pastos forrajeros, por su importancia en la alimentación ganadera.

## 1.1. Formulación del Problema

¿Qué método de propagación vegetativa de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) es la que muestra mayor rendimiento en forraje verde y materia seca en condiciones del centro poblado de Tingua, Yungay, Áncash?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento en forraje verde y materia seca de la maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con tres métodos de propagación en condiciones del Centro Poblado de Tingua, Yungay, Áncash.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros de porcentaje de prendimiento, número de macollos y altura de la planta, según los diferentes métodos de siembra.
- Comparar el rendimiento en forraje verde, materia seca y cenizas de los tres métodos de propagación vegetativa (estacas de 3 nudos enterrados de forma inclinada, estacas de un nudo enterrados horizontalmente y esquejes) de la maralfalfa.
- Realizar el análisis económico del cultivo (maralfalfa) para cada método de propagación.

## 1.3. Justificación

En la zona de Tingua del distrito de Mancos, las mayores áreas sembradas para uso forrajero son con alfalfa, avena y maíz chala, las cuales no les garantiza la suficiente alimentación de su ganado ya que la producción por corte es poca y de largo plazo.

El propósito de la presente investigación es determinar y adecuar cuáles son los métodos de propagación adecuados para asegurar un mejor rendimiento y calidad de la maralfalfa, beneficiando a los agricultores y ganaderos de Tingua a mejorando la producción

y aceptación de ese método de propagación para el buen manejo agronómico de maralfalfa, garantizando una buena nutrición forrajera a menores costos a comparación con concentrados.

Por lo tanto, este proyecto de investigación en el cultivo de maralfalfa, se pretende ensayar tres métodos de propagación asexual, evaluando el rendimiento y su producción, teniendo a los beneficiarios directos al CIESAM (Centro de Investigación y Experimentación Santiago Antúnez de Mayolo) de Tingua, también a futuros investigadores y/o estudiantes interesados en el tema y como otros beneficiarios los agricultores del Perú, ganaderos del centro poblado de Tingua – Yungay y de zonas con similares características agroecológicas.

#### 1.4. Hipótesis

- Ho = Todos los métodos de propagación muestran los mismos resultados en el rendimiento de forraje verde y materia seca en el cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Ho:  $T1 = T2 = T3$
- Ha = Al menos uno de los métodos de propagación muestra mayor resultado en el rendimiento de forraje verde y materia seca en el cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Ha:  $T1 \neq T2 \neq T3$

## II. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. A Nivel Internacional

Guamanquispe (2012), en su estudio de investigación desarrollada en Guaranda – Ecuador. La autora realizó la investigación en la Hacienda experimental del Instituto Tecnológico Agropecuario Luís A. Martínez, con el objetivo de evaluar la productividad del pasto maralfalfa mediante dos tipos de propagación asexual y dos abonos orgánicos. La autora utilizó un Diseño de Bloque Completo al Azar en arreglo factorial de 2x3 con 4 repeticiones. El factor A correspondió a los sistemas de propagación A1: Cepas y A2: Tallos. El factor B constituyó los tipos de abonos: B1: Testigo 0 TM/Ha; B2: Abono de bovino 10 TM/Ha y B3: Abono de ovino 20 TM/Ha. La investigadora concluyó el sistema de propagación más eficiente reflejado en los componentes agronómicos y el rendimiento de pasto de maralfalfa fue el de tallos con 12890 Kg/Ha con una altura de planta de 209.97 cm empleándose solo guano de bovino lo que significó un incremento del rendimiento de 2.617 Kg/Ha más en comparación al sistema de cepas, además la autora afirmó que existió una respuesta muy diferente de los tipos de abono en relación a los componentes agronómicos y el rendimiento de materia verde. El tipo de abono con el rendimiento promedio más alto fue B2: Abono de bovino 10 TM/Ha con 12.110 Kg/Ha.

Arroyo y Lozano (2019), la investigación desarrollada en Turbo – Antioquía, Colombia. El autor evaluó el rendimiento de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y (*Pennisetum purpureum*) bajo cuatro distancias de siembra (25 – 50 – 75 – 100 cm) en un periodo de 90 días, así como también realizó un análisis de bromatología para determinar el contenido nutricional del pasto y su potencial para el consumo animal. El investigador usó un Diseño de Bloque Completo al Azar, en los que se utilizaron 8 tratamientos con 24 repeticiones, teniendo una preparación previa del terreno mediante la labranza mínima y no utilizaron

herbicidas, fertilizantes químicos y orgánicos. El investigador concluye que en el crecimiento y el diámetro se encontraron diferencias significativas, en cuanto al peso no tuvo diferencias significativas, lo cual indica la importancia de realizar estas investigaciones en la zona.

Finalmente, el autor menciona que se puede seguir investigando a cerca de la producción de pasto de corte, mediante la utilización de fertilizantes químicos, con la finalidad de llevar la producción a unos niveles más óptimos de productividad.

### **2.1.2. A nivel Nacional**

Quispe y Maguiña (2019), en la investigación desarrollada en el estable Piamonte SAC, ubicado en el sector Guayabal – Pampa de Jopto, distrito de Santa María, provincia de Huaura. Los investigadores evaluaron la influencia del método de siembra de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en el rendimiento forrajero. Los autores utilizaron un área de cultivo de 4000 m<sup>2</sup>, usaron 5600 semillas sembradas con diferentes grados de inclinación que vienen a ser 0°, 25° y 45°. Las variables que evaluaron los investigadores fueron rendimiento forrajero, peso de planta, número de tallos y altura de planta, donde los datos fueron analizados utilizando el análisis de varianza de un diseño completamente al azar. Los investigadores mencionan que la siembra a 25° de inclinación tuvo mejores resultados en el rendimiento forrajero, peso de planta, número de tallos y altura de planta. Así como también los autores concluyen que la siembra a 25° de inclinación mostró mejores valores de cosecha.

Ruiz (2016), en su trabajo de investigación se realizó una evaluación comparativa durante la fase de establecimiento y de producción de los pastos maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y camerún (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. cameroon). En el establecimiento el autor comparó el porcentaje de prendimiento, la altura de planta, el macollamiento y el rendimiento forrajero, utilizando un Diseño de Bloques Completo al Azar con arreglo en parcelas divididas. Así como también el autor realizó las evaluaciones en la fase de producción, evaluando la altura, macollamiento, relación hoja:tallo y rendimiento forrajero. Además, el

autor evaluó el valor nutritivo (proteína cruda, fibra detergente neutro, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, calcio y fosforo) a una frecuencia de corte de 30, 45 y 60 días, así como también el autor indica que el porcentaje de emergencia para el método de siembra de tres nudos logró un 90.36 % usando un distanciamiento de 0.50 m entre plantas un 1 m entre hileras enterrando dos nudos y dejando descubierto un nudo con la finalidad de facilitar la emergencia. En altura de planta el autor registró valores de 277.45 cm apoyados por los métodos de fertilización usadas en la investigación que aceleraron la velocidad del crecimiento además de un rendimiento de 70310 Kg/Ha, así como también de 4 a 5 meses de maduración se registraron un valor de 13.28 macollos. Económicamente proyectados a una hectárea se concluye en un costo de producción de S/. 9,000.00 para una hectárea, aunque el valor de la maralfalfa no es un valor fijo que se puede determinar. El investigador durante dos ciclos de producción empleó un arreglo factorial 2x3 con dos bloques, contando con seis tratamientos con dos repeticiones. Para determinar las diferencias entre los tratamientos el investigador utilizó la prueba de DLS ( $\alpha=0.05$ ) y para el ANVA utilizó el programa estadístico SAS.

### **2.1.3. A Nivel Local**

Prudencio et al. (2020), desarrollaron investigación en la comunidad de Llámac, distrito de Pacllón, provincia de Bolognesi, Ancash, Perú. Los autores en la investigación determinaron y compararon el comportamiento productivo y la calidad forrajera del *Pennisetum sp.* (maralfalfa), *Pennisetum purpureum* Schum (pasto camerún) y *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* (king grass) en el valle altoandino de Ancash. Así mismo, los investigadores utilizaron 120 semillas vegetativas por especie forrajera, sembradas con una densidad de 40 mil plantas/Ha y se realizó un corte de uniformización a los 160 días post siembra (primera cosecha). Los autores afirman que las variables evaluadas a la resiembra (30 días post siembra), fueron el porcentaje de prendimiento y capacidad de macollamiento. A los

226 días post siembra (segunda cosecha) se evaluó la altura de planta, rendimiento forrajero en materia verde y materia seca, tasa de crecimiento y calidad nutricional. Los investigadores utilizaron un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos (especies *Pennisetum*) y 6 repeticiones. Los autores afirman que la maralfalfa obtuvo la mayor capacidad de macollaje (8.9 macollos/planta), altura de planta (0.98 m) y rendimiento forrajero en materia verde (90.3 t/Ha), mientras que el pasto camerún obtuvo el mayor rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento (12.9 t MS/Ha y 196.5 Kg/Ha/día, respectivamente). Así mismo los autores mencionan que respaldados en el mayor rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento, el pasto camerún sería la especie recomendada a cultivar en el ámbito de la zona evaluada y los investigadores también afirman que una segunda alternativa a cultivar sería la maralfalfa que mostró las mejores características agronómicas.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Origen de la Maralfalfa**

El origen del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) aún es muy incierto, existiendo varias hipótesis al respecto, entre ellas la de Bernal y Moreno (1979) que afirman que surgió de la interacción de varios forrajes, en las que incluyen el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), una grama nativa (*Paspalum macrophyllum*), el gramalote (*Paspalum fasciculatum*), la alfalfa peruana (*Medicago sativa*) y el pasto brasilero (*Phalaris arundinacea*). También afirmó que este pasto fue una creación suya como resultando de la aplicación del sistema denominado Sistema Químico Biológico (S.Q.B), que fue desarrollada por el mismo y este es prioridad de la universidad Javeriana (Avalos, 2009).

Correa (2004), indican que los orígenes del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) no son muy claros, ya que, los estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, aseguran que puede ser *Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich. ex Pers. O de un

hibrido (*Pennisetum hybridum*) entre el *Pennisetum americanum* L. y el *Pennisetum purpureum* shum comercializado en el Brasil como pasto elefante paraíso.

### 2.2.2. Clasificación Taxonómica

Según Correa (2004), hay muchas teorías que no determinan el real origen del pasto maralfalfa, dentro de dicho marco, se clasifica a la maralfalfa, como sigue:

**Tabla 1**

*Taxonomía de la maralfalfa (Pennisetum sp.)*

---

|                                |
|--------------------------------|
| Reino: Plantae                 |
| División: Magnoliophyta        |
| Clase: Liliopsida              |
| Orden: Poales                  |
| Familia: Pasiflorácea          |
| Subfamilia: Panicoideae        |
| Tribu: Paniceae                |
| Género: Pennisetum             |
| Especie: <i>Pennisetum</i> sp. |

---

Nota: obtenido de Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades (Correa, 2004).

### 2.2.3. Cultivo de Maralfalfa y su Importancia

Bernal y Moreno (1979), deducen que la maralfalfa es un pasto forrajero perenne, con tipo y forma de crecimiento largo y alto, crece en macollos, los tallos pueden llegar de 2 a 3 centímetros de diámetro y una altura de 2 a 3 metros y en caso se deje madurar puede llegar a 4 metros. Las hojas tienen un tamaño de 2 a 4 centímetros de ancho y de 30 a 70 centímetros de largo; el tipo de inflorescencia que presenta es una espiga dura cilíndrica, generalmente va de 15 a 20 centímetros de largo, ésta es muy florecida. Las espiguillas crecen con un callo peludo en la parte de la base y además presentan cerdas escabrosas.

Carulla et al. (2004), señalan que los sistemas pecuarios que tienen una base en el uso de pastos mejorados de alta producción pueden considerarlo como una alternativa viable para los productores y ganaderos.

Hanna et al., (1984), indican que este híbrido se trata de un triploide que puede ser obtenido de manera fácil y que combina la calidad nutricional del forraje de *Pennisetum americanum*, con el alto contenido de materia seca del *Pennisetum purpureum* Shum.

Se considera al cultivo de maralfalfa como estéril debido a que para obtener híbridos fértiles se han empleado Colchinina esto causa que se dupliquen los cromosomas y como resultado se obtiene un híbrido hexaploide fértil. Muchos híbridos han sido desarrollados en los EE.UU. y estos presentaron muy buenos resultados ya sea en la producción como también en la calidad nutricional (Macon et al. 1992).

#### **2.2.4. Valor Nutricional de la Maralfalfa**

Correa (2004) indican que la maralfalfa es un pasto forrajero de gran calidad, como cualquier otro pasto forrajero, la calidad nutricional de este forraje se va reduciendo a medida que avanza la edad de rebrote, en consecuencia, se debe de tener en cuenta para en un futuro se aplique una formulación de suplementos nutricionales, debido a que disminuyen las concentraciones de proteína bruta (PB), extracto etéreo y carbohidratos no estructurales, pero en la fibra neutro detergente (FND) hay un aumento y además, las concentraciones de lignina y cenizas se mantienen.

Maldonado-Quñones et al (2021) refiere que la composición química de la maralfalfa *Pennisetum sp* tiene una composición de 20 % de proteína bruta, 24.33 % de fibra bruta, 79.33 % de humedad, 13.50 % de ceniza, 2.10 % de grasa, 68.5 % de FDN y 46.5% FDA.

Tabla 2.

**Tabla 2***Composición química de la maralfalfa.*

| Componentes            | %     |
|------------------------|-------|
| Humedad                | 79.33 |
| Ceniza                 | 13.50 |
| Fibra                  | 53.33 |
| Grasa                  | 2.10  |
| Carbohidratos solubles | 12.20 |
| Proteína cruda         | 16.25 |
| Nitrógeno              | 2.60  |
| Calcio                 | 0.80  |
| Magnesio               | 0.29  |
| Fósforo                | 0.33  |
| Potasio                | 3.38  |

Nota: obtenido de Rendimiento y valor nutricional del pasto Maralfalfa a diferentes edades (Maldonado-Quñones et al, 2021).

### 2.2.5. *Características Botánicas*

**Tallo.** Correa (2004), menciona que las cañas conforman el tallo superficial de la planta el cual está comprendida por entrenudos, delimitados entre sí. Los entrenudos en la base del tallo poseen un tamaño muy corto, en cambio los entrenudos de la parte superior del tallo son más largos. Otra característica es que los tallos no poseen vellosidades.

**Hoja.** Según Correa (2004), las ramificaciones de las hojas se generan a partir de los nudos y originan siempre iniciándose de la yema situada entre la caña y la vaina. La vaina de la hoja se origina a partir de un nudo de la caña, además, es común encontrar bordes pilosos situadas en las vainas de las hojas.

**Sistema Radicular.** Correa (2004), indican que las raíces del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) presentan la característica de ser fibrosas y el pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) forma raíces adventicias que son originadas de los nudos inferiores de las cañas, poseen

la característica de ser de crecimiento rápido y también la alta capacidad de profundizar en el suelo.

**Lígula.** Correa (2004), señalan que la lígula hace mención al punto de encuentro entre la vaina y el limbo, esta se presenta en corona de pelos. Mientras que por otro lado la longitud y el ancho de las hojas pueden variar regularmente en el interior de una misma planta. Además, se presenta pelos en el borde de las hojas, siendo este otro elemento fundamental para la descripción de esta especie forrajera.

#### **2.2.6. Condiciones Agroclimáticas**

Calzada-Marín et al (2014) da a conocer que las condiciones agroclimáticas adecuadas para la maralfalfa se dan desde los 1500 a 2800 m.s.n.m. Además, la maralfalfa presenta buena adaptabilidad a suelos con una fertilidad media a alta. Así como también se obtiene un mejor desarrollo en suelos con buen drenaje y materia orgánica.

- Temperatura. de 22 - 28 °C.
- Humedad relativa: la maralfalfa es resistente en las épocas de escasas de agua y tolera óptimamente a la humedad excesiva.

#### **2.2.7. Suelo**

Según Molina (2005) citado por Citalán et al (2012), los suelos ideales para el cultivo de maralfalfa es con fertilidad media a alta, pero se obtiene un mejor desarrollo en suelos que presenten un buen contenido de materia orgánica y así como también un buen drenaje.

Asimismo, Romero (2010) sostiene que este pasto forrajero crece sin problemas en diversos tipos de suelos, aunque hay mejores resultados en suelos con buena fertilidad, bien drenados, sueltos con pH de ácido a neutro con promedio de 6.2.

#### **2.2.8. Plagas**

En las investigaciones existentes de pasto maralfalfa no se han registrado plagas que provoquen daños severos debido a ser un pasto híbrido (Correa, 2004).

### **2.2.9. Enfermedades**

Correa (2004) definen que la humedad excesiva, así como la deficiencia en los macro y micro elementos pueden provocar hongos patógenos y estos generar daño al cultivo de maralfalfa. Algunos autores recomiendan aplicar cloruro de potasio en caso es necesario, de acuerdo anteriores cosechas.

### **2.2.10. Exigencias de Nutrición**

Según Acosta (2011) la maralfalfa presenta buenos resultados con la aplicación de materia orgánica, pero se debe tener cuidado de la humedad sin encharcamiento. Una vez realizada el corte es recomendable la aplicación por hectárea de: Urea: 1 saco y Cloruro de Potasio: 1 saco

### **2.2.11. Labores Culturales**

**Preparación de terreno.** Meza (2012) menciona es de gran importancia la aradura del terreno ya que esta permite suavizar el terreno, así de otras ventajas como airear el suelo, incorporar materia orgánica, controlar insectos en hibernación, exponer estructuras de hongos y bacterias que se encuentran en la parte interna del suelo.

**Siembra.** Meza (2012) recomienda sembrar a 70 centímetros entre surcos, y recomendable dos cañas paralelas a máximo con 3 cm de profundidad. En caso de riego esta debe de ser suministrada mínimo de 2 veces por semana en el primer mes, posterior a ello cada 10 días. Son necesarios entre 3000 a 3500 kg de tallos para una hectárea.

**Métodos de propagación.** Flores (1986) enfatiza que los métodos naturales para propagar de forma vegetativa las gramíneas, son los mecanismos como: la caña, estaca y corono. Es recomendable sembrarlo por el uso de cañas. Por cañas. – en este método de propagación se emplean tallos provistos de hojas (limpias), son enterrados en surcos, también se cortan estacas pequeñas que presenten tres nudos viables, estas son sembradas de forma inclinada dejando una parte descubierta fuera del suelo, y también se siembra las estacas

enterradas completamente en los surcos. Para que de esta manera mediante los nudos se puedan desarrollar en la parte aérea nuevas plantas y en la cara interna, las raíces de las plantas de maralfalfa.

Condori (2018), menciona que el método de propagación empleado junto con los cuidados influye directamente sobre el porcentaje de prendimiento, en ambientes protegidos y con una siembra de 3 nudos se puede obtener un porcentaje de prendimiento de 95.37 %, en cuanto a los ambientes no protegidos como son el canchón y a campo abierto se logra un porcentaje de prendimiento por encima de 90 %.

Chávez (2016), afirma que también el método de siembra influye en el número de macollos para tres nudos se obtienen valores de 9.8 para el primer corte a condiciones de una altura de 1400 m.s.n.m., sin embargo, este valor va en aumento a medida que aumentan las semanas de desarrollo y madurez del cultivo.

**Riego.** Romero (2010) indica que el riego se puede realizar por aspersión, hasta es posible utilizar el agua de lavado del establo. Las necesidades de agua que necesita la maralfalfa varía a lo largo del cultivo. Cuando las plantas comienzan a nacer requieren una menor cantidad de agua para que de esta manera poder mantener la humedad constante.

**Fertilización.** Julca (2011) afirma que el pasto maralfalfa es muy sensible a la deficiencia de nutrientes, esto provoca un rendimiento inferior ya sea en biomasa como también en la composición del pasto. La maralfalfa responde de manera eficiente a la aplicación de materia orgánica, pero tener cuidado de la humedad sin encharcamiento.

**Control de malezas.** Meza (2012) manifiesta que la maralfalfa se debe mantener libre de malezas principalmente en los primeros 45 días de instalado el cultivo. La labor de deshierbo se debe realizar de manera constante para evitar pérdidas por competencia.

**Corte.** Correa (2004) expone que para el primer corte de maralfalfa es necesario dejar espigar el pasto en su totalidad, para los siguientes cortes se deben realizar cuando la planta

presente un 10% de espigas en total, esto se da generalmente a los 40 días posteriores a cada corte realizado.

**Altura.** Orihuela y Cuevas (2014) señalan que el cultivo de maralfalfa 90 días después de que se haya realizado el primer corte, este forraje puede llegar alcanzar alturas de 4 m siempre en cuando se aplique una buena fertilización y cuente con buen contenido de materia orgánica.

**Rendimiento.** El cuanto al rendimiento este pasto forrajero registra valores de 700 a 900 toneladas de forraje verde para una hectárea y por un año, aunque estos valores dependen mucho del manejo del cultivo que se le proporcione. Las experiencias obtenidas en Santander han dado como resultados que en el segundo corte se cosechen 11 kilos por metro lineal, esto a los 75 días. Se puede obtener 220 toneladas/Ha con cañas de aproximadamente 2.20 m. en el primer corte es importante dejar espigar todo el pasto por completo y a los 90 días se puede obtener una altura de hasta 4 m, siempre que se le aplique una correcta fertilización y se le suministre una adecuada cantidad de materia orgánica, en los cortes posteriores se debe dejar que el cultivo en general alcance un 10% de espigamiento (Faria et al. 2007).

**Producción de forraje.** Ramírez y Pérez (2003) mencionan que, en lugares que presenten suelos con deficiencia en materia orgánica, una textura de Franco – Arcillosos a Franco – Arenoso, en condiciones climáticas relativamente seco, un PH que va desde 4,5 a 5, con una altitud en promedio de 1750 m.s.n.m. y para un tercer corte, se registran datos de cosechas a los 45 días con un valor promedio de 28.5 k/m<sup>2</sup>, 285 toneladas por hectárea, registrándose una altura de caña de 2.50 m aproximadamente, cabe resaltar que para un tercer corte se debe realizar cuando el cultivo alcance un 10 % de espigamiento en general. La maralfalfa presenta nivel de proteínas, registrando datos de 17.2% de proteína, así como también presenta alto contenido de carbohidratos y azúcares haciendo que la maralfalfa sea muy apetecible por los animales.

### 2.2.12. Valor Alimenticio de los Forrajes

**Materia seca.** Alcázar (1997), menciona que la materia seca nos muestra los nutrientes que posee un alimento una vez que se haya eliminado la humedad mediante el uso de técnicas de secado, el residuo de este proceso viene a ser la materia seca cuya importancia se base en:

- Los nutrientes que contiene un alimento se miden en porcentaje en función al contenido de materia seca que posee este alimento.
- De gran importancia para determinar del valor nutritivo que poseen los alimentos.
- El consumo de alimento de los rumiantes es regulado en base a la materia seca presentes en su alimento.
- Es un factor importante para la conservación de los alimentos debido a que a menos materia seca hay una mayor probabilidad de conservación.
- Posee una relación directa con el costo de transporte.
- Es importante para la determinación del precio de sustitución de un alimento por otro alimento.

Andrade (2009) menciona el porcentaje de materia seca aumenta conforme se aumentan los cortes y la madurez de la maralfalfa, para el primer corte se registran valores de 22.77 % en materia seca y cuando la maralfalfa llega a su punto de madurez puede llegar al 50 % de materia seca. Se puede concluir que la maralfalfa posee un gran potencial productivo y alto valor nutritivo.

**Ceniza.** Maynard, et al. (2012), afirma el contenido de cenizas presentes reflejan la cantidad de minerales presentes en el forraje analizado, para poder determinar este valor es necesario el uso de ciertos métodos y equipos. Cruz (2008), expone que existe un decremento en el porcentaje de ceniza mientras aumenta la edad del forraje que van desde 30 días con

18.47 % y a una edad que ronda por los 100 días con 16.08 % reflejando un buen contenido de micro nutrientes.

**Proteína cruda.** Nogales (1991), menciona que es un importante valor a la elección de pasto forrajero debido a que, en la digestión de los rumiantes, la flora microbiana puede utilizar la fuente de nitrógeno para poder convertirla en aminoácidos y estas puedan ser aprovechadas por el ganado. Además, Arteaga y Reyes (2019), refiriendo a Prieto (1988), afirman que el contenido proteico es importante ya que proporcionan el nitrógeno que son necesarios para la formación de los tejidos en los minerales y también nutrir al animal.

**Energía de los alimentos.** Pérez (1982), define energía “como la capacidad para desarrollar trabajo”. Al aplicarlo en los procesos metabólicos y fisiológicos del animal, se puede entender que la energía es como el combustible del animal para que pueda desarrollar diversas funciones como la alimentación, reproducción y alimentación. Principalmente vienen a ser los carbohidratos y lípidos en circunstancias especiales.

**Energía bruta.** Leyva (1990), menciona que químicamente en la composición de los alimentos hay nutrientes energéticos que se pueden llamar como principios nutritivos inmediatos, estas están conformadas por las proteínas, carbohidratos y grasas. La suma de energía química que están presentes en cada una de ellas nos determina el potencial energético presentes en un alimento, que viene a ser su energía total o bruta.

### 2.3. Definición de Términos

**Esqueje:** Un esqueje no es más que una parte viva (normalmente un tallo) que se ha extraído de una planta con el objetivo de injertarla en otra o en un recipiente para que se desarrolle (Colombo, 2019).

**Fenología:** Ciencia que estudia los fenómenos biológicos como por ejemplo los ciclos biológicos de plantas anuales e insectos, los cambios observados en el desarrollo de árboles y arbustos, las migraciones de las aves etc., que se presentan periódicamente

acomodados a ritmos estacionales y que tienen relación con el clima y con el curso anual del tiempo atmosférico en un determinado lugar (Yzarra y López, 2017).

- **Forraje:** Según Ruíz (2009), citado por Palomino (2010), es toda planta o desperdicio de la cosecha que sirve de alimento al ganado.
- **Materia seca:** La materia seca, MS, es el alimento (forraje) al cual se le ha quitado el agua. Su función principal es la de nutrir las bacterias del rumen para producir carne o leche (Contexto Ganadero, 2017).

### III. Materiales y Métodos

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. *Ubicación del Campo Experimental*

###### **Ubicación política:**

Departamento: Ancash

Provincia: Yungay

Distrito: Mancos

Centro Poblado: Tingua

Entidad: Centro de Investigación y Experimentación Santiago Antúnez de Mayolo – Tingua (CIESAM Tingua).

###### **Ubicación geográfica:**

Altitud: 2511 m.s.n.m.

Latitud sur: -9.2333333

Longitud oeste: -77.6833333

UTM: TQ07

###### **Características edafoclimáticas:**

Temperatura promedio: 18 °C

Ventilación: Muy buena

Iluminación: Muy buena

##### 3.1.2. *Material Genético de Propagación (Semillas) de Maralfalfa*

- 160 estacas de tres nudos
- 160 estacas de un solo nudo
- 160 esquejes

##### 3.1.3. *Materiales de Campo*

- 12 kg de estiércol de vacuno

- 12 kg de yeso

#### **3.1.4. *Materiales de Laboratorio***

- Analizador eléctrico de humedad
- Balanza analítica de precisión
- Estufa
- Equipo de vacío
- Mufla

#### **3.1.5. *Equipos y Herramientas***

##### **Equipos.**

- 01 balanza tipo reloj del 100 kg
- 01 computadora
- 01 cámara fotográfica

##### **Herramientas.**

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| - 01 cinta métrica     | - 60 estacas             |
| - 01 cordel            | - 12 letreros            |
| - 02 picos             | - 02 lapiceros           |
| - 02 lampas de aporque | - 01 cuaderno de apuntes |

### **3.2. Metodología**

#### **3.2.1. *Tipo de Investigación***

Es una investigación cuantitativa, experimental y aplicada porque se manipula intencionalmente la variable independiente, y transversal por que se observó cambios durante 3 evaluaciones por cuatro meses y medio (cada 45 días una evaluación). En otras palabras, un experimento implica cambiar el valor de una variable (la variable independiente) y observar su efecto sobre otras variables (la variable dependiente). Se realizó bajo condiciones

estrictamente controladas para describir cómo y por qué ocurrió una situación o evento en particular (Fallas, 2012).

### **3.2.2. *Diseño de la Investigación Experimental***

Se utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), con 4 bloques en función a la ubicación del terreno y 3 tratamientos por uso de material genético.

### **3.2.3. *Población o Universo***

La población o universo está constituida por el espacio donde serán validos los resultados del trabajo de investigación, comprendida en el Callejón de Huaylas.

### **3.2.4. *Muestra y Unidad de Análisis***

La muestra está representada por el Centro de Investigación y Experimentación Santiago Antúnez de Mayolo – Tingua (CIESAM Tingua) y la unidad de análisis constituida por la parcela experimental donde se llevó a cabo la investigación.

### **3.2.5. *Instrumento de Recopilación de Datos***

El instrumento de recopilación de datos, se realizó mediante la observación directa, donde los parámetros evaluados son para determinar el desarrollo y crecimiento de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo diferentes métodos de propagación asexual siendo sembradas en surcos, empleando un manejo técnico durante la conducción.

### **3.2.6. *Diseño Estadístico***

En el presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones.

### **3.2.7. *Análisis Estadístico***

Con la información recopilada se realizó un Análisis de Varianza para determinar el efecto principal de los tratamientos con un nivel de significación  $\alpha = 0.05$ . Para establecer si existen diferencias estadísticas significativas y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

### 3.2.8. Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t \quad j = 1, 2, 3, \dots, b$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es la variable de respuesta observada en el j-ésimo bloque.

$\mu$  = es el efecto de la media general de la variable respuesta.

$\tau_i$  = es el efecto del i-ésimo método de propagación.

$\beta_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental en el i-ésimo método de propagación en el j-ésimo bloque.

### 3.2.9. Esquema del Análisis de Varianza

**Tabla 3**

*Análisis de varianza para un Diseño de Bloque Completo al Azar.*

| <b>F. de V.</b> | <b>G.L.</b>     | <b>S.C.</b> | <b>C.M.</b> | <b>F. Cal (0.05)</b> |
|-----------------|-----------------|-------------|-------------|----------------------|
| Bloque (b)      | b - 1           | SC(b)       | SC(b)/GL(b) | CM(b)/CM(e)          |
| Tratamiento (t) | t - 1           | SC(t)       | SC(t)/GL(t) | CM(t)/CM(e)          |
| Error (e)       | (t - 1) (b - 1) | SC(e)       | SC(e)/GL(e) |                      |
| Total (T)       | tb - 1          | SC(T)       |             |                      |

Coefficiente de Variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{y}} \times 100$$

### 3.2.10. Tratamientos

Los tratamientos aplicados en el presente experimento, se presenta en la Tabla 4, constituidas por T1 estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada, T2 estacas con un nudo enterrados horizontalmente y T3 esquejes.

**Tabla 4***Tratamientos en estudio.*

| <b>Tratamientos</b> | <b>Descripción</b>                                   |
|---------------------|------------------------------------------------------|
| T1                  | Estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada |
| T2                  | Estacas con un nudo enterrados horizontalmente       |
| T3                  | Esquejes                                             |

### 3.2.11. Randomización

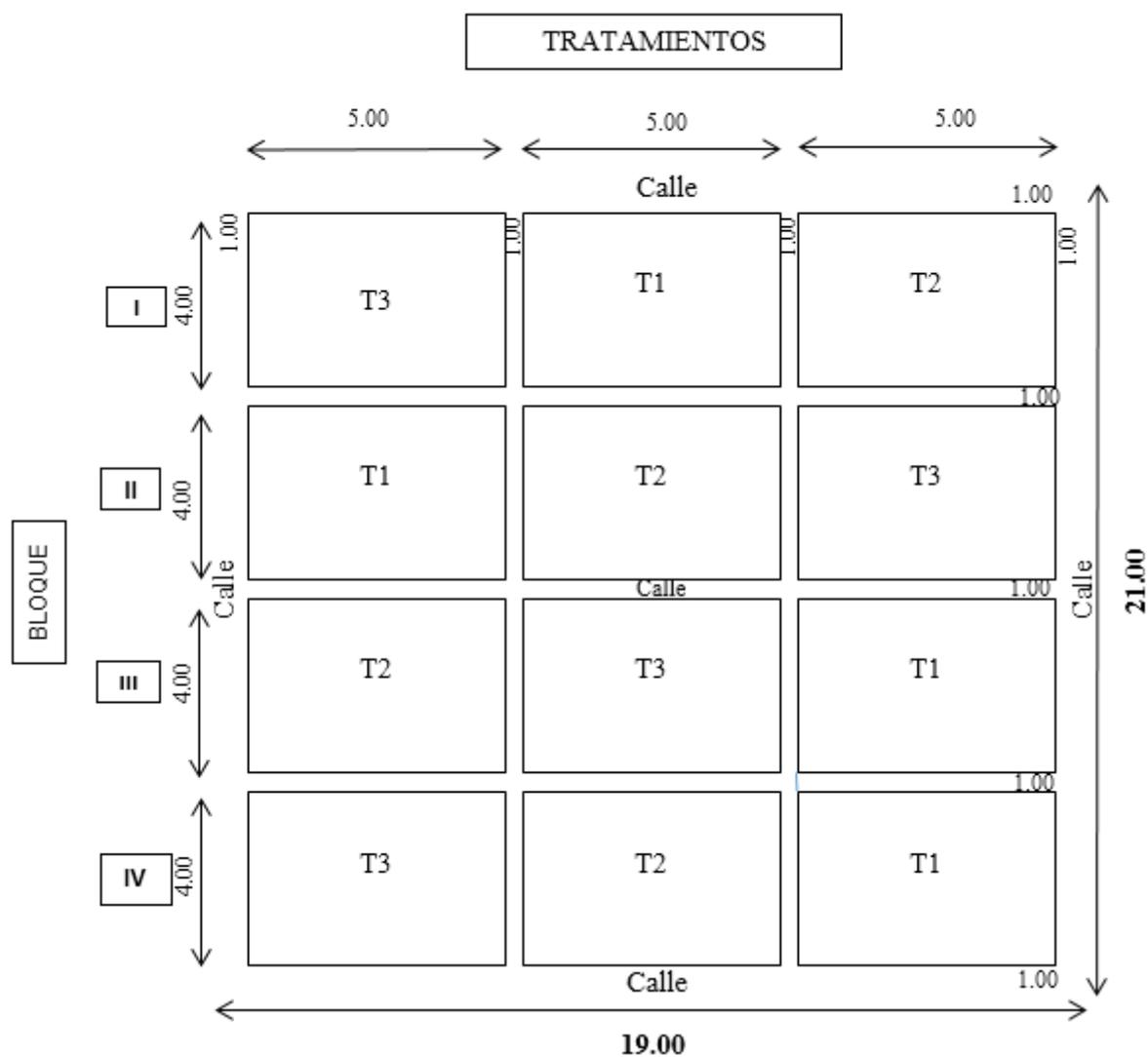
**Tabla 5***Aleatorización de los tratamientos.*

| <b>BLOQUES</b> |    | <b>TRATAMIENTOS</b> |    |  |
|----------------|----|---------------------|----|--|
| I              | T3 | T1                  | T2 |  |
| II             | T1 | T2                  | T3 |  |
| III            | T2 | T3                  | T1 |  |
| IV             | T3 | T2                  | T1 |  |

### 3.2.12. Campo Experimental

**Figura 1**

*Croquis del campo experimental*



### 3.2.13. Descripción del Campo Experimental

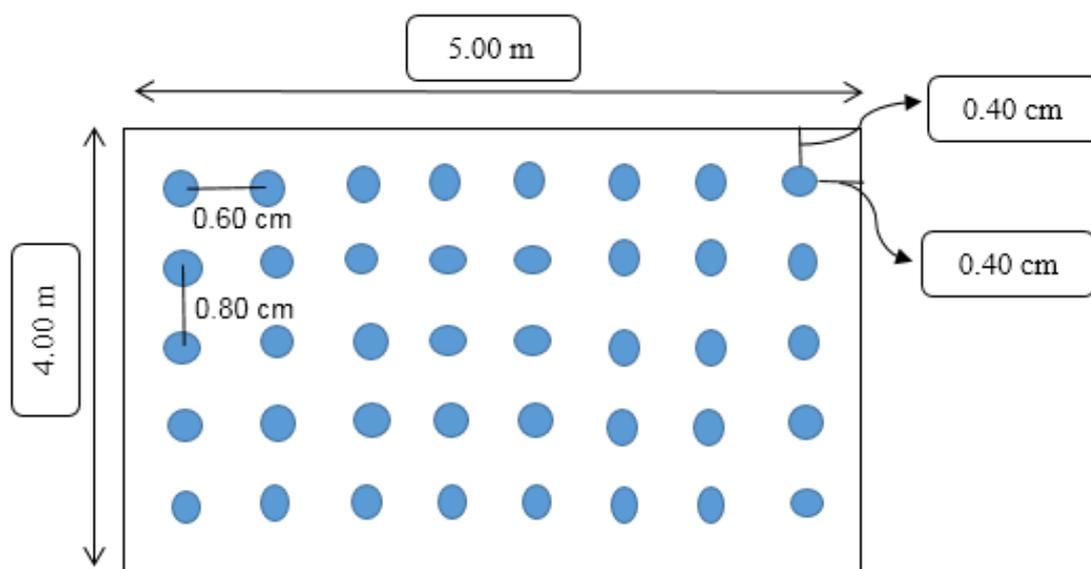
- Largo de bloques: 15.00 m
- Ancho de bloques: 16.00 m
- Área total de bloques:  $15.00 \text{ m} \times 16.00 \text{ m} = 240 \text{ m}^2$
- Largo de calles horizontal: 19.00 m
- Largo de calle vertical: 21.00 m

- Ancho de calle horizontal: 1.00 m
- Ancho de calle vertical: 1.00 m
- Área neta del campo experimental:  $19.00 \times 21.00 = 399.00 \text{ m}^2$

### 3.2.14. Unidad Experimental o Parcela

**Figura 2**

*Croquis de un tratamiento*



### 3.2.15. Características de la Unidad de Experimental

- Largo de parcela: 5.00 m
- Ancho de parcela: 4.00 m
- Área de la unidad de parcela:  $5.00 \text{ m} \times 4.00 \text{ m} = 20.00 \text{ m}^2$
- Distancia entre planta: 0.60 cm
- Distancia entre surco: 0.80 cm
- Número de surco por unidad experimental: 5
- Número de plantas por surco: 8
- Número de plantas por unidad experimental: 40

En un área total 399.00 m<sup>2</sup> se diseñó cuatro bloques separados por calles horizontales de 1.00 m y calles verticales de 1.00 m de ancho. En cada bloque hay tres parcelas o tratamientos de 5.00 m de largo por 4.00 m de ancho. Cada parcela está formada por 5 surcos con un distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,60 m entre planta. El área de cada parcela es de 20.00 m<sup>2</sup>. En total se tiene 8 plantas por surco haciendo un total de 40 plantas por parcela; por lo tanto, la densidad final fue de 20.000 plantas/ha.

### **3.2.16. Parámetros Evaluados**

**Porcentaje de Prendimiento.** Se observó la emergencia de plántulas del material vegetativo, se tuvo en cuenta la sobrevivencia de los brotes que emergen de cada nudo de la estaca. El total de prendimiento se determinó a los 10 días de sembrado el cultivo de maralfalfa, contabilizando las plántulas emergidas sobre el total de estacas sembradas en cada parcela.

**Número de Macollos.** En cada parcela se procedió a seleccionar 18 plántulas de la zona central, para evitar el efecto borde, se evaluaron el número de macollos de cada material vegetativo. Para identificar cada planta se marcó con una estaca de madera enumerada y escogidas al azar a los 10 días post – siembra, se realizó un croquis con la ubicación de cada una de las plantas a evaluar. El conteo se realizó a los días 45, 90 y 135.

**Altura de Planta.** Se procedió a seleccionar 18 plantas (se utilizó las mismas plantas que el anterior parámetro), de las cuales se identificó a cada una de las plantas previamente seleccionados y enumerados. La medición se efectuó a los días 45, 90 y 135 días, haciendo uso de una wincha desde el primer macollo hasta la punta del tallo más extrema si estirla ni considerar la inflorescencia.

**Rendimiento.** Se efectuó el corte de cuatro cuadrantes de 20 m<sup>2</sup> (5m x 4m) de cada bloque, de esta manera se obtuvieron el promedio de muestras por tratamiento. El corte se realizó a los 135 días de sembrado el cultivo.

**Materia Seca.** Se determinó efectuando la separación y pesado de las hojas y los tallos del material cortado de una planta elegida al azar de cada parcela. La muestra fue llevada al Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNASAM, donde se pesaron 100 gr de la muestra y se llevó a la estufa a 105 °C por 24 horas, transcurrido ese tiempo se sacó la muestra de la estufa para el pesado y se determinó el porcentaje de materia seca.

**Ceniza.** De la muestra llevada al Laboratorio de Suelos y aguas de la FCA – UNASAM, se pesaron 10 gr de muestra. Para el tratamiento T1 se llevó la muestra al horno Mufla a una temperatura de 600 °C durante 24 horas, para los tratamientos T2 y T3 se llevaron las respectivas muestras al horno Mufla a una temperatura de 600 °C durante 36 horas. Transcurrido el tiempo mencionado para cada tratamiento se sacaron las muestras del horno Mufla, se pesaron las muestras y se determinó el porcentaje de ceniza.

### **3.3. Procedimientos**

#### **3.3.1. Análisis de Suelo**

Se realizó la toma de muestras de suelo de área experimental antes de la preparación del terreno con el método del zigzag, se realizaron calicatas de 40 cm de profundidad extrayendo 1 kg de muestra y se realizó el análisis de suelo en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM).

#### **3.3.2. Preparación del Terreno**

Se realizó de forma manual para eliminar los restos vegetales de mayor tamaño, hierbas y malezas grandes, con ayuda de un pico se sacaron las piedras grandes que se encontraron en el terreno para que este no dificulte la labor de la maquinaria agrícola. Una vez finalizada la limpieza con maquinaria agrícola se realizó el arado del terreno.

#### **3.3.3. Delimitación del Campo Experimental**

Se prepararon estacas de madera y con la ayuda de una cinta métrica se empezó a medir los bordes de todo el campo experimental, colocándose en cada esquina una estaca y se

realizó el trazado con el cordel y se marcó cada borde con yeso, en cada lado del campo experimental se realizaron las medidas correspondientes colocándose una estaca en cada punto, una vez finalizada la medición de todos los lados del campo experimental se trazó con el cordel de extremo a extremo y nuevamente se fueron marcando los puntos con las estacas. Los bloques, parcelas y calles se establecieron de acuerdo al croquis experimental, se realizó el surcado a distanciamiento de 0.80 cm entre surcos y entra planta 0.60 cm.

### **3.3.4. *Recolección del Material Vegetativo***

La recolección y selección del material vegetativo se realizó en la misma zona del centro poblado de Tingua en el Centro de Investigación y Experimentación Santiago Antúnez de Mayolo – Tingua (CIESAM Tingua), que fueron proporcionadas por el técnico encargado del lugar previa coordinación con el asesor de la presente tesis de investigación.

### **3.3.5. *Siembra***

Se realizó de acuerdo a los tres métodos de propagación en estudio, tratamiento 1 estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada, aquí se enterró en el suelo con una ligera inclinación dos nudos y se dejó el tercer nudo expuesto sobre la superficie, tratamiento 2 estacas con un nudo enterrados horizontalmente aquí se enterraron a 5 cm del suelo y tratamiento 3 esquejes en este tratamiento también se enterraron a 5 cm del suelo. La siembra se realizó el mismo día para todos los tratamientos.

### **3.3.6. *Abonamiento***

Una vez finalizada la siembra de un surco se aplicó estiércol de vacuno a chorro continuo con la finalidad de conservar la humedad en el suelo y mejorar la estructura del suelo, y por último se cubrió el surco con tierra. Esta labor se realizó para todos los surcos.

### **3.3.7. *Control de Malezas***

Se eliminaron las hierbas en la preparación del campo y se realizaron deshierbes manuales para evitar la competencia con el cultivo, labor que se realizó con lampa y pico.

### **3.3.8. Identificación de Enfermedades y Plagas**

Se realizó una evaluación cada 7 días, para identificar los problemas bióticos presentes, pero no fueron encontradas amenazas algunas desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha por lo que no fue necesario aplicar un método de control.

### **3.3.9. Aporque**

Se realizó a los 20 días después de la siembra, esta labor fue realizada con lampas de aporque en todos los surcos del campo experimental.

### **3.3.10. Riego**

Se realizó con una frecuencia de cinco días, cuando había presencias de lluvias no se realizó el riego, pero una vez dejaba de llover por cinco días seguidos se procedía con el riego de todo el campo experimental.

### **3.3.11. Medida de la Altura y Conteo de Macollos**

La medición se dio a los 45, 90 y 135 días después de instalado el cultivo seleccionándose 18 plántulas de la zona central, para evitar el efecto borde y estas plántulas fueron marcadas.

### **3.3.12. Cosecha**

Se realizó el corte a los 135 días, donde se evaluaron los parámetros mencionados.

### **3.3.13. Recolecta de datos**

Una vez finalizada la cosecha se procedió a pesar la cosecha de cada uno de los tratamientos con ayuda de una balanza y registrándose los resultados. Se extrajo una muestra de cada tratamiento para ser llevada al laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNASAM.

### **3.3.14. Materia Seca y Ceniza**

La muestra fue entregada al técnico encargado del laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNASAM, para los resultados de materia seca se pesaron 100 gr de muestra de cada tratamiento y fueron llevadas a la estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas. Para los

resultados de ceniza se pesaron 10 gr de muestra de cada tratamiento donde para el tratamiento 1 se llevaron la muestra al horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 24 horas. Para los tratamientos 2 y 3 se llevaron las muestras al horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 36 horas.

Una vez finalizada el tiempo necesario se realizó al pesado de las muestras y se realizaron los cálculos correspondientes.

## IV. Resultados y Discusión

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Análisis del Suelo

**Tabla 6**

*Resultado del análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM.*

| Descripción                             | Unidad de Medida  | Valor   |
|-----------------------------------------|-------------------|---------|
| Textura del suelo                       |                   |         |
| Arena                                   | %                 | 48      |
| Limo                                    | %                 | 33      |
| Arcilla                                 | %                 | 19      |
| Clase Textural                          | Detalle           | Franco  |
| Característica y contenido de elementos |                   |         |
| pH                                      | Unidad            | 7.450   |
| Materia Orgánica                        | %                 | 3.614   |
| Nitrógeno                               | %                 | 0.181   |
| Fósforo                                 | ppm               | 14.000  |
| Potasio                                 | ppm               | 164.000 |
| Conductividad eléctrica                 | ds/m              | 0.305   |
| Densidad aparente                       | g/cm <sup>3</sup> | 1.400   |

La textura del suelo es franco, esta se caracteriza por tener una reacción ligeramente alcalina, medianamente rica en materia orgánica y porcentaje de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

#### 4.1.2. Emergencia

**Tabla 7**

*Análisis de varianza de la variante emergencia, a los 10 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| Fuentes de variación | GL | SC     | CM     | F     | Sig. |
|----------------------|----|--------|--------|-------|------|
| Tratamiento          | 2  | 3.4605 | 1.7303 | 15.10 | *    |
| Bloque               | 3  | 0.6842 | 0.2281 | 1.99  | n.s. |
| Error                | 6  | 0.6874 | 0.1146 |       |      |
| Total                | 11 | 4.8322 |        |       |      |

En la Tabla 7 de análisis de varianza de prendimiento a los 10 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a bloques se observa que no se existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 9.48%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

**Tabla 8**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos de emergencia a los 10 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| Tratamientos                                              | Media de porcentaje de emergencia a los 10 días (unidades) | Agrupación |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 18.00 (100%)                                               | A          |
| T3 (esquejes)                                             | 12.75 (70.80%)                                             | B          |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 8.75 (48.60%)                                              | B          |

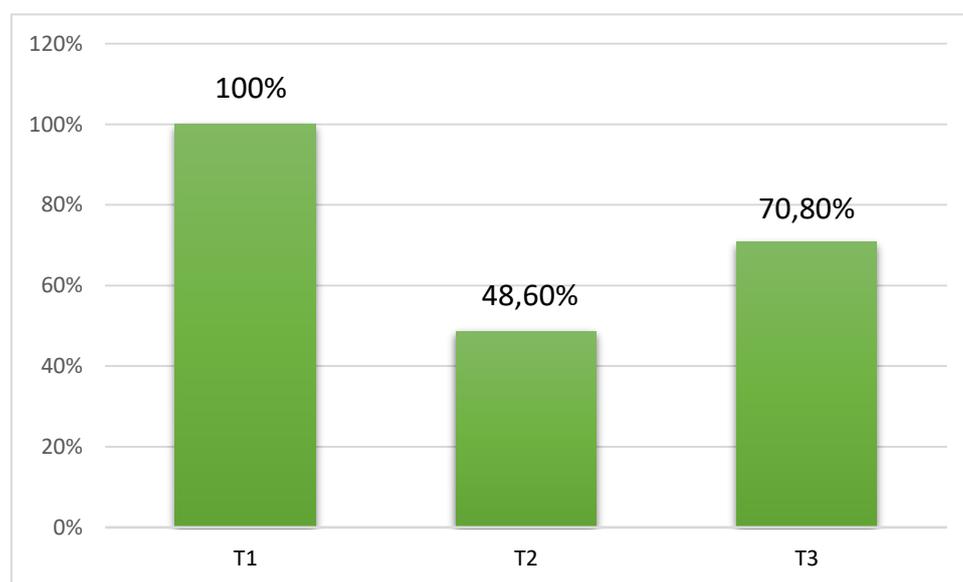
En cada unidad experimental se evaluaron 18 plantas.

En la Tabla 8 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuento a la variable de prendimiento a los 10 días posterior a la siembra nos indica que, si existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 18.00 y el **T3** (esquejes) con 12.75, es decir que hay un efecto de método de siembra en el prendimiento del campo experimental a los 10 días posterior a la siembra.

De igual manera si existen diferencias estadísticas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 18.00 y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 8.75, es decir que hay un efecto de método de siembra en el prendimiento del campo experimental a los 10 días posterior a la siembra.

### Figura 3

*Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable de emergencia a los 10 días de sembrado del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*



En la Figura 3 se observa la media de emergencia a los 10 días de sembrado del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, siendo el tratamiento de mayor emergencia el **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de y el tratamiento con

la menor media de emergencia el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 8.75.

#### 4.1.3. *Altura de Planta*

##### **Primera Evaluación de Altura de Planta (cm) a los 45 días posterior a la Siembra.**

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>Sig.</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Tratamiento                 | 2         | 1245.5    | 622.77    | 15.51    | *           |
| Bloque                      | 3         | 154.1     | 51.37     | 1.28     | n.s.        |
| Error                       | 6         | 240.9     | 40.15     |          |             |
| Total                       | 11        | 1640.5    |           |          |             |

En la Tabla 9 de análisis de varianza de altura de planta a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 28.15%, el valor de este parámetro se debe a los problemas de germinación que se presentaron en el tratamiento **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) y el tratamiento **T3** (esquejes).

**Tabla 10**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para la altura de planta a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| <b>Tratamientos</b>                                       | <b>Media de altura de planta a los 45 días (cm)</b> | <b>Agrupación</b> |   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|---|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 34.67                                               | A                 |   |
| T3 (esquejes)                                             | 23.13                                               | A                 | B |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 9.74                                                |                   | B |

En la Tabla 10 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de altura de planta a los 45 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 34.67 cm y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 9.74 cm, es decir que hay un efecto de método de siembra en la altura de planta a los 45 días posterior a la siembra.

### **Segunda Evaluación de Altura de Planta (cm) a los 90 días posterior a la Siembra.**

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>Sig.</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Tratamiento                 | 2         | 31382.38  | 15691.2   | 35.37    | *           |
| Bloque                      | 3         | 1761.49   | 587.2     | 1.32     | n.s.        |
| Error                       | 6         | 2661.93   | 443.7     |          |             |
| Total                       | 11        | 35805.80  |           |          |             |

En la Tabla 11 de análisis de varianza de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 20%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

**Tabla 12**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| Tratamientos                                              | Media de altura de planta a los 90 días (cm) | Agrupación |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 164.32                                       | A          |
| T3 (esquejes)                                             | 104.15                                       | B          |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 39.09                                        | C          |

En la Tabla 12 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra nos indica que, si existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 164,32 cm, **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 39.09 cm y el **T3** (esquejes) con 104.15 cm, es decir que hay un efecto de método de siembra en la altura de planta a los 90 días posterior a la siembra.

### Tercera Evaluación de Altura de lanta (cm) a los 135 días posterior a la Siembra.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| Fuentes de variación | GL | SC    | CM      | F     | Sig. |
|----------------------|----|-------|---------|-------|------|
| Tratamiento          | 2  | 40983 | 20491.5 | 35.68 | *    |
| Bloque               | 3  | 2510  | 836.5   | 1.46  | n.s. |
| Error                | 6  | 3446  | 574.3   |       |      |
| Total                | 11 | 46938 |         |       |      |

En la Tabla 13 de análisis de varianza de altura de planta a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 18.17%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos de campo.

**Tabla 14**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en altura de planta a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

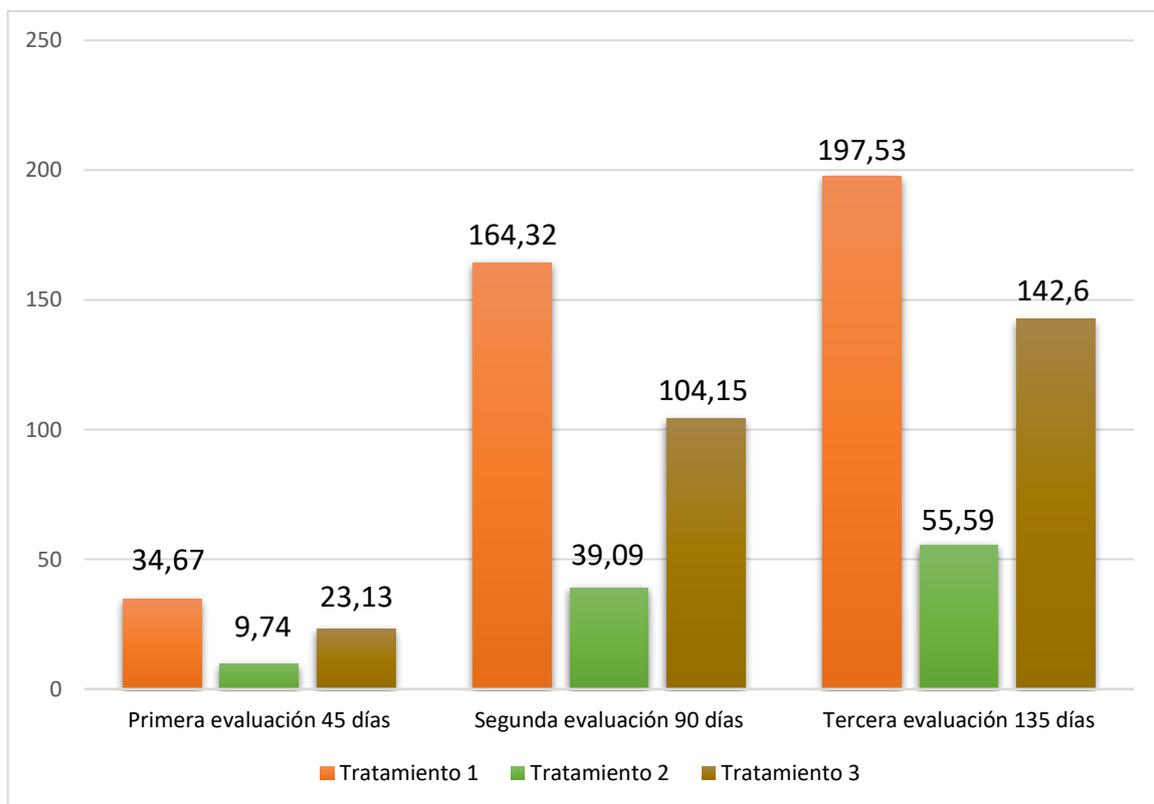
| Tratamientos                                              | Media de altura de planta a los 135 días (cm) | Agrupación |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 197.53                                        | A          |
| T3 (esquejes)                                             | 142.60                                        | B          |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 55.59                                         | C          |

En la Tabla 14 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable altura de planta a los 135 días posterior a la siembra nos indica que, si

existen diferencias estadísticas entre tratamientos de **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 197.53 cm, **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 55.59 cm y el **T3** (esquejes) con 142.60 cm, es decir que hay un efecto de método de siembra en la altura de planta a los 135 días posterior a la siembra.

**Figura 4**

*Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable altura (cm) de planta promedio (cm) del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*



En la Figura 4 se observa la altura de planta del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, a los 45 días, se observa que la altura de planta para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 34.67 cm es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 9.74 cm y el **T3** (esquejes) con 23.13 cm.

De la misma forma a los 90 días se observa que la altura de planta para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 164.32 cm es mayor con

respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 39.09 cm y el **T3** (esquejes) con 104.15 cm.

Por último, a los 135 días se observa que la altura de planta para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 197.53 cm es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 55.59 cm y el **T3** (esquejes) 142.60 cm.

#### 4.1.4. Número de Macollo

##### Primera Evaluación de Número de Macollo a los 45 días posterior a la Siembra.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*

| Fuentes de variación | GL | SC     | CM     | F     | Sig. |
|----------------------|----|--------|--------|-------|------|
| Tratamiento          | 2  | 1.8497 | 0.9248 | 25.96 | *    |
| Bloque               | 3  | 0.2190 | 0.0730 | 2.05  | n.s. |
| Error                | 6  | 0.2137 | 0.0356 |       |      |
| Total                | 11 | 2.2824 |        |       |      |

En la Tabla 15 de análisis de varianza de número de macollo a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 10.66 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

**Tabla 16**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable número de macollo, a los 45 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*

| <b>Tratamientos</b>                                       | <b>Media de número de macollo a los 45 días</b> | <b>Agrupación</b> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 3.57                                            | A                 |
| T3 (esquejes)                                             | 2.90                                            | A                 |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 0.51                                            | B                 |

En la Tabla 16 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable número de macollo a los 45 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 3.57 macollos por planta y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 0.51 macollos por planta, es decir que hay un efecto de método de siembra en el número de macollo por planta a los 45 días posterior a la siembra.

De la misma forma si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 0.51 macollos por planta y **T3** (esquejes) con una media de 2.90 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 45 días posterior a la siembra.

## Segunda Evaluación de Número de Macollo a los 90 días posterior a la Siembra.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*

| Fuentes de variación | GL | SC     | CM     | F     | Sig. |
|----------------------|----|--------|--------|-------|------|
| Tratamiento          | 2  | 3.1467 | 1.5733 | 10.37 | *    |
| Bloque               | 3  | 2.8795 | 0.9598 | 6.33  | *    |
| Error                | 6  | 0.9102 | 0.1517 |       |      |
| Total                | 11 | 6.9364 |        |       |      |

En la Tabla 17 de análisis de varianza de número de macollo a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que también existen diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad es de 13.71%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

**Tabla 18**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*

| Tratamientos                                              | Media de número de macollo a los 90 días | Agrupación |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 10.75                                    | A          |
| T3 (esquejes)                                             | 9.01                                     | A          |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 4.62                                     | B          |

En la Tabla 18 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable número de macollo a los 90 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 10.75 macollos por planta y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 4.62 macollos por planta, es decir que hay un efecto de método de siembra en el número de macollo por planta a los 90 días posterior a la siembra.

De la misma forma si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 4.62 macollos por planta y **T3** (esquejes) con una media de 9.01 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 90 días posterior a la siembra.

**Tabla 19**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los bloques en la variable número de macollo, a los 90 días posterior a la siembra de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| Bloques  | Media de número de macollo a los 90 días | Agrupación |   |
|----------|------------------------------------------|------------|---|
| Bloque 1 | 11.09                                    | A          |   |
| Bloque 2 | 10.37                                    | A          | B |
| Bloque 3 | 5.65                                     |            | B |
| Bloque 4 | 5.39                                     |            | B |

En la Tabla 19 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los bloques, en cuanto a la variable número de macollo a los 90 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre bloques **B1** con una media de 11.09

macollos por planta y el **B3** con una media de 5.65 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 90 días posterior a la siembra.

De la misma forma si existe diferencias estadísticas significativas entre bloques **B1** con una media de 11.09 macollos por planta y **B4** con una media de 5.39 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 90 días posterior a la siembra.

De igual manera si existe diferencias estadísticas significativas entre bloques **B2** con una media de 10.37 macollos por planta y **B3** con una media de 5.65 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 90 días posterior a la siembra.

Así mismo sí existe diferencias estadísticas significativas entre bloques **B2** con una media de 10.37 macollos por planta y **B4** con una media de 5.39 macollos por planta, es decir que hay efecto de método de siembra en el número de macollos por planta a los 90 días posterior a la siembra.

### **Tercera Evaluación de Número de Macollo a los 135 días posterior a la Siembra.**

**Tabla 20**

*Análisis de varianza de la variable de número de macollo, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennisetum sp.)*

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>Sig.</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Tratamiento                 | 2         | 2.3089    | 1.1545    | 13.06    | *           |
| Bloque                      | 3         | 0.5482    | 0.1827    | 2.07     | n.s.        |
| Error                       | 6         | 0.5304    | 0.0884    |          |             |
| Total                       | 11        | 3.3875    |           |          |             |

En la Tabla 20 de análisis de varianza de número de macollo a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 8.93%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos de campo.

**Tabla 21**

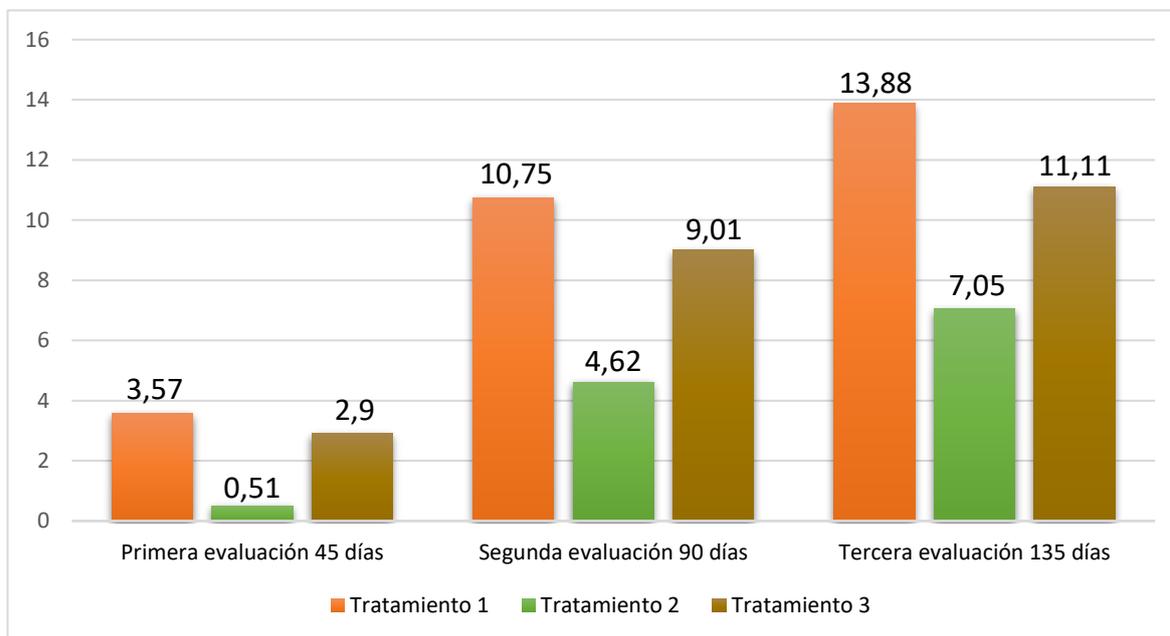
*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable número de macollo, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennisetum sp.)*

| Tratamientos                                              | Media de número de macollo a los 135 días | Agrupación |   |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|---|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 13.88                                     | A          |   |
| T3 (esquejes)                                             | 11.11                                     | A          | B |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 7.05                                      |            | B |

En la Tabla 21 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable número de macollo a los 135 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 13.88 macollos por planta y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 7.05 macollos por planta, es decir que hay un efecto de método de siembra en el número de macollo por planta a los 135 días posterior a la siembra.

**Figura 5**

*Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable número de macollo promedio del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*



En la Figura 5 se observa el número de macollo del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, a los 45 días, se observa que el número de macollo para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 3.57 macollos por planta es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 0.51 macollos por planta y el **T3** (esquejes) con una media de 2.9 macollos por planta.

De la misma forma a los 90 días se observa el número de macollo para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 10.75 macollos por planta es mayor con respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 4.62 macollos por planta y el **T3** (esquejes) con una media de 9.01 macollos por planta.

Por último, a los 135 días se observa que el número de macollo para el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con una media de 13.88 macollos por

planta es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con una media de 7.05 macollos por planta y el **T3** (esquejes) con una media de 11.11 macollos por planta.

#### 4.1.5. *Peso Promedio de Cosecha por Corte (kilogramos)*

**Evaluación del peso promedio de cosecha por corte (kg) del campo experimental a los 135 días posterior a la siembra.**

**Tabla 22**

*Análisis de varianza de la variable peso promedio de cosecha por corte del campo experimental, a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (Pennicetum sp.)*

| <b>Fuentes de variación</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>Sig.</b> |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Tratamiento                 | 2         | 5810.67   | 2905.33   | 28.15    | *           |
| Bloque                      | 3         | 59.67     | 19.89     | 0.19     | n.s.        |
| Error                       | 6         | 619.33    | 103.22    |          |             |
| Total                       | 11        | 6489.67   |           |          |             |

En la Tabla 22 de análisis de varianza de peso promedio de cosecha por corte a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadística significativa. El coeficiente de variabilidad es de 17.17%, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos de campo.

**Tabla 23**

*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable peso promedio de cosecha por corte (kg), a los 135 días posterior a la siembra.*

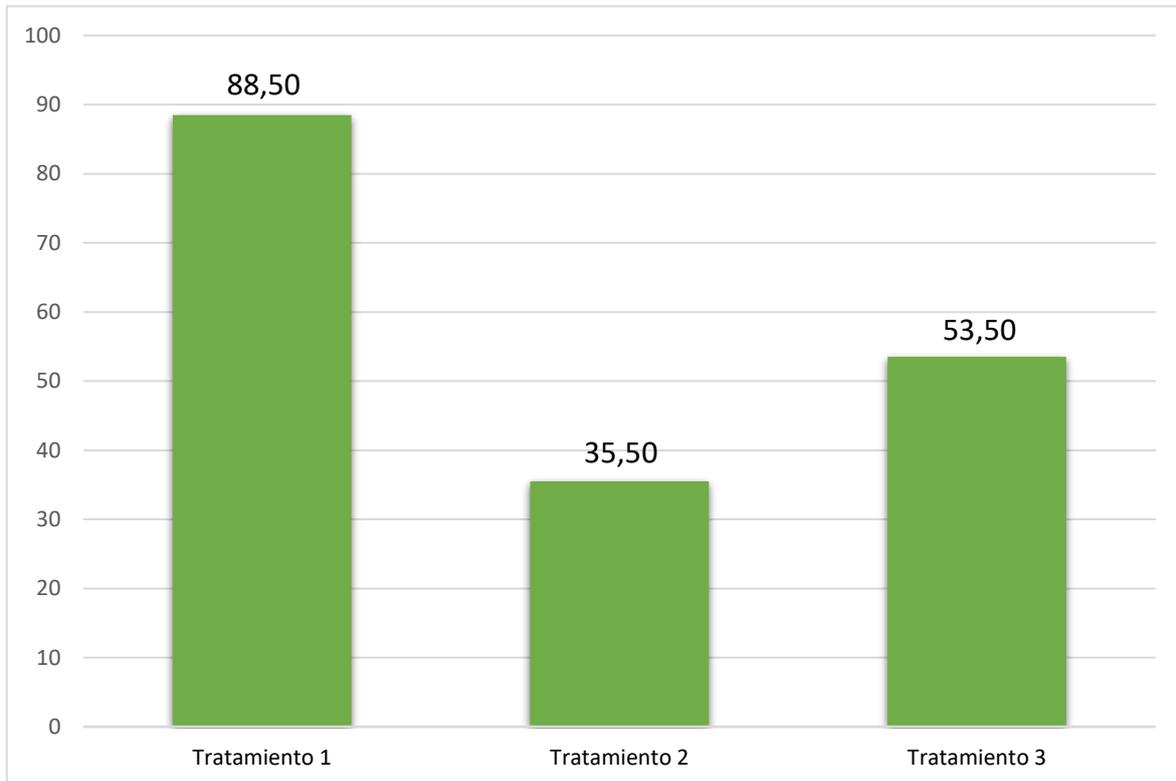
| <b>Tratamientos</b>                                       | <b>Media de peso de cosecha por corte (kg) del campo experimental</b> | <b>Agrupación</b> |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) | 88.50                                                                 | A                 |
| T3 (esquejes)                                             | 53.50                                                                 | B                 |
| T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente)       | 35.50                                                                 | B                 |

En la Tabla 23 la prueba de comparaciones de medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de peso promedio de cosecha por corte (kg) del campo experimental nos indica que, si existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 88.50 kg y el **T3** (esquejes) con 53.50 kg, es decir que hay un efecto de método de siembra en el peso promedio de cosecha por corte del campo experimental a los 135 días posterior a la siembra.

De la misma forma si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 88.50 kg y el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 35.50 kg, es decir que hay un efecto de método de siembra en el peso promedio de cosecha por corte del campo experimental a los 135 días posterior a la siembra.

## Figura 6

*Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable peso (kg) promedio de cosecha por corte (kg), a los 135 días posterior a la siembra del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum* sp.)*

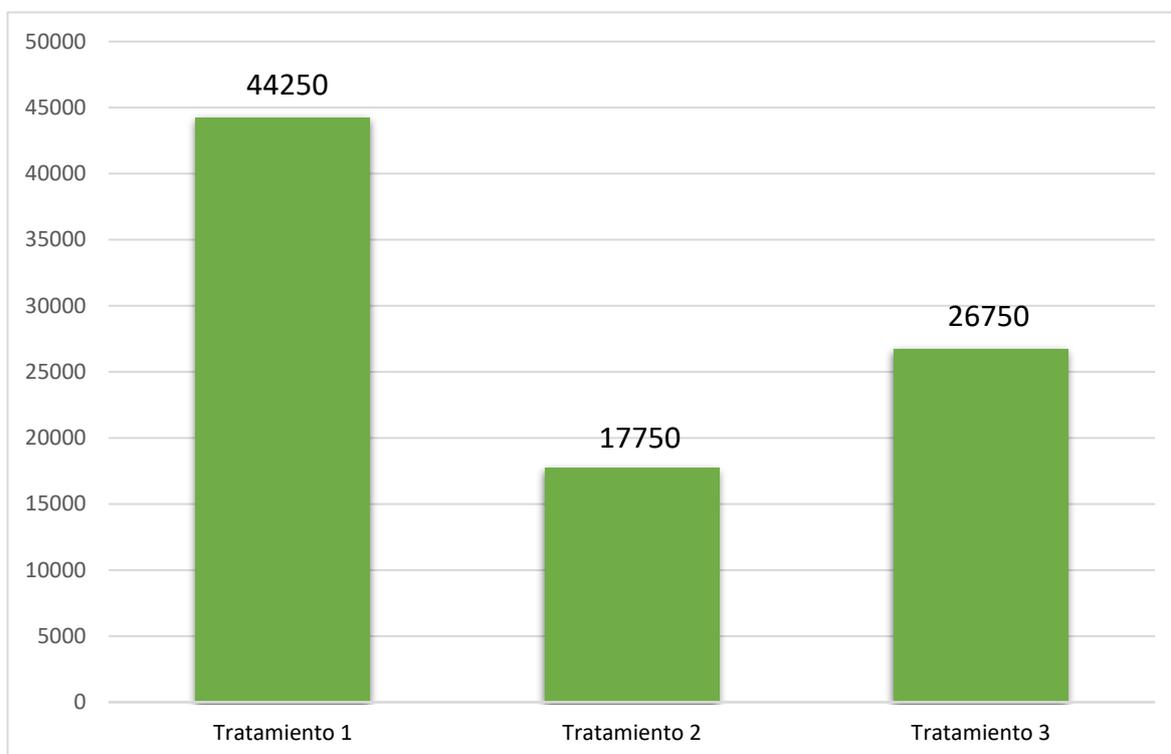


En la Figura 6 se observa el peso promedio de cosecha por corte (kg) del campo experimental en el cultivo de maralfalfa *Pennisetum* sp., siendo el tratamiento de mayor peso promedio de cosecha por corte el **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 88.50 kg, respecto al tratamiento **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 35.50 kg y el **T3** (esquejes) con 53.50 kg.

#### 4.1.6. Rendimiento Kg/Ha

**Figura 7**

*Efecto de diferentes métodos de siembra en la variable rendimiento (Kg/Ha) de cosecha por corte (Kg/Ha), de cada uno de los tratamientos.*



En la Figura 7 se observa el rendimiento en Kg/Ha del cultivo de maralfalfa *Pennisetum* sp., siendo el tratamiento con un mayor rendimiento el **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 44250 Kg/Ha, respecto al tratamiento **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 17750 Kg/Ha y el **T3** (esquejes) con 26750 Kg/Ha.

El rendimiento por hectárea obtenido en el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 44250 Kg/Ha es inferior a la literatura citada debido a que es el primer corte, los resultados del rendimiento irán subiendo conforme maduran las estructuras de reservas de las plantas.

#### 4.1.7. Porcentaje de Materia Seca

**Tabla 24**

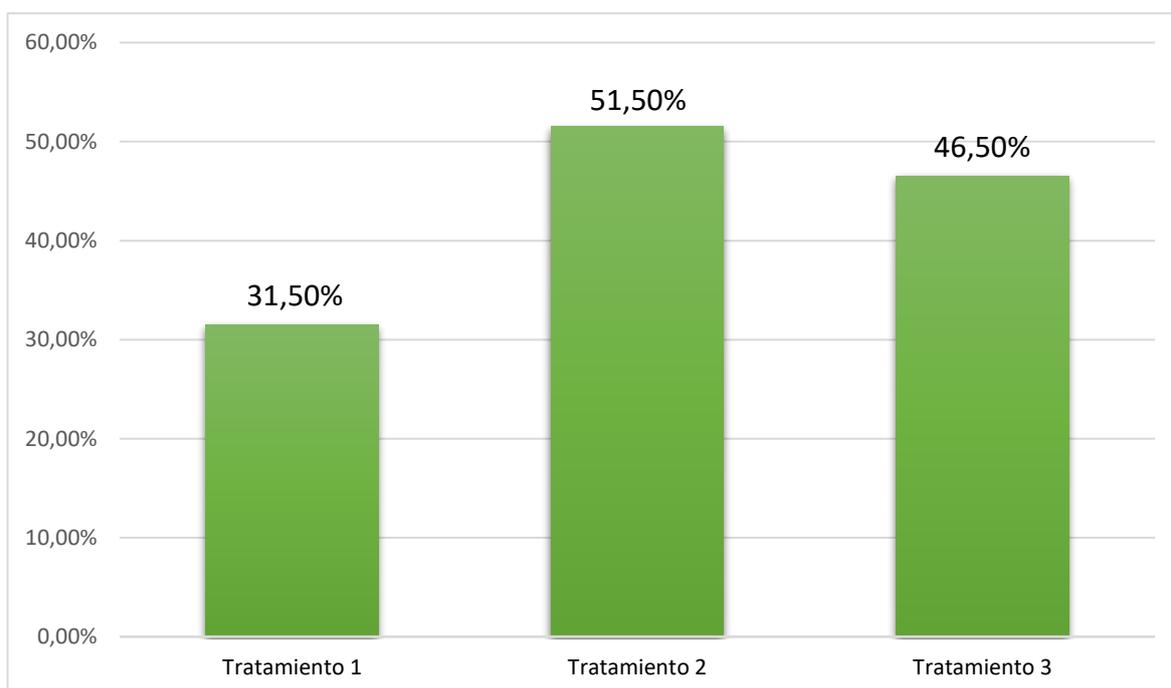
Resultado del análisis de materia seca realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM.

| Código de la muestra | Peso seco en ambiente (g.) | Peso seco a estufa (g.) |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Tratamiento 1        | 100.00                     | 31.50                   |
| Tratamiento 2        | 100.00                     | 51.50                   |
| Tratamiento 3        | 100.00                     | 46.50                   |

Se han obtenido los resultados en la estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas.

**Figura 8**

Variable de porcentaje de materia seca de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)



En la Figura 8 se observa el porcentaje de materia seca de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.*, siendo el tratamiento de menor porcentaje de materia seca el **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con el

31.50% y el tratamiento con el mayor porcentaje de materia seca el **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 51.50%.

#### 4.1.8. Ceniza

**Tabla 25**

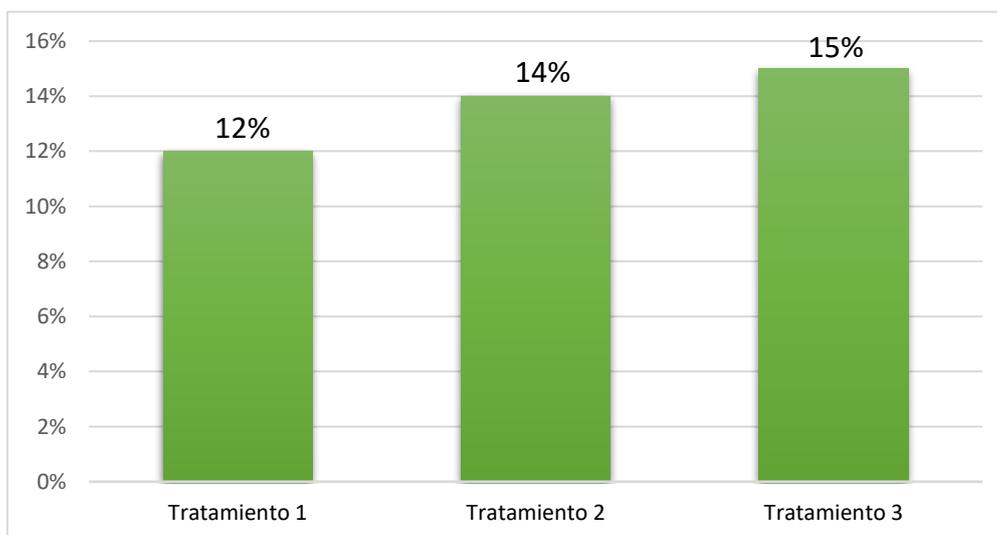
*Resultado del análisis de determinación de ceniza realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNASAM.*

| Código de la muestra | Peso seco a estufa (g.) | Peso de ceniza (g.) |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Tratamiento 1        | 10.00                   | 1.20                |
| Tratamiento 2        | 10.00                   | 1.40                |
| Tratamiento 3        | 10.00                   | 1.50                |

El tratamiento 1 se han obtenido los resultados en el horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 24 horas. Para los tratamientos 2 y 3 se han obtenido los resultados en el horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 36 horas.

**Figura 9**

*Variable de porcentaje ceniza de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*)*



En la Figura 9 se observa el porcentaje de ceniza de los distintos métodos de propagación del cultivo de maralfalfa *Pennisetum* sp., siendo el tratamiento de menor porcentaje de ceniza el **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con el 12% y el tratamiento con el mayor porcentaje ceniza el **T3** (esquejes) con 15%.

#### 4.1.9. Análisis Económico del Cultivo

**Tabla 26**

*Utilidad neta y rentabilidad de los tratamientos del cultivo de maralfalfa (Pennisetum sp.)*

| Descripción                   | Unidad de Medida | Tratamientos |           |           |
|-------------------------------|------------------|--------------|-----------|-----------|
|                               |                  | T1           | T2        | T3        |
| Rendimiento                   | Kg/Ha            | 44,250.00    | 17,750.00 | 26,750.00 |
| Costo de producción           | Soles/Ha         | 7,724.35     | 6,124.80  | 6,124.80  |
| Precio de venta en el mercado | Soles/Kg         | 0.60         | 0.60      | 0.60      |
| Ingreso bruto                 | Soles            | 26,550.00    | 10,650.00 | 16,050.00 |
| Ingreso neto                  | Soles            | 18,825.65    | 4,525.20  | 9,925.20  |
| Rentabilidad                  | %                | 70.91        | 42.49     | 61.84     |
| Relación B/C                  | Unidad           | 2.44         | 0.74      | 1.62      |

De acuerdo al análisis económico de costos de producción realizado en el cultivo de maralfalfa *Pennisetum* sp. se hizo el análisis económico para cada tratamiento, de los cuales se observó que el precio de venta en chacra por kilogramo de forraje verde del cultivo de maralfalfa *Pennisetum* sp. es de 0.60 soles. En el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) se obtuvo mayor rentabilidad de 70.91 %; luego en el tratamiento **T3** (esquejes) se obtuvo una rentabilidad de 61.84 % y el tratamiento **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) se obtuvo menor rentabilidad con 42.49 %.

## 4.2. Discusión

En la presente investigación se realizó el estudio y la evaluación del comportamiento de la maralfalfa *Pennisetum sp.* con tres diferentes métodos de siembra en condiciones de 2511 m.s.n.m., se encontró los mejores resultados en el tratamiento **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) (porcentaje de emergencia, altura de planta a los 45 días posterior a la siembra, altura de planta a los 90 días posterior a la siembra, altura de planta a los 135 días posterior a la siembra, número de macollo a los 45 días posterior a la siembra, número de macollo a los 90 días posterior a la siembra, número de macollo a los 135 días posterior a la siembra, peso promedio de cosecha por corte del campo experimental, rendimiento de cosecha por corte Kg/Ha, rendimiento y análisis económico), esto es debido a un adecuado método de siembra.

Respecto a variable porcentaje de emergencia nos indica que el mayor porcentaje de emergencia se obtuvo aplicando el método de siembra **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 100 %, estos resultados son superiores a la investigación realizada según Ruiz (2016), en su investigación indica que logró un porcentaje de emergencia de 90.36 % para el cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.* con un distanciamiento de 0.50 m entre plantas y 1 m entre hileras, el autor utilizó estacas de aproximadamente 4 a 5 meses de maduración empleando estacas de tres nudos que fueron enterrados dos nudos y dejando el extremo descubierto para facilitar la emergencia, y cercanos a lo obtenido según Condori (2018), el autor indica que logró un porcentaje de prendimiento del 95.37 %, así como también indica que las características del suelo, calidad de agua de riego y humedad favorecieron a los resultados obtenidos.

Para la variable altura de planta a los 135 días posterior a la siembra nos indica que el mayor promedio de altura de planta se obtuvo aplicando el método de siembra **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 197.53 cm estos resultados están por

debajo de los resultados de la investigación desarrollada por Ruiz (2016), el autor registró valores de 277.45 cm el autor afirma que estos resultados se deben a los diferentes fertilizantes usados en su experimento lo que aceleró la velocidad de crecimiento. Por otro lado, los resultados obtenidos son cercanos a lo obtenido por Guamanquispe (2012), la autora registra datos de 209,97 cm, así como también menciona que usó solo abono de bovino.

Respecto a la variable número de macollos a los 135 días posterior a la siembra nos indica que el mayor promedio de numero de macollos se obtuvo aplicando el método de siembra **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 13.88 estos resultados son muy similares a los resultados obtenidos por Ruiz (2016), que con un distanciamiento de 0.50 m entre plantas y 1 m entre hileras y el uso de estacas de aproximadamente 4 a 5 meses de maduración el autor registró un resultado de 13.28 para el cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.* Por otra parte, los resultados obtenidos son superiores a los registrados por Chávez (2016), el cual indica que el número de macollos para el primer corte es una media de 9.8 a una altitud de 1400 m.s.n.m. y el autor afirma que este valor va aumentando gradualmente según las semanas de desarrollo.

Referente a la variable rendimiento Kg/Ha nos indica que el mayor promedio de rendimiento Kg/Ha del cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.* se obtuvo aplicando el método de siembra **T1** (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada) con 44250 Kg/Ha estos resultados son superiores a los obtenidos por Guamanquispe (2012), la autora afirma el uso de solo abonos orgánicos como el abono de bovino y registró un rendimiento máximo de 12890 Kg/Ha. Por otro lado, los resultados obtenidos son inferiores a los resultados obtenidos por Ruiz (2016), el autor empleó diferentes fertilizantes acelerando el crecimiento y registrando un rendimiento de 70310 Kg/Ha.

El costo de producción para el cultivo de maralfalfa *Pennisetum sp.* fue de S/. 7,724.35 por hectárea con el método de siembra de estacas con tres nudos enterrados de forma

inclinada siendo inferiores a las investigaciones desarrolladas por Ruiz (2016) en su investigación “Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) vs. camerun (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, Loreto”; así como también el autor afirma que el valor del pasto maralfalfa no es un valor fijo que se puede determinar.

Para la variable materia seca nos indica que el mayor porcentaje de materia seca se obtuvo aplicando el método de siembra **T2** (estacas con un nudo enterrados horizontalmente) con 51.50 % siendo superiores a las investigaciones desarrollada por Andrade (2009) que reporta valores de materia seca para maralfalfa *Pennisetum sp.* de 22.77%.

Respecto a la variable ceniza nos indica que el mayor porcentaje de ceniza se obtuvo aplicando el método de siembra **T3** (esquejes) con 15% estos resultados son muy similares a los obtenidos por Cruz (2008) en su investigación que lleva por nombre “Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio” concluye con un porcentaje de ceniza de 16.08 %.

## V. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- Se obtuvo mayor rendimiento en forraje verde de maralfalfa (*Pennisetum sp.*), aplicando el método de siembra de estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada; con el que se logró 44,250 Kg/Ha. Mientras que el mayor rendimiento en materia seca, sobre la misma cantidad de forraje verde, el método de siembra de estacas con un nudo enterrados horizontalmente, tuvo mayor nivel (51.50 %); sin embargo, este último método de siembra presentó un menor rendimiento en forraje verde, con 17,750 Hg/Ha (40.1% del enterrado en forma inclinada).
- En cuanto se refiere al nivel de prendimiento, en el T1 se logró que el 100% de las estacas prendieron, seguido por el T3 (70.8%) y el T2 solo 48.6%; Estos índices, tuvieron influencia directa sobre el nivel de macollo, tanto en la primera, como en la segunda y la tercera evaluación, con promedio de 13.8 tallos en el T1, mientras que 11.1 tallos en el T3 y solo 7 tallos en la T2; y, finalmente, en la altura que logró tener las plantas, también tuvo mayor velocidad de crecimiento y la altura final (197.5 cm) el T1, seguido por la T3 (143.6 cm) y la T2 con 55.5 cm.
- Los niveles de materia seca del forraje secado al medio ambiente, fue mayor en el T2 (51.5%), seguido por T3 (46.5%) y T1 (31.5%), es consecuencia de la menor calidad de pastura del T2 y T3, mientras que la del T1 es mejor, por contener menor cantidad de fibra bruta de poca digestibilidad y el T1 de mayor palatabilidad, por contener mayor nivel de carbohidratos solubles.
- Finalmente, se obtuvo una mayor rentabilidad en el cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) aplicando el método de siembra de estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada 70.91 % (T1), con una utilidad neta de S/. 18,825.65 por Ha, y una relación B/C de S/. 2.44.

## 5.2. Recomendaciones

- Para el establecimiento del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*), se recomienda aplicar el método de siembra de estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada, por la obtención de mayores rendimientos de forraje como económicos.
- En primer término, el cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*), que presenta buena adaptabilidad a condiciones del Centro Poblado de Tingua, como en el fundo del CIESAM Tingua, las autoridades locales y de la UNASAM, deben promover la masificación de su cultivo, especialmente para la alimentación de vacunos lechero.
- De igual manera, la Dirección Regional Agraria de Ancash y otras instituciones del agro, deben promover la siembra del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) por su alto rendimiento, exigencia de poca fertilidad del suelo, fácil manejo, buen valor nutritivo, escasa presentación de plagas y enfermedades y su bajo nivel de costos en la conducción del cultivo.
- Se recomienda continuar con trabajos de investigación del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en otras zonas del departamento de Ancash, para evaluar su potencial uso a nivel departamental.

## VI. Referencias

- Acosta, G. (2011). *Fertilización nitrogenada en el pasto maralfalfa (Pennicetum sp.), y su efecto en la biomasa y materia seca en el Fundo Zungarococha-FA-UNAP-Iquitos*. [Tesis para obtener grado de Bachiller en Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2907>
- Alcázar, J. (1997). *Bases para la alimentación animal y la formulación manual de raciones*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10965/T-1055.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Andrade, D. (2009). *Evaluación de dos sistemas y tres distancias de siembra del pasto maralfalfa (Pennicetum sp.) en la localidad de Chalguayacu, Canton Cumanda, Provincia de Chimborazo*. [Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/363>
- Arroyo, E. y Lozano, A. (2019). *Evaluación de la productividad de maralfalfa (Pennisetum sp.) y (Pennisetum purpureum) bajo cuatro distancias de siembra en canales primarios de la finca Monterrey 1 del municipio de Turbo Antioquia y descripción de potencial para la alimentación bovina*. [Trabajo para obtener el grado de Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD].  
<https://1library.co/document/ynegwvly-evaluacion-productividad-maralfalfa-pennisetum-pennisetum-monterrey-descripcion-alimentacion.html>
- Arteaga, S. y Reyes, D. (2019). *Evaluación bromatológica, organoléptica y pH en silaje de Festuca Dolichophylla, Dactyles Glomerata, con tres aditivos – c.p. Santa Ana de Pacoyan – Simón Bolívar, Pasco*. [Tesis para obtener título profesional de ingeniero

- zootecnista, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional.  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1895/1/T026\\_70221600\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1895/1/T026_70221600_T.pdf)
- Avalos, D. (2009). *Reproducción vegetativa del pasto maralfalfa (pennisetum sp) y su respuesta a la fertilización química y orgánica en la granja Laguacoto II, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*. [Tesis para el grado de Bachiller, Universidad Estatal de Bolívar].  
[https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UEB\\_29536946156f144bf6ce125825b7372e](https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UEB_29536946156f144bf6ce125825b7372e)
- Bernal, J. y Moreno, G. (1979). *Pastos para corte y pastoreo*. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes del Banco de la República de Colombia.  
<https://www.cervantesvirtual.com/obra/pastos-para-corte-y-pastoreo-883356/>
- Calzada-Marín, J., Enriquez-Quiroz, F., Hernández-Garay, A., Ortega-Jiménez, E. y Mendoza-Pedroza, s. (2014). *Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) en clima cálido subhúmedo*. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 5(2). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242014000200009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000200009)
- Carulla, J., Cárdenas, E., Sánchez, N. y Riveros, C. (2004). *Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana*. [Tesis de maestría en salud y producción animal, Universidad Nacional de Colombia]. Laboratorio de Nutrición de la FMVyZ.  
[https://www.academia.edu/8158740/Valor\\_nutricional\\_de\\_los\\_forrajes\\_en\\_colombia](https://www.academia.edu/8158740/Valor_nutricional_de_los_forrajes_en_colombia)
- Chávez, G. (2016). *Determinación del coeficiente del cultivo (Kc) y el crecimiento vegetativo de maralfalfa (Pennisetum sp.) bajo condiciones climáticas de la irrigación Majes*. [Tesis para optar título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ffed1ef8-3d0b-4b4f-8e90-2c7015cb61fe/content>.

- Citalán, L., Domínguez, B., Orantes, M., Manzur, A., Sánchez, B., De los Santos, M., Ruiz, J., Cruz, J., Córdova, V., Ramos, J. y Nahed, J. (2012). *Evaluación nutricional de maralfalfa (Pennisetum spp) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas*. Quehacer Científico en Chiapas 1(13) 19-23. [https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2012-ener-jun/evaluacion\\_nutricional\\_de\\_maralfalfa.pdf](https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACER-CIENTIFICO-2012-ener-jun/evaluacion_nutricional_de_maralfalfa.pdf)
- Colombo, A. (2019). *La reproducción por esquejes*. Editorial Parkstone Internacional. <https://www.bajalibros.com/PE/La-reproduccion-por-esquejes-Aldo-Colombo-eBook-1753866?frstPGI3R=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8=>
- Condori, S. (2018). *Evaluación del comportamiento del forraje maralfalfa (Pennisetum sp.) con aplicación de láminas de riego y biol – bovino en diferentes ambientes en el altiplano boliviano*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/18525>
- Contexto Ganadero. (2017). *Alimente su vaca con más materia seca*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/alimente-su-vaca-con-mas-materia-seca>
- Correa, H. (2004). *Pasto Maralfalfa: Mitos y Realidades* Universidad Nacional de Colombia. <https://antoniovyckovilchez.files.wordpress.com/2011/12/maralfalfa.pdf>
- Cruz, D. (2008). *Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa Pennisetum violaceum con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio*. [Tesis para obtener el título de ingeniero zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1607>
- Faria, J., Gonzales, B., y Chirinhos, Z. (2007). *Producción forrajera de cuatro germoplasmas de Pennisetum purpureum en sistemas intensivos bajo corte*. Información Técnica

- Económica Agraria. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2007/comunicaciones/2007\\_SGEG\\_25.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2007/comunicaciones/2007_SGEG_25.pdf)
- Flores, J. (1986). *Manual de Alimentación Animal*. Editorial México: Ciencia y Técnica. <https://biblioteca.uaaan.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13621>
- Guamanquispe, M. (2012). *Evaluación de la productividad del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) mediante dos tipos de multiplicación asexual y dos abonos orgánicos en Cunchibamba, provincia de Tungurahua*. [Tesis para obtener el título de ingeniera agrónoma, Universidad Estatal de Bolívar]. [https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS\\_7/Ingenieria%20Agronomica/50.pdf](https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/50.pdf)
- Hanna, W., Gaines, T., Gonzales, B. y Monson, W. (1984). *Effects of ploid on yield and quality of pearl millet x napiergrass hybrids*. *Agronomy Journal* 76(6). <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj1984.00021962007600060024x>
- Julca, R. M. (2011). *Dosis de Abonamiento con Gallinaza y su efecto en el Rendimiento Forrajero y Bromatológicas del Pasto Maralfalfa (Pennisetum sp.), en Zungarococha – Iquitos—Loreto*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio Institucional. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2881>
- Leyva, C. (1990). *Nutrición animal para técnicos medios en zootecnia*. La Habana, Ministerio de Educación y Cultura. <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=15103>
- Macon, B., Sollenberger, L. y Moore, J. (2002). *Defoliation effects on persistence and productivity of four Pennisetum spp. Genotypes*. *Agronomy Journal* 94(3) 541-548.

- [https://www.researchgate.net/publication/236594554\\_Defoliation\\_Effects\\_on\\_Persistence\\_and\\_Productivity\\_of\\_Four\\_Pennisetum\\_spp\\_Genotypes](https://www.researchgate.net/publication/236594554_Defoliation_Effects_on_Persistence_and_Productivity_of_Four_Pennisetum_spp_Genotypes).
- Maldonado-Quiñones, H., Carrete-Carreón, F., Reyes-Estrada, O., Sánchez-Arroyo, J., Murillo-Ortiz, M. y Araiza-Rosales, E. (2021). *Rendimiento y valor nutricional del pasto maralfalfa (pennisetum sp.) a diferentes edades*. Revista Fitotecnia Mexicana 44(2) 143-149. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-2/2a.pdf>
- Maynard, L., Loosly, J., Hintz, H. y Warner, R. (2012). *Nutrición Animal (Cuarta edición en español)*. McGraw-Hill Interamericana editores SA D.  
<https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/nutricion-animal/autor/maynard/>
- Meza, K. (2012). *Evaluación de tres densidades de siembra del forraje maralfalfa (Pennisetum sp.) en la irrigación Majes-Arequipa 2011/2012*. [Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/4015/67.0231.AG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nogales, M. (1991). *Evaluación de especies forrajeras hidrófitas del lago Titicaca*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés].  
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5739>
- Orihuela, J., y Cuevas, O. (2014). *El ensilaje de maralfalfa como alternativa para la alimentación de bovinos lecheros en el estado de Morelos*. Editorial del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.  
<https://cerlalc.org/ri/ri/ri/el-ensilaje-de-maralfalfa-como-alternativa-para-la-alimentacion-de-bovinos-lecheros-en-el-estado-de-morelos-5452/>
- Palomino, D. (2010). *Evaluación y determinación de la soportabilidad de los pastizales en la comunidad campesina de Yauli – La Oroya*. [Tesis para optar el título de ingeniero

- zootecnista, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2938/Palomino%20Leon.pdf?sequence=1>
- Pérez, M. (1982). *Manual sobre ganado productor de leche*. Editorial Diana.  
[http://bibliotecavirtual.unsa.edu.pe:8009/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=245712&shelfbrowse\\_itemnumber=155269#shelfbrowser](http://bibliotecavirtual.unsa.edu.pe:8009/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=245712&shelfbrowse_itemnumber=155269#shelfbrowser)
- Prudencio, D., Hidalgo, Y., Chagray, N., Airahuacho, F. y Maguiña, R. (2020). *Producción y calidad forrajera de tres especies del género Pennicetum en el valle altoandino de Ancash*. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 7(1). [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182020000100004](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000100004)
- Quispe, R. y Maguiña, R. (2019). *Métodos de siembra de Pennicetum sp. "maralfalfa" en el rendimiento forrajero*. *Revista de Ciencia y Tecnología Infinitum* 9(2) de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.  
<https://revistas.unjpsc.edu.pe/index.php/INFINITUM/issue/view/84>
- Ramírez, J., y Pérez, J. (2003). *Efecto de la Edad de Corte sobre el Rendimiento y Composición Química del Pasto Maralfalfa (Pennisetum spp.)*. Sistema de Revistas Unellez
- Romero, J. (2010). *Evaluación del grado de adaptación y utilización de biofertilizantes en la producción de forraje del maralfalfa Pennisetum sp en la estación experimental Tunshi*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba Facultad de Ciencias Pecuarias. [https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45536&shelfbrowse\\_itemnumber=64427#shelfbrowser](https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45536&shelfbrowse_itemnumber=64427#shelfbrowser)
- Ruiz, R. (2016). *Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (Pennicetum sp.) vs. camerun (Pennicetum purpureum Schum. cv. Cameroon) en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, Loreto*. [Tesis para optar el título de

Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2612/F01-R85-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yzarra, W. y López, F. (2017). *Manual de Observaciones Fenológica*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/272>

## VII. Anexos

Anexo 1: Resultado del análisis de suelo del campo experimental.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

**SOLICITANTE** : Luís Smith Hinostrza Bazán - Tesista

**MUESTRA** : M - 01.

**UBICACIÓN** : C. P. Tingua – Yungay - Ancash

| Muestra N° | Textura (%) |      |         | Clase Textural | pH   | M.O % | Nt. % | P ppm | K ppm | C.E dS/m | Da. g/cm <sup>3</sup> |
|------------|-------------|------|---------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------------------|
|            | Arena       | Limo | Arcilla |                |      |       |       |       |       |          |                       |
| 74         | 48          | 33   | 19      | Franco         | 7.45 | 3.614 | 0.181 | 14    | 164   | 0.305    | 1.40                  |

#### RECOMENDACIONES Y

#### OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco, se caracteriza por tener una reacción ligeramente alcalina, medianamente rica en materia orgánica y % de nitrógeno total, medianamente rico en fósforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 22 de febrero del 2023.



*[Signature]*  
M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS

## Anexo 2: Resultado de determinación de materia seca.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA MARALFALFA

**SOLICITANTE** : Bach. Luís Smith HINOSTROZA BAZAN  
**MUESTRA** : Maralfalfa.  
**PROCEDENTE** : Tingua - Yungay - Ancash  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08-08-23  
**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 08-08-23  
**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 09-08-23

| <b>CODIGO DE LA MUESTRA</b> | <b>Peso seco en ambiente (gr.)</b> | <b>Peso seco a estufa (gr.)</b> |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Tratamiento 1               | 100.00                             | 31.50                           |
| Tratamiento 2               | 100.00                             | 51.50                           |
| Tratamiento 3               | 100.00                             | 46.50                           |

#### ENSAYOS

1.- Determinación de peso seco

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES

- Se ha obtenido los resultados en la Estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas.

Huaraz, 11 de agosto del 2023.



*[Firma]*  
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS

### Anexo 3: Resultado de determinación de ceniza.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN**  
Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



## RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE CENIZA DE MARALFALFA

**SOLICITANTE** : Bach. Luis Smith HINOSTROZA BAZAN  
**MUESTRA** : Maralfalfa.  
**PROCEDENTE** : Tingua - Yungay - Ancash  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 08-08-23  
**FECHA DE INICIO DE ANALISIS:** 09- 08-23  
**FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS:** 11-08-23

| CODIGO DE LA MUESTRA | Peso seco a estufa (gr.) | Peso de ceniza (gr.) |
|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Tratamiento 1        | 10.00                    | 1.20                 |
| Tratamiento 2        | 10.00                    | 1.40                 |
| Tratamiento 3        | 10.00                    | 1.50                 |

#### ENSAYOS

1.- Determinación de ceniza

#### OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

#### CONCLUSIONES

- El tratamiento 1 Se ha obtenido los resultados en el horno Mufla a una temperatura de 600 °C por 24 horas.
- Los tratamientos 2 y 3 se ha obtenido los resultados en el horno Mufla a una temperatura de 600°C p0r 36 horas.

Huaraz, 11 de agosto del 2023.



*[Signature]*  
Ing. M.Sc. Guillermo C. Romero  
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE SUELOS Y AGUAS

**Anexo 4:** Costo de producción del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) para el tratamiento T1 (estacas con tres nudos enterrados de forma inclinada).

| Descripción                       | Unidad     | Cantidad | Costo unitario S/. | Costo subtotal S/. | Costo total S/. |
|-----------------------------------|------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|
| <b>I. COSTOS DIRECTOS</b>         |            |          |                    |                    | <b>6035.00</b>  |
| <b>1. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> |            |          |                    |                    | <b>440.00</b>   |
| Limpieza                          | Jornal     | 2        | 50.00              | 100.00             |                 |
| Riego por machaco                 | Jornal     | 1        | 50.00              | 50.00              |                 |
| Aradura                           | Maquinaria | 1        | 90.00              | 90.00              |                 |
| Surcado                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>2. SIEMBRA</b>                 |            |          |                    |                    | <b>200.00</b>   |
| Siembra                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>3. LABORES AGRÍCOLAS</b>       |            |          |                    |                    | <b>600.00</b>   |
| Deshierbo                         | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Riego                             | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Aporque                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>4. INSUMOS</b>                 |            |          |                    |                    | <b>4125.00</b>  |
| Semillas                          | Unidad     | 5000     | 0.50               | 2500.00            |                 |
| Guano de vaca                     | Saco       | 125      | 13.00              | 1625.00            |                 |
| <b>5. COSECHA</b>                 |            |          |                    |                    | <b>500.00</b>   |
| Cosecha                           | Jornal     | 10       | 50.00              | 500.00             |                 |
| <b>6. OTROS</b>                   |            |          |                    |                    | <b>170.00</b>   |
| Balanza                           | Unidad     | 1        | 20.00              | 20.00              |                 |
| Análisis de suelo                 | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de materia seca          | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de ceniza                | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Traslado de insumos               | Unidad     | 2        | 30.00              | 60.00              |                 |
| <b>II. COSTOS INDIRECTOS</b>      |            |          |                    |                    | <b>1689.35</b>  |
| Imprevistos                       | %          | 10%      | 6035.00            | 603.05             |                 |
| Gastos administrativos            | %          | 5%       | 6035.00            | 301.75             |                 |
| Gastos financieros                | %          | 6%       | 6035.00            | 362.10             |                 |
| Asistencia técnica                | %          | 5%       | 6035.00            | 301.75             |                 |
| Leyes sociales                    | %          | 2%       | 6035.00            | 120.70             |                 |
| <b>COSTO TOTAL</b>                |            |          |                    |                    | <b>7724.35</b>  |

**Anexo 5:** Costo de producción del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) para el tratamiento T2 (estacas con un nudo enterrados horizontalmente).

| Descripción                       | Unidad     | Cantidad | Costo unitario S/. | Costo subtotal S/. | Costo total S/. |
|-----------------------------------|------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|
| <b>III. COSTOS DIRECTOS</b>       |            |          |                    |                    | <b>4785.00</b>  |
| <b>7. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> |            |          |                    |                    | <b>440.00</b>   |
| Limpieza                          | Jornal     | 2        | 50.00              | 100.00             |                 |
| Riego por machaco                 | Jornal     | 1        | 50.00              | 50.00              |                 |
| Aradura                           | Maquinaria | 1        | 90.00              | 90.00              |                 |
| Surcado                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>8. SIEMBRA</b>                 |            |          |                    |                    | <b>200.00</b>   |
| Siembra                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>9. LABORES AGRÍCOLAS</b>       |            |          |                    |                    | <b>600.00</b>   |
| Deshierbo                         | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Riego                             | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Aporque                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>10. INSUMOS</b>                |            |          |                    |                    | <b>2875.00</b>  |
| Semillas                          | Unidad     | 2500     | 0.50               | 1250.00            |                 |
| Guano de vaca                     | Saco       | 125      | 13.00              | 1625.00            |                 |
| <b>11. COSECHA</b>                |            |          |                    |                    | <b>500.00</b>   |
| Cosecha                           | Jornal     | 10       | 50.00              | 500.00             |                 |
| <b>12. OTROS</b>                  |            |          |                    |                    | <b>170.00</b>   |
| Balanza                           | Unidad     | 1        | 20.00              | 20.00              |                 |
| Análisis de suelo                 | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de materia seca          | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de ceniza                | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Traslado de insumos               | Unidad     | 2        | 30.00              | 60.00              |                 |
| <b>IV. COSTOS INDIRECTOS</b>      |            |          |                    |                    | <b>1339.80</b>  |
| Imprevistos                       | %          | 10%      | 4785.00            | 478.50             |                 |
| Gastos administrativos            | %          | 5%       | 4785.00            | 239.25             |                 |
| Gastos financieros                | %          | 6%       | 4785.00            | 287.10             |                 |
| Asistencia técnica                | %          | 5%       | 4785.00            | 239.25             |                 |
| Leyes sociales                    | %          | 2%       | 4785.00            | 95.70              |                 |
| <b>COSTO TOTAL</b>                |            |          |                    |                    | <b>6124.80</b>  |

**Anexo 6:** Costo de producción del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) para el tratamiento T3 (esquejes).

| Descripción                       | Unidad     | Cantidad | Costo unitario S/. | Costo subtotal S/. | Costo total S/. |
|-----------------------------------|------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|
| <b>V. COSTOS DIRECTOS</b>         |            |          |                    |                    | <b>4785.00</b>  |
| <b>13.PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> |            |          |                    |                    | <b>440.00</b>   |
| Limpieza                          | Jornal     | 2        | 50.00              | 100.00             |                 |
| Riego por machaco                 | Jornal     | 1        | 50.00              | 50.00              |                 |
| Aradura                           | Maquinaria | 1        | 90.00              | 90.00              |                 |
| Surcado                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>14.SIEMBRA</b>                 |            |          |                    |                    | <b>200.00</b>   |
| Siembra                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>15.LABORES AGRÍCOLAS</b>       |            |          |                    |                    | <b>600.00</b>   |
| Deshierbo                         | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Riego                             | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| Aporque                           | Jornal     | 4        | 50.00              | 200.00             |                 |
| <b>16.INSUMOS</b>                 |            |          |                    |                    | <b>2875.00</b>  |
| Semillas                          | Unidad     | 2500     | 0.50               | 1250.00            |                 |
| Guano de vaca                     | Saco       | 125      | 13.00              | 1625.00            |                 |
| <b>17.COSECHA</b>                 |            |          |                    |                    | <b>500.00</b>   |
| Cosecha                           | Jornal     | 10       | 50.00              | 500.00             |                 |
| <b>18.OTROS</b>                   |            |          |                    |                    | <b>170.00</b>   |
| Balanza                           | Unidad     | 1        | 20.00              | 20.00              |                 |
| Análisis de suelo                 | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de materia seca          | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Análisis de ceniza                | Ha         | 1        | 30.00              | 30.00              |                 |
| Traslado de insumos               | Unidad     | 2        | 30.00              | 60.00              |                 |
| <b>VI. COSTOS INDIRECTOS</b>      |            |          |                    |                    | <b>1339.80</b>  |
| Imprevistos                       | %          | 10%      | 4785.00            | 478.50             |                 |
| Gastos administrativos            | %          | 5%       | 4785.00            | 239.25             |                 |
| Gastos financieros                | %          | 6%       | 4785.00            | 287.10             |                 |
| Asistencia técnica                | %          | 5%       | 4785.00            | 239.25             |                 |
| Leyes sociales                    | %          | 2%       | 4785.00            | 95.70              |                 |
| <b>COSTO TOTAL</b>                |            |          |                    |                    | <b>6124.80</b>  |

## Anexo 7: Panel Fotográfico



Preparación de terreno para la instalación del experimento



Recolección de estacas y esquejes de maralfalfa (*Pennisetum* sp.)



Proceso de la siembra



Aplicación del estiércol de vacuno



Siembra de estaca de un nudo en forma horizontal



Siembra de estacas de tres nudos en forma inclinada



Vista de todo el campo experimental sembrado



Riego del cultivo del experimento



Deshierbo de parcelas experimentales



Aporque del cultivo experimental



Visita de verificación del cultivo por el asesor y miembro del jurado del proyecto de tesis



Vista instantánea luego de la visita y recomendaciones para la culminación del cultivo



Medición de la altura final de plantas



Pesado de pasto forraje verde



Muestra para determinar MS y ceniza



Cosecha final para evaluar rendimiento