

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Niveles de abono foliar (EM-1) y compost con EM en el  
rendimiento de maralfalfa (*Pennisetum sp.*). Centro de  
Producción Canchán – Huánuco, 2020 msnm.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:  
Pamela Maribel Bautista Tinco**

**Ayacucho - Perú**

**2018**

*A mis padres Saturnino Bautista Calderón y Clotilde Tinco Vivanco, por su cariño y apoyo incondicional, por la excelente educación y valores que me brindaron a lo largo de mi vida, además por lo que aún me siguen enseñando. A mis hermanas Yudith y Katty por el amor, comprensión y apoyo durante mis estudios. A Mi familia, que hizo posible cumplir mi meta de ser profesional.*

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía por brindarme un ambiente adecuado para mi aprendizaje durante mi formación profesional.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan y al Centro de Producción Canchán por permitirme instalar el presente trabajo de investigación hasta la culminación del mismo.

Al Ing. Wilfredo Daniel Gonzales Guzmán, por su asesoramiento, aporte y colaboración en el desarrollo y conducción del presente trabajo de investigación.

Al M. Sc. Ing. Alex Tineo Bermúdez, por su asesoramiento, conocimiento y valioso aporte en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Juan Villanueva Reátegui por brindarme su dinámico apoyo, conocimientos, experiencias y valiosa orientación en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Saturnino Bautista Calderón, por su gran apoyo, sabios consejos y orientación a lo largo de mi vida profesional y por lo que aún me sigue enseñando.

A todos los miembros del jurado, por el tiempo que me brindaron durante todo lo que significó la elaboración de la tesis, y por las correcciones.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice general .....	iii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	vi
Resumen .....	01
Introducción.....	03
<b>CAPÍTULO I. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>03</b>
1.1. Descripción de la especie .....	03
1.2. Los microorganismos eficientes (EM).....	13
1.3. Compost .....	20
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGIA</b>	<b>...29</b>
2.1. Terreno Experimental .....	29
2.2. Características físicas y químicas del suelo.....	29
2.3. Características químicas del compost.....	30
2.4. Características climáticas.....	30
2.5. Material experimental .....	34
2.6. Factores de estudio .....	34
2.7. Tratamientos .....	34
2.8. Diseño experimental.....	35
2.9. Características del campo experimental .....	35
2.10. Instalación y conducción del experimento .....	38
2.11. Variables evaluadas .....	42
2.12. Análisis Estadístico .....	42
<b>CAPÍTULO III: RESULTADO Y DISCUSIÓN</b>	<b>..43</b>
3.1. Variables de rendimiento .....	43

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Clasificación taxonómica del género <i>Pennisetum</i> .....	07
Tabla 1.2. Análisis de contenido bromatológico del “Maralfalfa” <i>Pennisetum sp.</i> .....	11
Tabla 1.3. Principales diferencias entre la producción de compost con EM y el compost tradicional (sin EM).....	27
Tabla 1.4. Composición química del compost elaborado a partir de restos vegetales y estiércol.....	27
Tabla 2.1. Resultados del análisis físico y químico del suelo del Centro de Producción Canchán - 2020 msnm. Huánuco.....	30
Tabla 2.2. Análisis de la muestra del compost con EM. Huánuco.....	30
Tabla 2.3. Temperatura máxima, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2013 – 2014 de la Estación Meteorológica de Canchán - Huánuco.....	32
Tabla 3.1. Cuadrados medios del rendimiento de forraje verde en los diferentes cortes. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	43
Tabla 3.2. Cuadrados medios de la materia seca de los diferentes cortes Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	51
Tabla 3.3. Cuadrados medios de la altura de planta de los diferentes cortes Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	56
Tabla 3.4. Cuadrados medios del número de macollos de planta de los diferentes cortes del factorial dosis de EM y Niveles de compost con EM.....	61
Tabla 3.5. Porcentaje de proteína de cada tratamiento.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1.	Esquema de la espiguilla del pasto “Maralfalfa” ( <i>Pennisetum_sp</i> )	9
Figura 1.2.	Proporciones para activar el EM-1.....	20
Figura 1.3.	Evolución de la temperatura y pH durante las diferentes etapas del compostaje.....	23
Figura 2.1.	Temperatura máxima, media y mínima mensual, balance hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2013- 2014, registrado en la Estación Meteorológica CO. Canchán – Huánuco.....	33
Figura 3.1.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	44
Figura 3.2.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el primer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	45
Figura 3.3.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el primer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	45
Figura 3.4.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	46
Figura 3.5.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el segundo corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	47
Figura 3.6.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el segundo corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	47

Figura 3.7.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	48
Figura 3.8.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el tercer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	49
Figura 3.9.	Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el tercer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	49
Figura 3.10.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	52
Figura 3.11.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	53
Figura 3.12.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	54
Figura 3.13.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	57
Figura 3.14.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	58
Figura 3.15.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	59
Figura 3.16.	Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	62



Figura 3.17. Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	62
Figura 3.18. Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.....	63
Figura 3.19. Diferencia de contenido proteico (%) por tratamiento.....	65

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	Pág.
Anexo 01. ANVA para cada una de las variables de rendimiento del pasto Maralfalfa. Centro experimental Canchán 2020 msnm – Huánuco.....	74
Anexo 02. Análisis de Caracterización de suelos del Centro de producción Canchán – Huánuco.....	78
Anexo 03. Análisis de caracterización de compost.....	79
Anexo 04. Análisis de valor proteico.....	80
Anexo 05. Panel fotográfico.....	81

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la eficiencia de los niveles de abono foliar (EM-1) y de la incorporación del compost con microorganismos eficientes (EM) durante el crecimiento y desarrollo del pasto “maralfalfa”, con fines de mejorar su rendimiento y calidad, se realizó el presente trabajo de investigación en el “Centro de producción Canchán perteneciente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco”, entre los meses de octubre del 2013 y abril del 2014. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3EM x 3C (EM: dosis de abono foliar EM-1 y C: niveles de compost con EM). Se evaluaron 36 unidades experimentales, correspondiente a 4 bloques con 9 tratamientos. 1) Las conclusiones a que se arribaron fueron: Se obtuvo los mejores rendimientos de forraje con el uso de 6.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con microorganismos eficientes (EM) donde se alcanzó 44.35 t.ha<sup>-1</sup> en el primer corte, 46.73 y 49.11 t.ha<sup>-1</sup> en el segundo corte y el tercer corte respectivamente. 2) Se obtuvo los mejores rendimiento en materia seca con el uso de compost con microorganismos eficientes (EM), teniendo mayor influencia el uso de 6.0 t.ha<sup>-1</sup> donde se alcanzó rendimientos de 8.31 t.ha<sup>-1</sup> en el primer corte, 9.29 y 10.20 t.ha<sup>-1</sup> para el segundo y tercer corte respectivamente. 3) Existe mayor respuesta en la altura de planta a la aplicación de 2 L.ha<sup>-1</sup> de abono foliar con microorganismos eficientes (EM-1) como complemento al abonamiento de 6.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con microorganismos eficientes (EM). Los valores obtenidos fueron de 1.39 cm en el primer corte, 1.49 y 1.53 cm para el segundo y tercer corte respectivamente. 4) En el número de macollos se obtuvo respuesta positiva a la aplicación de 2 L.ha<sup>-1</sup> de abono foliar con microorganismos eficientes (EM-1) y 6.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con microorganismos eficientes (EM). Los valores obtenidos fueron de 17.50 macollos en el primer corte, 19.67 y 22 macollos para el segundo y tercer corte respectivamente. 5) Se obtuvo una mayor respuesta del porcentaje de proteína cruda para El T3 con 16.19% al emplearse 6.0 t.ha<sup>-1</sup> compost con microorganismos eficientes (EM).



## INTRODUCCIÓN

En la zona de Huánuco hay pequeños ganaderos los cuales presentan una explotación semiintensiva, es necesario contar con forrajes de alto valor nutritivo para terneros y vacas en producción, se sabe que animales de doble propósito y criollos mejoran considerablemente su productividad en condiciones de buena alimentación y de un adecuado manejo de las pasturas, esto indica que hay mayor incremento de leche y carne con pasturas mejoradas y adaptadas.

Bajo este contexto es necesario buscar alternativas de alimentación con especies forrajeras viables y adaptadas a nuestras condiciones climáticas, que la producción forrajera sea de calidad, de bajo costo en su instalación y manejo, además que oferten un balance en carbohidratos y proteína adecuados para la alimentación y producción de los animales.

Actualmente, existe mucho interés por los ganaderos, en la utilización de una nueva especie del genero *Pennisetum*, llamado pasto “Maralfalfa”. Este cultivar tiene un origen incierto y se encuentra en discusión, es una especie forrajera perenne, con extraordinarias características productivas y nutricionales, entre las que destacan: Rendimiento en forraje verde de 200 a 400 t/ha. y contenido de Proteína cruda promedio de 16%, es una alternativa de forraje que desempeña un papel importante en el suministro nutricional para el mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción del ganado, por lo que es necesario conocer la calidad nutricional y el rendimiento de estos a fin de desarrollar un buen programa de alimentación ganadera bajo las condiciones de Huánuco.

El deficiente manejo, la dependencia de insumos agroquímicos y las prácticas inadecuadas en el sector agrícola es muy grave, los cuales ocasionan el

empobrecimiento de los suelos, contaminación ambiental y altos costos de la producción y esto a su vez disminuye las ganancias de los mismos agricultores, por estas razones es conveniente optar por una agricultura sostenible mediante el uso de abonos orgánicos amigables con la naturaleza, como son el compost y los microorganismos eficaces como tecnología innovadora durante el crecimiento y desarrollo del pasto “Maralfalfa”, a fin de obtener productos con alto rendimiento y de calidad.

Teniendo en cuenta las premisas consideradas, se ha planteado el presente trabajo de investigación, bajo las condiciones de Canchán – Huánuco, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el nivel de abono foliar (EM-1) que maximiza el rendimiento “Maralfalfa”.
2. Determinar el nivel de compost con EM que maximiza el rendimiento de “Maralfalfa”.
3. Evaluar el nivel óptimo de los tratamientos en estudio en relación al aumento de dosis y niveles de bioabonos aplicados al cultivo de pasto “Maralfalfa” como alternativa de una nueva tecnología.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

##### **1.1.1. Origen**

Andrade (2009) indica que el origen del pasto “Maralfalfa” (*Pennisetum sp*) es incierto y se encuentra en discusión. Señala que, se han planteado varias hipótesis al respecto, entre las que se encuentran:

- a) La del sacerdote jesuita José Bernal Restrepo, quien aseguraba que fue el resultado de la combinación de varios recursos forrajeros entre los cuales están 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*). Esta teoría genera dudas e inquietudes no solo por la complejidad de los cruces utilizados, sino también por la metodología que habría llevado a cabo el padre José Bernal Restrepo, basado en su sistema químico biológico (S.Q.B) póstumamente llamado Heteroinjerto Bernal. Sin embargo, se afirma que no existe información que respalde los fundamentos y metodología, lo que resta seriedad y credibilidad a sus publicaciones y que más bien podría tratarse de una técnica conocida como hibridación somática o fusión de protoplastos, utilizada para el mejoramiento genético de materiales vegetales genéticamente distintos.
- b) Existe otro posible origen, que dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como elefante paraíso matsuda.

##### **1.1.2. Clasificación taxonómica**

Dawson y Hatch (2002) menciona que las gramíneas pertenecen a la familia *Poaceae*, la más grande de las familias del reino vegetal. Dicha familia está compuesta por 5 sub-familias las cuales presentan un alto grado de variabilidad, de manera que la

asignación de un ejemplar a una determinada sub-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo determinado, que en uno o en algunos caracteres claves.

En cualquier caso, la *Panicoideae* es una de las sub-familias dentro de la cual se encuentra la tribu *Paniceae*. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies.

Muestras del pasto “Maralfalfa” (*Pennisetum sp*) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia) fueron analizadas por Sánchez y Pérez en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como *Pennisetum violaceum*.

Sánchez y Pérez (2007) advierten, sin embargo, que no existe total certeza sobre su identidad y que, ya sea que se trate de una especie silvestre o del híbrido mencionado anteriormente (*P. americanum* L. x *P. purpureum* Schum) su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales.

Correa *et al.* (2004) señala que adicionalmente, un estudio de este tipo permitiría tener bases científicas para adelantar programas de mejoramiento que pueden resultar en cultivares de mejores características que lo que hoy se conoce como Maralfalfa (*Pennisetum sp*) y con base en las anteriores anotaciones se sugiere mucha cautela, señalando que por el momento se debería citar al pasto “Maralfalfa” obtenido en la finca Guamurú como *Pennisetum sp*.



**Tabla 1.1.** Clasificación taxonómica del género Pennisetum:

Familia	Sub familia	Tribus	Generos	Especies
<b>Poaceae</b>	Pooidae			
	Chloridoideae			
	Oryzoideae			
	Bambusoideae			
	<b>Panicoideae</b>	Andropogoneae		
		Festuceae		
		Hordeae		
		Agrostideae		
		<b>Paniceae</b>	Axonopus	
			Brachiaria	
			Cenchrus	
			Digitaria	
			Echinochloa	
		Eriochloa		
		Melinis		
		Panicum		
		Paspalidium		
		Paspalum		
		<b>Pennisetum</b>	<i>Americanum</i>	
			<i>Purpureum</i>	
			<i>Clandestinum</i>	
			<i>Typhoides</i>	
			<i>Violaceum</i>	
			<i>Villosum</i>	

Fuente: Ramírez (2004).

Correa et al. (2004) reporta la siguiente posición taxonómica para el pasto “Maralfalfa”:

- Reino : Vegetal
- Sub-reino : Cormophytas
- División : Angiosperma
- Clase : Monocotiledones
- Orden : Glumiflorales
- Familia : Gramíneas
- Sub-familia : Panicoides
- Tribu : Paniceae
- Género : *Pennisetum*
- Especie : *Pennisetum sp.*
- Nombre común : Pasto Maralfalfa

### 1.1.3. Características botánicas

Correa et al. (2004) describe las características morfológicas del pasto “Maralfalfa”, como se detalla:

#### a) Órganos vegetativos

##### **Raíz**

Son fibrosas, delgadas, abundantes y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas, son de crecimiento rápido y de alta capacidad de profundizar en el suelo.

##### **Tallo**

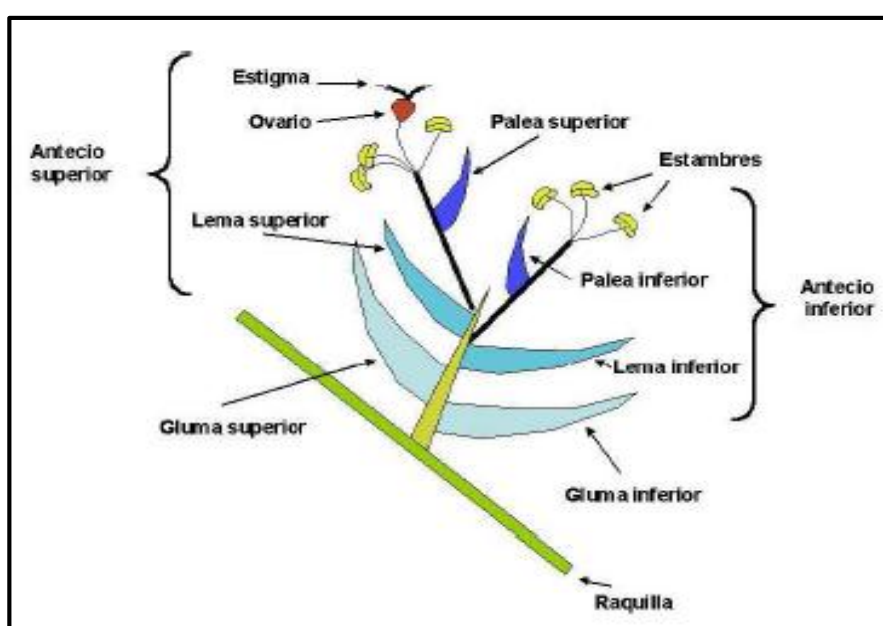
Es erecto, grueso, el cual está compuesto por nudos y entrenudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos.

##### **Hojas**

Señala que son lanceoladas y planas. La longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una misma planta. La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie.

## b) Órganos reproductivos

Dawson y Hatch (2002) manifiesta que en general, lo que se considera como la flor de las gramíneas no es más que una inflorescencia parcial llamada espiga. De acuerdo con la ramificación del eje principal y la formación o no de pedicelos en las espigas, se pueden distinguir diversos tipos de inflorescencias siendo las más generales la espiga, la panícula y el racimo. En el caso particular del pasto “Maralfalfa” (*Pennisetum sp*) las inflorescencias se presentan en forma de panícula, las cuales son muy características del genero *Pennisetum*.



Fuente: Dawson y Hatch (2002) citado por Cruz (2008).

**Figura 1.1.** Esquema de las espiguillas del pasto “Maralfalfa” (*Pennisetum sp*)

Dawson y Hatch (2002) indica que las espiguillas en el pasto “Maralfalfa” (*Pennisetum sp*) es típica del género *Pennisetum*, esto es, presenta seis brácteas: dos glumas, dos lemas y dos paleas. Algunas claves para su clasificación a partir de las estructuras que se pudieran hallar, son las siguientes: las flores bajas pueden ser estériles y vigorosas o sin estambres, las flores superiores pueden ser fértiles, con un tamaño entre la mitad o igual al de las flores inferiores; las primeras glumas pueden estar fusionadas con callos, sin rodear la base de la espiga y sin aristas; la lema de la parte superior es suave, sin arista, de color café a amarillo o púrpura, glabra, con márgenes redondeadas o planas, sin aristas; la palea de las flores superiores están presentes. Poseen 3 estambres; y las anteras son oscuras o grises.

#### **1.1.4. Características generales:**

Avalos (2009) indica que el pasto “Maralfalfa” tiene las siguientes ventajas:

- Es un pasto de buen crecimiento.
- Es un pasto suave.
- La “Maralfalfa” es altamente palatable, es más dulce que la caña forrajera.
- Produce entre 200 y 400 Tm/Ha/año (7 cortes) 40 – 57 Tm/Ha/corte
- Resistencia a la sequía y a excesos de agua.
- Posee un alto nivel de proteínas, en base seca hasta el 17.2%.
- Posee un alto contenido de carbohidratos (azúcares) que lo hacen muy apetecible por los animales.
- Es una gramínea muy adaptable a diversas condiciones topográficas y climáticas.

#### **1.1.5. Producción de forraje:**

Moreno y molina (2007) mencionan que, en zonas con suelos pobres en materia orgánica, que van de franco – arcillosos, en un clima relativamente seco, con pH de 4.5 a 5 a una altura aproximada de 1750 msnm y en un lote de tercer corte se han obtenido cosechas a los 75 días con una producción promedio de 285 ton FV/ha, con una altura promedio por caña de 2.5 metros.

#### **1.1.6. Hábitos de crecimiento y adaptación:**

Avalos (2009) señala que esta gramínea crece bien desde el nivel del mar hasta los 2700 metros. Se comporta bien en suelos con fertilidad media o alta y de pH bajos. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. En alturas superiores a los 2200 metros su desarrollo es más lento y la producción es inferior.

#### **1.1.7. Contenido bromatológico del Maralfalfa:**

El pasto “Maralfalfa” está constituido bromatológicamente de un 12% de carbohidratos (azúcares, etc.) por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros y posee los siguientes componentes como se indica en la Tabla 1.2.:

**Tabla 1.2.** Análisis de contenido bromatológico del “Maralfalfa” *Pennisetum sp.*

Componentes	Unidad	Valor
Humedad	%	79.33
Cenizas	%	13.5
Fibra	%	53.33
Grasa	%	2.1
Carbohidratos solubles	%	12.2
Proteínas crudas	%	16.25
Nitrógeno	%	2.6
Calcio	%	0.8
Magnesio	%	0.29
Fosforo	%	0.33
Potasio	%	3.38
Proteínas digeribles	%	7.43
Total nitrógeno digerible	%	65.53

Fuente: Rodríguez (1999)

### 1.1.8. Manejo del cultivo del pasto Maralfalfa

#### a) Preparación del terreno

Cunuhay y choloquina (2011) indican que es el paso previo a la siembra, se recomienda efectuar una labor de arado al terreno para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener ciertas capacidades de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm.

#### b) Siembra

Avalos (2009) recomienda propagarla vegetativamente. La distancia recomendada para sembrar la semilla es de 50-70 cm. entre surcos, preferiblemente 02 cañas paralelas a máximo 02 cm de profundidad.

Bernal (1997) señala que el Maralfalfa es una especie que crece en macollos y produce un gran número de tallos por planta que se puede alcanzar un diámetro entre 13 y 15

mm también menciona que se usa material vegetativo a razón de 38-40 mil plantas por hectárea, los tallos maduros en la siembra se colocan extendidos en surcos separados de 0.80 a 1.0 metros y se cubren con 10-15 cm de suelo.

### **c) Fertilización**

Ávila (2010) afirma que la fertilización depende básicamente de las necesidades determinadas en un previo análisis de suelos y la debida preparación de terreno. Este pasto responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la alta humedad.

Moreno y Molina (2007) mencionan que responde muy bien a los abonos orgánicos. Requiere 75 kg de N/ha/corte, 50 kg de K y P, o sea 250 kg fertilizantes compuestos 10-30-10/ha/año. Estos valores se ajustan de acuerdo con el análisis de suelos y los aportes de abonos orgánicos.

### **d) Riegos**

Cunuhay y choloquina (2011) indican que los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta, incluso utilizando aguas de lavado de establo. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua para mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración, por lo tanto, el pasto de corte exige alto porcentaje de H° con láminas de 7 a 12/m<sup>2</sup> a lo largo del cultivo.

Heredia y Paladines (2006) mencionan que la ventaja del pasto “Maralfalfa” esta principalmente en su capacidad de mantener su producción en épocas de déficit hídrico, esta particularidad se puede atribuir a que es una planta forrajera tropical y posee características propias de un *Pennisetum*, lo cual significa que los productores pueden recurrir a la producción de este pasto para evitar su desabastecimiento en la época seca.

### **e) Control de malezas**

Cunuhay y choloquina (2011) afirman que esta labor se realiza durante todo el cultivo hasta la cosecha se puede hacer control manual y mecánica. Manualmente, consiste en

eliminar todas las malezas alrededor de las plantas esta labor se procede con una asadilla o con un machete evitando de no lastimas las plantas.

**f) Altura**

Cruz (2008) indican que a los 70 días alcanza alturas hasta de 3 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

Cunuhay y choloquina (2011) mencionan que a los 90 días alcanza alturas hasta de 4 metros con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

**g) Corte**

Cunuhay y choloquina (2011) señalan que para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los siguientes cortes cuando la planta tenga un 10% de espigamiento, aproximadamente a los 40 días posteriores a cada corte.

**1.1.9. Plagas y enfermedades**

**a) Plagas**

Cunuhay y choloquina (2011) afirman que por ser un pasto híbrido en pocas investigaciones que existen no se ha identificado las plagas que causen daños severos.

**b) Enfermedades**

Cunuhay y choloquina (2011) mencionan que el exceso de humedad y la deficiencia de macro y micro elementos pueden presentar hongos patógenos que causan daños. Por lo tanto los autores nos recomiendan aplicar aumentando 4 quintales de cloruro de potasio por hectárea.

**1.2. LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)**

Chujo (2004) menciona que EM significa Microorganismos eficientes. EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contiene organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos benéficos, cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos

orgánicos, minerales, quelatos y antioxidantes. Cambian el micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural, de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades y esta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogenica. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de manera orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de la planta y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Los microorganismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por el Prof. Teruo Higa de la universidad de Ryukus, y el estudio se completó en 1982. Al principio, EM era considerado una alternativa para químicos agrícolas. Pero su uso ahora se ha extendido a aplicaciones en los campos ambiental, industrial y de la salud. Sin embargo, se debe enfatizar que EM no es ni un químico sintético ni una medicina.

Higa y Parr (1991) los microorganismos han sido usados a lo largo de la historia en diversas áreas como la medicina, ingeniería de alimentos, ingeniería genética y en la protección del medio ambiente. Una desventaja de los mismos es su difícil reproducción en ambientes aislados. Los microorganismos requieren de condiciones adecuadas para su buen rendimiento: humedad, oxígeno, sustrato, condiciones de pH y temperatura adecuada.

Higa y Parr (1991) una nueva clasificación de microorganismos ha sido descrita donde clasifica a ciertos microorganismos como eficientes. Este concepto se ha desarrollado una vez que se logró un coctel de microorganismos específicos, conocido hoy en día como EM, y ha dado muy buenos resultados en diversas áreas. El EM contiene especies selectas de microorganismos y las poblaciones que más predominan son bacterias ácido lácticas y levaduras, como población minoritaria están las bacterias fototropicas, algunos actinomicetos y otros microorganismos. Lo importante es que estos microorganismos son compatibles el uno con el otro y pueden coexistir juntos. Estos microorganismos logran la fermentación de la materia orgánica en vez de deteriorarla. Este coctel de microorganismos tiene la capacidad de convertir los desechos en residuos no tóxicos y existe un amplio rango de desechos que el EM logra descomponer desde aguas de alcantarillas hasta afluentes tóxicos.



### 1.2.1. Tipo de microorganismos

Higa y Parr (1991) mencionan que los principales grupos de microorganismos presentes en el EM son: bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas y levaduras.

#### a) Bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas spp.*)

Higa y Parr (1991) indican que las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales como el (sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas esta compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como sustratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces.

Veamos un ejemplo: los sustratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así que la cantidad de la VA (vesicular/arbuscular) mycorrhiza se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) en los sustratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA mycorrhiza incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También la VA mycorrhiza puede coexistir con el azotobactor como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las legumbres.

#### b) Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*)

Higa y Parr (1991) manifiestan que estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador natural que tiene la capacidad de suprimir microorganismos patógenos y acelera la descomposición de la materia orgánica, de igual manera promueve la fermentación de compuestos como lignina y celulosa. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes

de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

**c) Levaduras (*Saccharomyces spp.*)**

Higa y Parr (1991) mencionan que las levaduras tienen como función sintetizar sustancias bioactivas como hormonas y enzimas que sirven de sustrato para las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos. Todos los microorganismos anteriormente mencionados coexisten y prosperan juntos. Mientras que las bacterias fototrópicas sirven de sustrato para levaduras y bacterias ácido lácticas, al mismo tiempo las levaduras junto con las bacterias ácido lácticas producen sustancias que sirven para el desarrollo de las bacterias fototrópicas.

**1.2.2. Modo de Acción de los Microorganismos**

Higa y Parr (1991) indican que: Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toma sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas. Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

**1.2.2.1. Los EM y su acción solubilizante**

Higa y Parr (1991) mencionan que los EM tienen efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radicular.

**1.2.2.2. Solubilizadores de fósforo**

Higa y Parr (1991) generalmente los microorganismos solubilizantes del fósforo secretan ácidos orgánicos que disuelven el fosfato insoluble. Estos microbios ayudan en la solubilización del fósforo de la roca fosfórica y otras formas escasamente

solubles del fósforo del suelo, mediante la disminución del tamaño de sus partículas, reduciéndolas a formas casi amorfas.

La FAO (2007) indican que las bacterias, hongos y actinomicetos pueden solubilizar formas insolubles de fósforo ( $P^{+1,5,7,+/-3}$ ):

- a) Las bacterias solubilizadoras de fósforo; incluyen *Bacillus megatherium* var. *Phosphaticum*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas striata*, *Agrobacterium* sp; *Acetobacter diazotrophicus*, etc.
- b) Los hongos solubilizadores de fósforo: incluyen *Aspergillus awamori*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium belaji*, levadura (*Saccharomyces* sp) etc.
- c) Los actinomicetos solubilizadores de fósforo: incluyen a *Streptomyces* sp, *Nocardia* sp.

### 1.2.2.3. Solubilizadores de sales

Alexander (1978) menciona que los microorganismos no solo asimilan el fósforo, sino que también hacen solubles una gran proporción de ellos, liberando en cantidades superiores, actúan solubilizando sales de hierro ( $Fe^{+2,3,6}$ ) aluminio ( $Al^{+3}$ ) magnesio ( $Mg^{+2}$ ) manganeso ( $Mn^{+2,3,4,6,7}$ ) y otros fosfatos. El principal mecanismo de solubilización se debe a la producción microbiana de ácidos orgánicos, que disuelven los fosfatos inorgánicos haciéndolos asimilables para las plantas. Muchos microorganismos del suelo producen ácido láctico, glicólico, acético, cítrico, fórmico, etc; que pueden solubilizar fosfatos tricálcicos y apatitos naturales.

Catedra (1982) indican que otros ácidos orgánicos como oxálico y tartárico son agentes quelatantes capaces de acomplejar  $Ca^{+2}$ ,  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$ , y  $Cu^{+2}$ , que estuvieron en forma de fosfatos, liberando por lo tanto el fósforo. Esta acción podría ser neutralizada por la presencia de  $CaCO_3$ , siendo este proceso más activo en la zona de las raíces.

### 1.2.3. Aplicaciones del EM

Higa y Parr (1991) manifiestan las siguientes aplicaciones del EM en la agricultura: El EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos

y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se puede encontrar:

**En semilleros:**

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

**En las plantas:**

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

**En los suelos:**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se pueden mencionar:

- Efectos en las condiciones físicas del suelo: acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.
- Efectos en las condiciones químicas del suelo: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los

mantiene fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

- Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

#### 1.2.4. La activación de EM (EM-1):

Guía de la Tecnología de EM (2009) señala que el EM-1 está en estado latente (inactivo) para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir obtener “producto secundario” de EM-1. (EM-1 Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo.

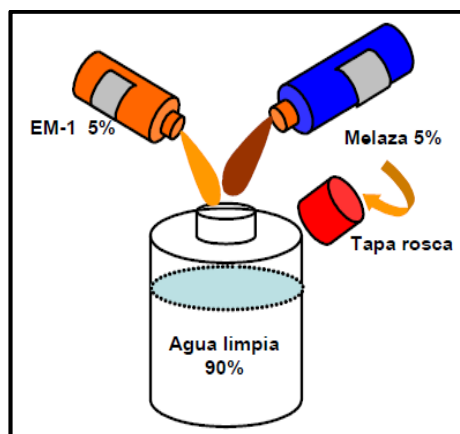
Manual práctico de uso de EM, (2009) menciona que El EM-1 es un “concentrado” de microorganismos en estado **latente** que necesita ser activado para su uso en las distintas aplicaciones del EM.

Entonces:

1 litro de EM-1 rinde 20 litros de EM-1 Activado

Manual práctico de uso de EM (2009) señala que para la activación es necesario contar con un recipiente de plástico (bidón, tanque) que pueda cerrarse herméticamente. Las proporciones a utilizar son las siguientes:

- 5 % de EM-1
- 5 % de melaza de buena calidad o azúcar
- 90 % de agua libre de cloro. Si el agua contiene cloro debe dejarse 24 horas en un recipiente abierto para que el cloro se volatilice.



Fuente: (Guía de la tecnología de EM, 1996)

**Figura 1.2. Proporciones para activar el EM-1**

### **Procedimiento:**

- Se calienta el agua a unos 35 - 40 °C.
- Se pone la melaza en una olla y se la mezcla con una cantidad más o menos similar del agua caliente para que se diluya fácilmente. Luego se calienta la mezcla de melaza y agua y se la mantiene durante 20 minutos a una temperatura de 60° C o hasta que llegue a los 80° C, lo que suceda primero.
- Posteriormente se vierte en el recipiente, el agua caliente, la mezcla de melaza y agua y por último el EM-1. Se cierra herméticamente y se mantiene por 7 a 10 días a una temperatura entre 25 y 40 °C. Es conveniente abrir el recipiente a los 4 o 5 días para que escapen los gases producidos por la fermentación. El producto al final de este período estará con un olor agrídulce y su pH (acidez) debe ser menor a 3.8. Esto lo puede comprobar con una tira marcadora de pH o con un peachímetro. A partir de ese momento el EM ya está Activado y pronto para utilizar.
- Si Usted obtiene el EM - Activado en una Unidad de Activación no necesita realizar este procedimiento.
- El EM Activado se conserva en un lugar fresco y oscuro a temperatura ambiente y debe utilizarse antes de los 60 días de activado de lo contrario pierde su efectividad.

## **1.3. COMPOST**

### **1.3.1. Definición del compost**

Añaños et al. (2004) afirma que el compost es un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han

sido descompuestos bajo condiciones controladas. También se le conoce como tierra vegetal o mantillo. Las características químicas del compost dependen de la cantidad y tipo de insumos utilizados, así como las condiciones ambientales que dominan durante el proceso de descomposición. Está libre de patógenos y no tiene mal olor.

Compostar los residuos orgánicos no es más que imitar la descomposición natural que ocurre en el suelo por el cual se produce humus, con la diferencia de que se realiza en forma acelerada, dirigida e intensiva. El material de desecho o residuo que constituye la materia prima del proceso de compostaje, contiene generalmente diferentes tipos de microorganismos idóneos para realizar el proceso, comenzando cuando el nivel de oxígeno, la humedad y el contenido de alimentos es el adecuado para el crecimiento y reproducción de la población microbiana. Los requerimientos de alimentos normalmente son suministrados por el material de desecho que se destina a compostaje. Así, la materia orgánica se va biodegradando por un lado en compuestos solubles o gaseosos tales como  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono)  $\text{NH}_3$  (amoníaco)  $\text{NO}_3^-$  (nitrato);  $\text{PO}_4^{3-}$  (fosfato);  $\text{SO}_4^{2-}$  (sulfato) y por otro se va transformando en elementos húmicos, que son bastante estables y resistentes a los microorganismos. (Lampkin, 2001; citado en Peña, 2006).

### **1.3.2. Propiedades del compost**

Gutiérrez *et al.* (2010) mencionan que el compost en la actualidad es muy utilizado debido a sus propiedades y beneficios para el suelo:

#### **a) Propiedades químicas**

- Aumento de la disponibilidad de nitrógeno (N) fósforo (P) potasio (K) hierro (Fe) y azufre (S).
- Estabiliza la reacción del suelo (pH) es decir el índice de acidez del suelo.
- Aumenta los macronutrientes y micronutrientes.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

#### **b) Propiedades físicas**

- Incentiva la actividad microbiana.

- Actúa como soporte y alimento de los microorganismos.
- Incremento de la capacidad de retención de humedad.
- El compost adopta un color oscuro (marrón oscuro o negro).
- Mejora de la porosidad, permeabilidad y aeración del suelo.
- Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.

**c) Propiedades biológicas**

- Reduce la erosión del suelo.
- Incremento de la capacidad de retención de humedad.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, etc.; se incrementa y diversifica la flora microbiana. Como la lombriz *Esenia foétida* en el humus.

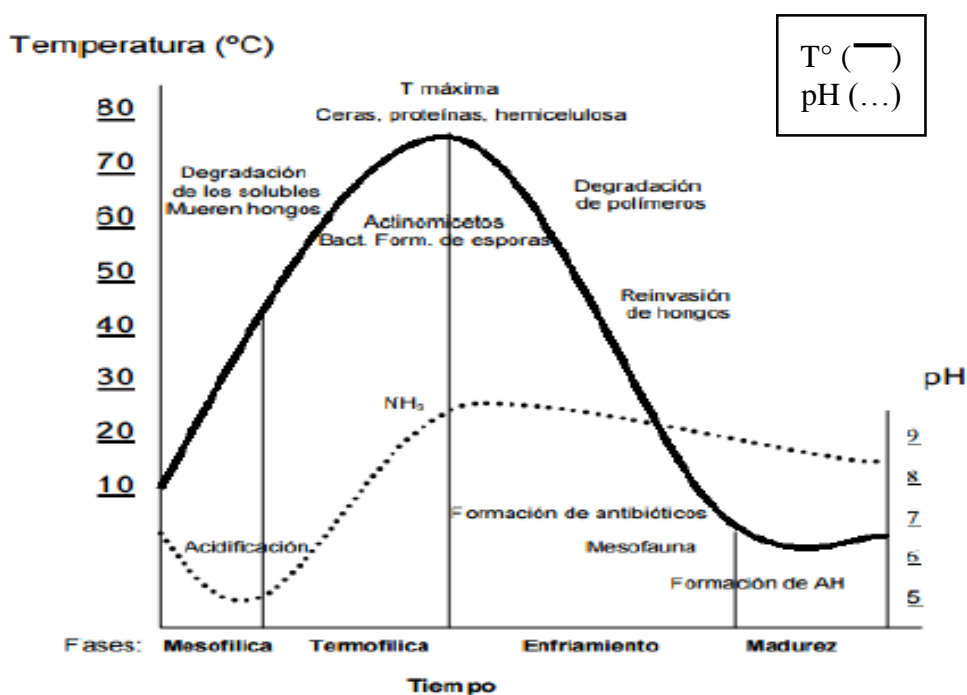
**1.3.3. El proceso de compostaje**

Gray y Biddlestone (1981) citado por Lampkin (2001) describen que los principales cambios biológicos, que se producen durante el proceso de compostaje (Grafico 1.1): el desarrollo de la temperatura y el pH durante el proceso de compostaje, que puede dividirse en cuatro etapas conocidas como mesofila, termófila, de enfriamiento y de maduración. Inicialmente, las variedades de microorganismos mesofilos, presentes en los residuos orgánicos o en la atmosfera, empiezan a descomponer los materiales; se desprende calor y la temperatura aumenta. El pH desciende por la producción de ácidos orgánicos. Por encima de 40°C, se desactivan los hongos y la reacción se mantiene por los actinomicetos y las bacterias formadoras de esporas. En esta fase de alta temperatura, se consumen rápidamente las sustancias más fácilmente degradables como azúcares, almidones, grasas y proteínas; el pH se hace alcalino a medida que se libera el amonio de las proteínas. La velocidad de la reacción disminuye a medida que se atacan los materiales más resistentes; el montón entra entonces en una fase de enfriamiento. A medida que desciende la temperatura, los hongos termófilos vuelven a invadir el montón desde los extremos y empiezan a atacar la celulosa. Luego vuelven a invadirlo las variedades mesofilas de microorganismos. Este proceso se realiza de manera bastante rápida, durante unas pocas semanas. La etapa final, de maduración, necesita varios meses; las reacciones se producen en la materia orgánica residual para dar lugar al producto estable del humus o los ácidos húmicos.



Durante este periodo se produce una intensa competencia por el alimento entre los microorganismos; se genera antagonismos, se forma antibióticos y el montón es invadido por macrofauna (ácaros, hormigas, lombrices, etc.) que constituyen a la descomposición mediante la maceración de las partículas físicas.

Las etapas mencionadas, no se cumplen en su totalidad de la masa en compostaje, es necesario removerlo, de forma que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descritas se presente por lo general más de una vez.



Fuente: Gray y Biddlestone (1981) citado por Lampkin (2001)

**Figura 1.3:** Evolución de la temperatura y pH durante las diferentes etapas de compostaje (Costa, 1991; citado en Díaz, 2017).

### 1.3.4. Elaboración del compost

#### a) Insumos para preparar compost

Picado y Añasco (2005) señalan que para la elaboración del compost se pueden emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Materias primas como:

- Restos de cosechas: restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, follajes o tubérculos, que son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Aunque los restos vegetales más adultos como troncos, ramas y tallos, son menos ricos en nitrógeno.
- Restos de cocina: restos de frutas y hortalizas.
- Estiércol animal: destaca el estiércol de vaca, aunque otros muy usados son la gallinaza, estiércol de conejo, de caballo, de oveja, cerdo y los purines.
- Complementos minerales: Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Como por ejemplo las enmiendas rocas calizas y magnésicas, la roca fosfórica, rocas ricas en potasio y rocas silíceas.

### **b) Ubicación de la compostera**

Guerrero (1993) indica que la ubicación del montón dependerá de las condiciones climáticas de cada lugar y del momento del año en que se elabore. En climas fríos y húmedos conviene situarlo al sol y al abrigo del viento, protegiéndolo de la lluvia con una lámina de plástico o similar que permita la oxigenación. En zonas más calurosas conviene situarlo a la sombra, durante los meses de verano se recomienda la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1.5 m y con una anchura de base no superior a su altura.

Al momento de instalar la compostera debe elegirse un lugar sombreado, en caso contrario la pila o ruma deberá cubrirse con paja o rastrojo con la finalidad de no perder humedad, de este modo facilitar el proceso de descomposición.

### **c) Metodología**

Guerrero (1993) manifiesta que en la preparación de compost podemos seguir la siguiente metodología:

1. Cavar una fosa, especialmente en zonas áridas o muy frías, con dimensiones variables, como por ejemplo, 4x4x1.5 m; o hacerlo en la superficie del suelo en zonas lluviosas.
2. Colocar los rastrojos o residuos vegetales, de preferencia picados, formando una primera capa de más o menos 20 cm. de espesor, dejando una parte de la fosa sin llenar para facilitar el volteo de los materiales.

3. Introducir varas de madera (1 por m<sup>3</sup>) de 10 cm de diámetro en forma vertical, las cuales serán retiradas después de 2 o 3 días, de tal manera que queden agujeros bien distanciados para darle una buena aireación.
4. Regar la capa de rastrojos hasta que el material alcance la humedad adecuada. Cuando el material es fresco y está cortada requiere muy poca agua o no requiere.
5. Esparcir estiércol en forma uniforme sobre la capa de rastrojos hasta alcanzar una capa más o menos 5 o 10 cm de espesor, dependiendo del tipo de residuo. Se deberá utilizar mayor cantidad de estiércol cuando el material a compostar es más leñoso.
6. Espolvorear sobre el estiércol una ligera, pero uniforme capa de cal finamente molida (cenizas, cascara de huevo, etc.) para corregir la acidez del medio.
7. Humedecer ligeramente para favorecer la distribución del estiércol y la cal.
8. Repetir el mismo proceso hasta formar una pila de compost con capas alternas hasta alcanzar la altura de 1 o 1.5 m.
9. Realizar el volteo de los materiales cuando se observe que la temperatura alta inicialmente, ha descendido y se encuentra estable (después de 2 o 3 semanas en verano o después de un mes en invierno) esto varía de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. El volteo consiste en colocar los materiales de la parte de arriba en la parte inferior y los de abajo hacia la parte superior, regulando nuevamente la humedad y la aireación para facilitar el proceso de descomposición.
10. Finalmente, el proceso de compostaje termina después de 3 o 4 meses (según la zona) y en este momento se aprecia que el material ya ha sido completamente degradado, no hay emanaciones de gas y la temperatura permanece estable.

#### **d) Aditivos para la elaboración del compost**

Selke (1968) afirma que, durante la fabricación de compost, si se agrega cal, se consigue una reacción neutra o alcalina que es favorable para reacciones microbiológicas, elimina ácidos en su origen y estabiliza las partículas sueltas, formando grumos consistentes. Se puede agregar cal triturada (carbonato de cal, cal viva o ceniza). Se calcula sobre 1 m<sup>3</sup> de compost unos 6 kg de cal viva o 10 kg de carbonato de cal o 15 kg de cenizas.

Si se agrega al compost abonos minerales, el suelo no solo se transforma físicamente, sino que se enriquece en materias nutritivas. Tales compost minerales pueden

producirse de la siguiente manera: los residuos sólidos se mezclan con 5 kg de cianamida, 7 kg de potasa (sulfato de potasa magnésico) y 7 kg de escorias de Thomas. En lugar de los abonos citados, puede tomarse cantidades correspondientes de otros abonos.

### **1.3.5. Dosis y modo de aplicación del EM (EM-1) en el proceso de compostaje**

Tecnología EM en el compostaje (2009) señala que se debe activar el EM-1 antes de usar. Se usa de 0,5 a 1 L de EM-1 Activado por m<sup>3</sup> o tonelada de material a ser compostado. Diluir el EM-1 Activado en el agua y pulverizar sobre el material. Generalmente, 18 L de agua son suficientes para pulverizar todo el material.

- Es conveniente triturar los residuos antes del compostaje ya que cuanto menores sean las partículas, más rápida será la descomposición y la calidad final del material.
- Mientras que se mezcla o se tritura el material, pulverice el EM-1 Activado sobre todo el material para que pueda entrar en contacto con todas las partículas.
- Pulverice solo una vez.
- Forme camas de 1,5 m de altura por m<sup>3</sup> de ancho, para facilitar el manejo del material.
- Para un mejor compostaje, mantenga una humedad de 40% (como referencia, 40% de humedad es cuando al presionar el material con la mano, no escurre agua entre los dedos) y si es posible, cubra el material con una lona plástica para favorecer la fermentación.
- Realice el control de la temperatura y evite que sobrepase los 60°C. si la temperatura supera este límite, realice nuevamente la mezcla del material para bajar la temperatura.
- El compost está listo para ser utilizado en un tiempo de 4 a 6 semanas.
- Aplique el compost directamente en el campo, alrededor de las plantas, en la dosis de 1 kg por m<sup>2</sup>.

**Tabla 1.3.** Principales diferencias entre la producción de compost con EM y el compost tradicional (sin EM):

<b>Compost con EM</b>	<b>Compost tradicional</b>
Menor tiempo de descomposición. Entre 1 a 2 meses.	Mayor tiempo de descomposición. Normalmente entres 3 a 6 meses.
No hay presencia de malos olores ni moscas.	Puede haber presencia de malos olores y moscas.
Producto final con mayor contenido de nutrientes.	Menor contenido nutricional en comparación al EM- Compost.
Mayor contenido de microorganismos benéficos.	Menor contenido de microorganismos benéficos.

Fuente: (Manual para la producción de compost con Microorganismos eficaces, 2007)

### 1.3.6. Composición química del compost

Según el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile (2010) citado por Gutiérrez et al. (2010) indican lo siguiente:

**Tabla 1.4.** Composición química del compost elaborado a partir de restos vegetales y estiércol

<b>Componentes</b>	<b>unidad</b>
Humedad	40 - 45 %
Nitrógeno como N <sub>2</sub>	1,5 - 2 %
Fósforo como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2 - 2,5 %
Potasio como K <sub>2</sub> O	1 - 1,5 %
Relación C/N	10 - 11
Ácidos húmicos	2,5 - 3 %
pH	6,8 - 7.2
Carbono orgánico	14 - 30 %
Calcio	2 - 8 %
Magnesio	1 - 2,5 %
Sodio	0,02 %
Cobre	0,05 %
Hierro	0,02 %
Manganeso	0,06 %
Materia orgánica	65 - 70 %

Estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el compost. Por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante.

## **CAPÍTULO II METODOLOGÍA**

### **2.1. TERRENO EXPERIMENTAL**

#### **2.1.1. Ubicación**

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro de Producción Canchán, propiedad de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan; ubicado geográficamente a 09°55'16" Latitud Sur y 76°18'35" Longitud Oeste, a una altitud de 2020 msnm, del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.

#### **2.1.2. Antecedentes del terreno**

La campaña agrícola anterior a la instalación experimental del presente trabajo de investigación, estuvo ocupado por el cultivo de zanahoria, sin conocerse el nivel de abonamiento otorgado.

### **2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO**

Para determinar las características físicas y químicas del suelo, se realizó la extracción de muestras de suelo recorriendo el terreno en “Zigzag” a una profundidad de 20 cm, las sub muestras se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de 1 kg de suelo que posteriormente se llevó al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, para su análisis. Los resultados se muestran en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Resultados del análisis físico y químico del suelo del Centro de producción Canchán - 2020 msnm. Huánuco.

Características	Unidad	Contenido	Interpretación
pH		8.51	Muy alcalino
M.O	(%)	1.38	Bajo
N – Total	(%)	0.06	Bajo
P - Disp	(ppm)	23.2	Alto
K - Disp	(ppm)	142.8	Medio
Arena	(%)	70.7	Franco arenoso
Limo	(%)	10.6	
Arcilla	(%)	18.7	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, Facultad de Ciencias Agrarias

Según Ibañez y Aguirre (1983) se trata de un suelo muy alcalino, pobre en materia orgánica y nitrógeno total, alto en fósforo disponible y medio en potasio disponible.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL COMPOST

Para la determinación de las características químicas del compost a utilizar en el experimento, se determinó el contenido de N – P –K, dicho análisis se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Selva. Los resultados se muestran en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Análisis de la muestra del compost con EM. Huánuco

	Humedad	Materia Seca	N	P	K
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Valor</b>	41.52	58.48	2.64	0.496	1.225

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Selva

### 2.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica CO. Canchán, perteneciente a la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI que se encuentra en el ámbito de la Dirección Regional de SENAMHI – Huánuco; ubicada a una altitud



de 1986 msnm, situada entre las coordenadas de 76°18'34.62" Longitud Oeste y 09°55'15.43" Latitud Sur, en el distrito de Huánuco.

En el cuadro 2.3, se muestran los datos meteorológicos de julio a diciembre del 2013 y enero a diciembre del 2014, siendo la temperatura máxima, media y mínima promedio 26.47, 19.48 y 12.49 °C respectivamente. La precipitación anual fue de 800 mm. El balance hídrico (Grafico 2.1.) muestra que hay déficit de agua durante varios meses que comprenden los años 2013 y 2014 dentro de los cuales comprende el mes de abril 2014 en los que se condujo el presente trabajo de investigación.

**Tabla 2.3.** Temperatura máxima, mínima y Balance Hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2013 – 2014 de la Estación Meteorológica de Canchán - Huánuco.

Distrito : Huánuco

Altitud : 2020 msnm

Provincia : Huánuco

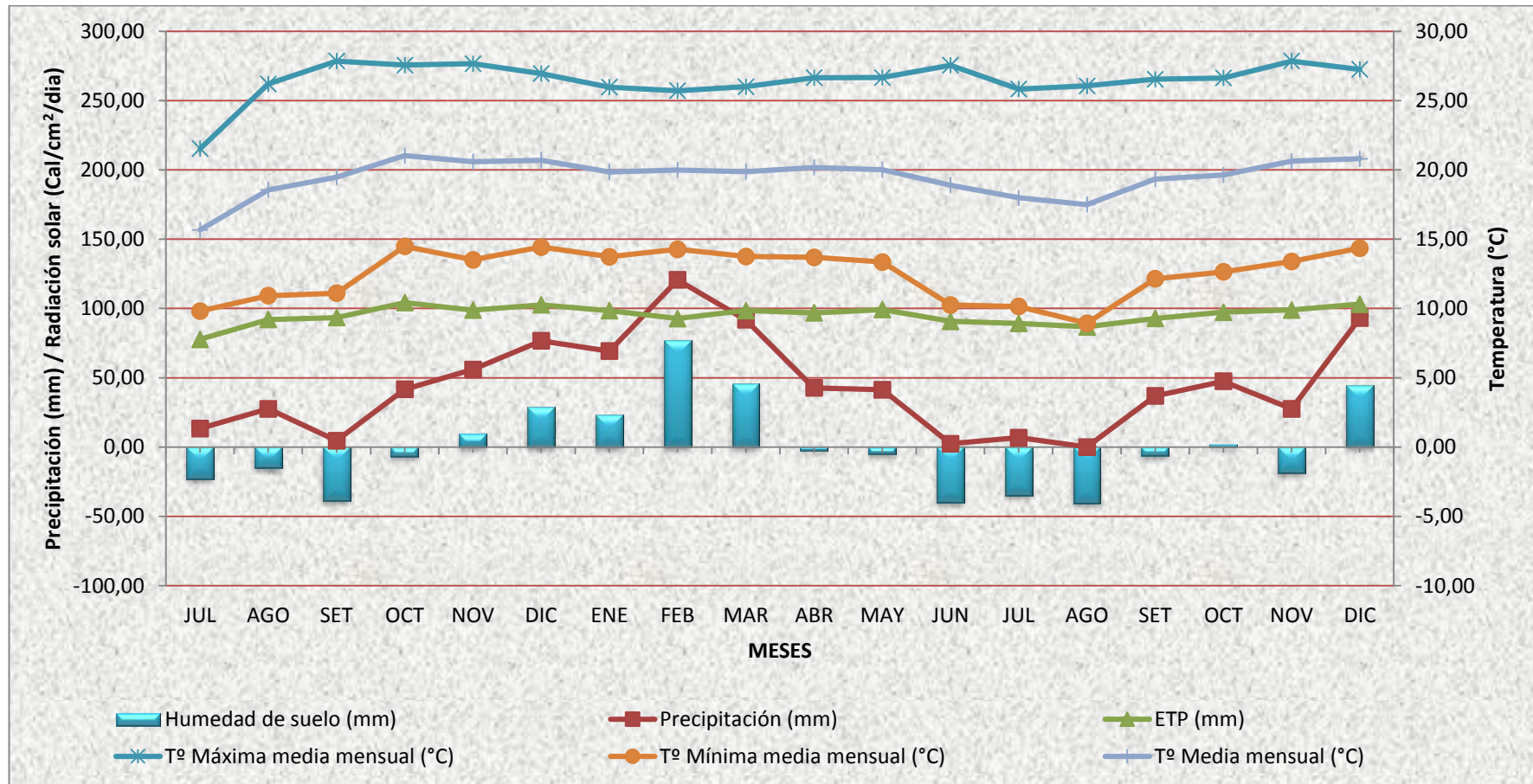
Latitud : 09°55'16"

Departamento : Huánuco

Longitud : 76°18'35"

Año	2013						2014												Total	Media
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
T° Máxima media mensual (°C)	21.53	26.20	27.85	27.56	27.66	26.95	25.97	25.71	26.00	26.65	26.66	27.55	25.83	26.06	26.54	26.63	27.85	27.25		26.47
T° Mínima media mensual (°C)	9.81	10.92	11.10	14.48	13.51	14.43	13.73	14.27	13.75	13.69	13.35	10.25	10.14	8.94	12.14	12.64	13.39	14.35		12.49
T° Media mensual (°C)	15.67	18.56	19.48	21.02	20.59	20.69	19.85	19.99	19.88	20.17	20.01	18.90	17.99	17.50	19.34	19.64	20.62	20.80		19.48
Factor	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP (mm)	77.72	92.06	93.48	104.26	98.81	102.62	98.46	92.75	98.58	96.82	99.22	90.72	89.21	86.80	92.83	97.39	98.98	103.17	1713.87	0.47
Precipitación (mm)	13.40	27.60	4.60	41.70	56.00	76.70	69.30	120.60	91.80	42.70	41.40	2.40	6.80	0.00	36.90	47.50	27.60	93.00	800.00	
ETP Ajustado(mm)	36.28	42.97	43.63	48.67	46.12	47.90	45.96	43.30	46.02	45.19	46.32	42.35	41.64	40.52	43.33	45.46	46.20	48.16		
Humedad de suelo (mm)	-22.88	-15.37	-39.03	-6.97	9.88	28.80	23.34	77.30	45.78	-2.49	-4.92	-39.95	-34.84	-40.52	-6.43	2.04	-18.60	44.84		
Exceso (mm)					9.88	28.80	23.34	77.30	45.78							2.04		44.84		
Déficit (mm)	22.88	15.37	39.03	6.97						2.49	4.92	39.95	34.84	40.52	6.43		18.60			

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.1.** Temperatura máxima, media y mínima mensual, balance hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2013- 2014, registrado en la Estación Meteorológica CO. Canchán – Huánuco.

## 2.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó esquejes de la especie *Pennisetum sp* previa selección, el cual fue adquirido en el Centro de Producción de Canchán perteneciente a la Universidad Nacional de Hermilio Valdizan, los esquejes del pasto “Maralfalfa” presentan calidad garantizada.

## 2.6. FACTORES EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se ha considerado dos factores en estudio:

### a) Dosis de abono foliar de EM-1 (EM):

- em1 = 0.0 L.ha<sup>-1</sup> de EM-1
- em2 = 1.0 L.ha<sup>-1</sup> de EM-1
- em3 = 2.0 L.ha<sup>-1</sup> de EM-1

### b) Niveles de compost con EM (C):

- c1 = 2.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con EM
- c2 = 4.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con EM
- c3 = 6.0 t.ha<sup>-1</sup> de compost con EM

## 2.7. TRATAMIENTOS

Los tratamientos utilizados provienen de la combinación de los factores estudiados, como se indica a continuación:

Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub> : em 1 x c1	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>2</sub> : em1 x c2	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>3</sub> : em1 x c3	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>4</sub> :em2 x c1	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>5</sub> : em2 x c2	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>6</sub> : em2 x c3	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>7</sub> : em3 x c1	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>8</sub> : em3 x c2	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM
T <sub>9</sub> : em3 x c3	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM

## 2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo con el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 3EM x 3C (3 dosis de abono foliar de EM-1 y 3 niveles de compost con EM) con 4 repeticiones por cada tratamiento. En total se condujo 36 unidades experimentales, las cuales han sido distribuidas al azar en el campo experimental.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

- $Y_{ij}$  = Observación del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque
- $\mu$  = Promedio general
- $T_i$  = Efecto de i-esimo tratamiento
- $B_j$  = Efecto de j-esimo bloque
- $E_{ij}$  = Error experimental en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

## 2.9. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### a) Bloques:

- numero de bloques del experimento : 04
- largo del bloque : 25.2 m
- ancho del bloque : 4.2 m
- área de cada bloque : 105.84 m<sup>2</sup>

### b) Calles:

- Numero de calles del experimento : 03
- Largo de la calle : 25.2 m
- Ancho de la calle : 1 m
- Área de cada calle : 25.2 m<sup>2</sup>

### c) Parcelas experimentales:

- Número de parcelas por bloque : 09
- Número total de parcelas del experimento : 36
- Largo de la parcela : 4.2 m

- Ancho de la parcela : 2.8 m
- Área de cada parcela : 11.76 m<sup>2</sup>
- Numero de surcos por parcela : 04
- Distancia entre surcos : 0.7 m
- Distancia entre golpes : 0.6 m
- Numero de golpes por surco : 07
- Numero de esquejes por golpe : 01

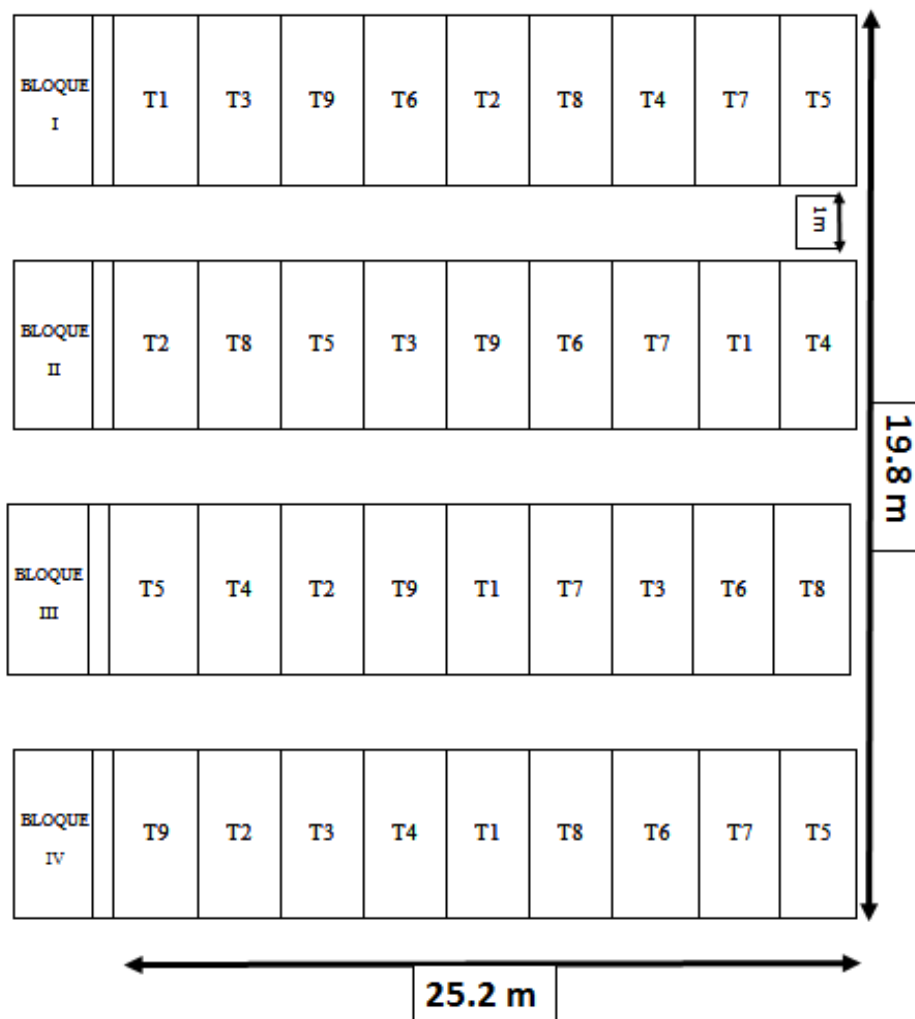
**d) Área neta experimental de cada parcela:**

- Numero de áreas netas por parcela : 01
- Número total de áreas netas del experimento : 36
- Largo del área neta experimental : 3 m<sup>2</sup>
- Ancho del área neta experimental : 1.40 m<sup>2</sup>
- Área de cada área neta experimental : 4.20 m<sup>2</sup>
- Numero de esquejes por área neta experimental: 10

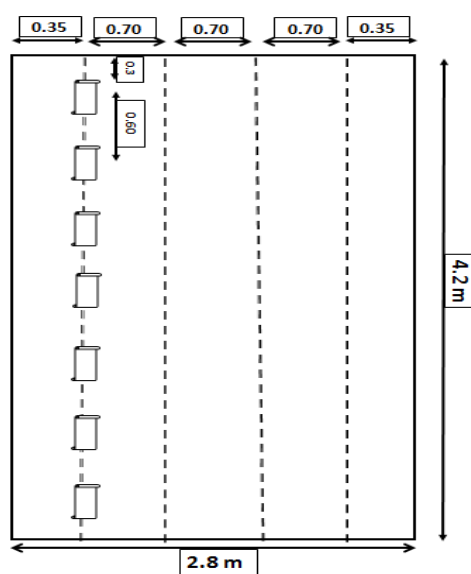
**e) Área total del experimento:**

- Área total de calles : 75.6 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques : 423.36 m<sup>2</sup>
- Área total del ensayo : 498.96 m<sup>2</sup>

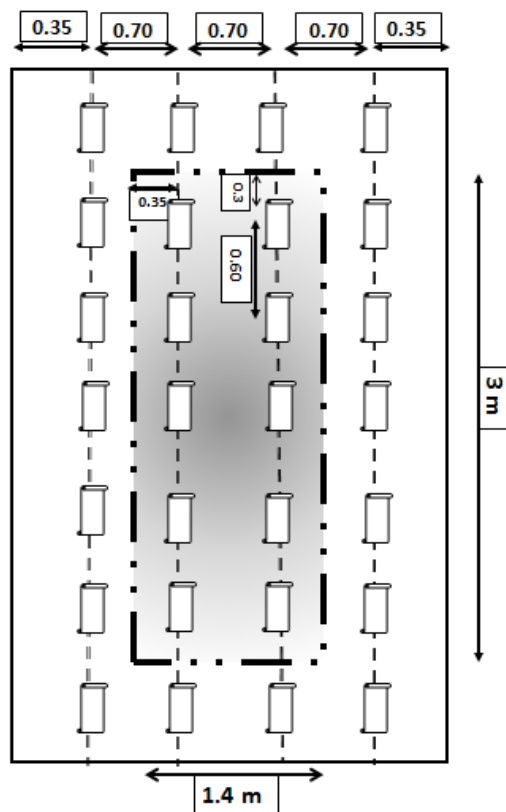
## f) Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos



## g) Croquis de la unidad experimental



## h) Croquis del área neta experimental



## 2.10. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### a) Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 19 del mes de octubre del 2013 con una pasada de arado de discos a una profundidad de 30 cm para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener ciertas capacidades de captación de agua sin encharcamientos, después una labranza secundaria con rastra, luego se realizó el mullido y nivelado del terreno definitivo en forma manual con picos y rastrillo a fin de proporcionar a los esquejes las condiciones más óptimas para su crecimiento y desarrollo.

### b) Trazado y surcado del terreno

El 20 del mes de octubre del 2013, de acuerdo al croquis del experimento, se procedió a la demarcación del terreno delimitando parcelas y calles, para el cual se utilizó estacas, cinta métrica, cordel y cal.

Posteriormente se realizó el surcado, teniendo en cuenta el espaciamiento uniforme de 0.70 m entre surcos.



### c) Siembra

Previamente a la siembra se seleccionó los esquejes a instalar en el experimento, para ello ese mismo día se determinó la densidad de siembra. La densidad de siembra utilizada fue de 23,807 unidades de esquejes por hectárea, y la cantidad total de esquejes que se empleó en el experimento fue de 1,008 unidades y la cantidad de esquejes por unidad experimental fue de 28 unidades.

La siembra se realizó el 22 del mes de octubre del 2013 en forma manual, teniendo en cuenta la randomización del experimento, los esquejes se colocaron en el costillar del surco y cada golpe conformado por 1 esqueje y distanciados a 0.60 m. al finalizar la siembra se realizó un riego pesado, con la finalidad de brindar las condiciones necesarias para el acondicionamiento, crecimiento y desarrollo de los esquejes.

### d) Bioabonamiento

La aplicación de compost con EM se realizó el 22 de octubre del 2013 (en el momento de la siembra) y después de cada corte en forma manual. Para obtener la cantidad de compost con EM por hectárea, se realizó el cálculo correspondiente, en base a los datos emitidos en el análisis de suelo.

Para la incorporación del compost con EM al campo experimental, se obtuvo el producto de la casa comercial “Bioabono JVR”.

El bioabono compost con EM fue aplicado al fondo del surco y cubierto con una capa de suelo bien mullido.

A continuación, la cantidad en kilos que se incorporó de compost con EM por parcela dependiendo del tratamiento:

Tratamiento	Nivel de compost con EM (t.ha <sup>-1</sup> )	Cantidad de Compost con EM (kg por parcela)
T1, T4 y T7	2.0	2.35
T2, T5 y T8	4.0	4.70
T3, T6 y T9	6.0	7.05

**e) Resiembra**

Se realizó el 29 de octubre del 2013, después de 7 días de la siembra, con la finalidad de corregir las fallas o vacíos en los surcos, de aquellos esquejes que no tuvieron la capacidad de adaptación.

**f) Aplicación foliar de EM-1**

La incorporación de nutrientes se efectuó utilizando microorganismos eficaces adquiridos de forma comercial, tomando en cuenta la recomendación de la casa comercializadora “Bioabono JVR” el EM-1 comercial ha sido aplicado de forma foliar con 1 L.ha<sup>-1</sup> y 2 L.ha<sup>-1</sup> como dosis de aplicación de dicho bioabono foliar los cuales se efectuaron después de dos semanas de la siembra, repitiéndose esta labor cada 14 días.

Al momento de la aplicación se empleó una mochila fumigadora y teniendo en cuenta la randomización del experimento se ubicó los tratamientos y se procedió a aplicar la cantidad de bioabono foliar con EM-1 ya Activado correspondiente a cada uno de ellos, además dicho bioabono foliar fue aplicado en las hojas y a nivel del cuello de la planta. Se debe de tomar en cuenta que por cada 1 L.ha<sup>-1</sup> de EM-1 (20 litros de EM-1 Activado por ha<sup>-1</sup>.) se necesitan 1000 L.ha<sup>-1</sup> de agua para disolver.

1 litro de EM-1 rinde 20 litros de EM-1 Activado

A continuación, un cuadro de la cantidad en ml que se incorporó de bioabono foliar de EM-1 ya Activado dependiendo del tratamiento:

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis de bioabono foliar de EM-1 (L.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Cantidad de bioabono foliar de EM-1 ya Activado (ml por parcela)</b>
T1, T2 y T3	0.0	0.0
T4, T5 y T6	1.0	23.5
T7, T8 y T9	2.0	47.0

**g) Riego**

El primer riego se realizó el día de la siembra el 22 de octubre del 2013 y los siguientes riegos cada 15 días hasta la culminación del trabajo de investigación.

**h) Deshierbos y aporque**

El primer deshierbo se realizó el 01 de diciembre del 2013, a los 40 días después de la siembra con los azadones, a fin de eliminar las malezas que compiten con el pasto “Maralfalfa” y los aporques se realizaron en forma manual con la ayuda también de azadones y picos, después de cada uno de los 3 cortes los días 20 de diciembre del 2013, 26 de febrero del 2014 y 23 de abril del 2014, estas labores se hicieron en toda el área experimental y consistió en acumular tierra a nivel del cuello de la planta para evitar la pudrición por exceso de humedad y para favorecer el desarrollo del pasto “Maralfalfa”.

**i) Control fitosanitario**

Durante el tiempo que duro el trabajo de investigación no se observó la presencia de plagas y enfermedades.

**j) Cosecha**

Se realizaron 3 cortes y por ello 3 cosechas los días 20 de diciembre del 2013, 26 de febrero del 2014 y 23 de abril del 2014 (59 días después de la siembra, 68 días después del primer rebrote y 57 días después del segundo rebrote respectivamente).

Se cosecho el pasto “Maralfalfa” para lo cual se realizó el corte del pasto de cada área neta experimental (4.20 m<sup>2</sup>) de cada parcela (unidad experimental) y de cada una de ellas solo se obtuvo 10 plantas que estaban ubicadas en los dos surcos centrales, en forma manual con ayuda de hoces, con cuidado fueron retiradas, después se procedió a evaluar y registrar datos, finalmente se procedió a uniformizar el corte de todo el campo experimental, se cosecho el pasto a inicio de espigación.

## **2.11. VARIABLES EVALUADAS**

### **a) Rendimiento**

Se realizó 1 muestreo por cada unidad experimental (11.76 m<sup>2</sup>) para lo cual se hizo el corte de 10 plantas, ubicadas en los dos surcos centrales considerándose como el área neta experimental (4.20 m<sup>2</sup>) descartando las plantas de los extremos, se obtuvo el peso de la muestra en una balanza de precisión para determinar forraje verde y luego la materia seca se obtuvo de una sub muestra de 100 g que fue llevada a estufa a 60°C por 24 horas.

### **b) Altura de planta:**

Se determinó la altura, considerando el área neta experimental que representa a las 10 plantas. Esta evaluación se hizo desde la base del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja, con la ayuda de una wincha. La altura de la planta se registró en cm.

### **c) Numero macollos por plantas**

Se contó el número de macollos de las 10 plantas del área neta experimental.

### **d) Valor nutritivo**

Se determinó al final del experimento el análisis de proteína cruda de los nueve tratamientos, estas muestras fueron tomadas al azar, previamente secado en estufa, se procedió a moler y se llevó al laboratorio para el análisis correspondiente.

## **2.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico consistió en realizar el Análisis de Variancia -ANVA, para las variables de forraje verde, materia seca, altura de planta y macollo, así como las pruebas de significación de Tukey para los caracteres que resultaron significativos.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADO Y DISCUSIÓN**

**3.1. VARIABLES DE RENDIMIENTO**

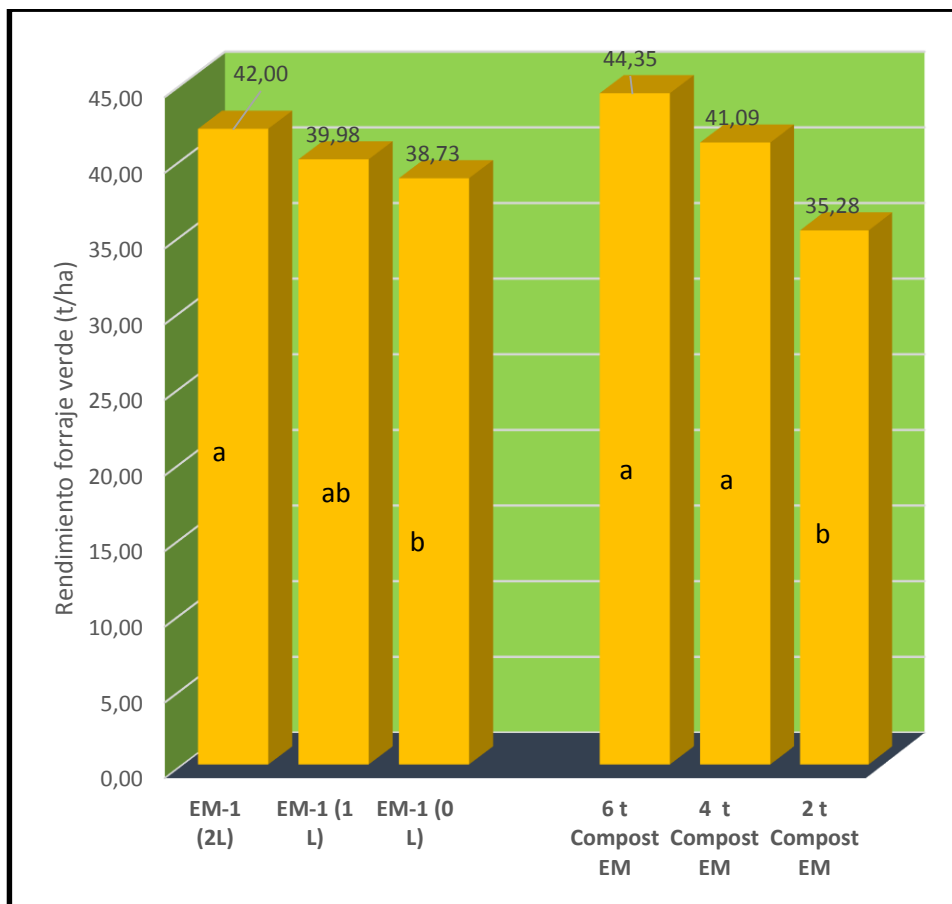
**3.1.1. Rendimiento de forraje verde primer, segundo y tercer corte**

**Tabla 3.1.** Cuadrados medios del rendimiento de forraje verde en los diferentes cortes. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

F. Variación	G.l	Cuadrados medios		
		Primer Corte	Segundo Corte	Tercer Corte
<b>Bloque</b>	3	16.14 ns	5.89 ns	8.23 ns
<b>Dosis EM-1 ( EM )</b>	2	32.75 ns	25.58 ns	33.26 ns
<b>Niveles Compost con EM (C)</b>	2	253.21 **	293.21 **	397.40 **
<b>Inter (EM x C)</b>	4	3.69 ns	0.21 ns	0.87 ns
<b>Error</b>	24	10.28	11.74	17.43
<b>Total</b>	35			
<b>C.V. ( % )</b>		8.0	8.2	9.6

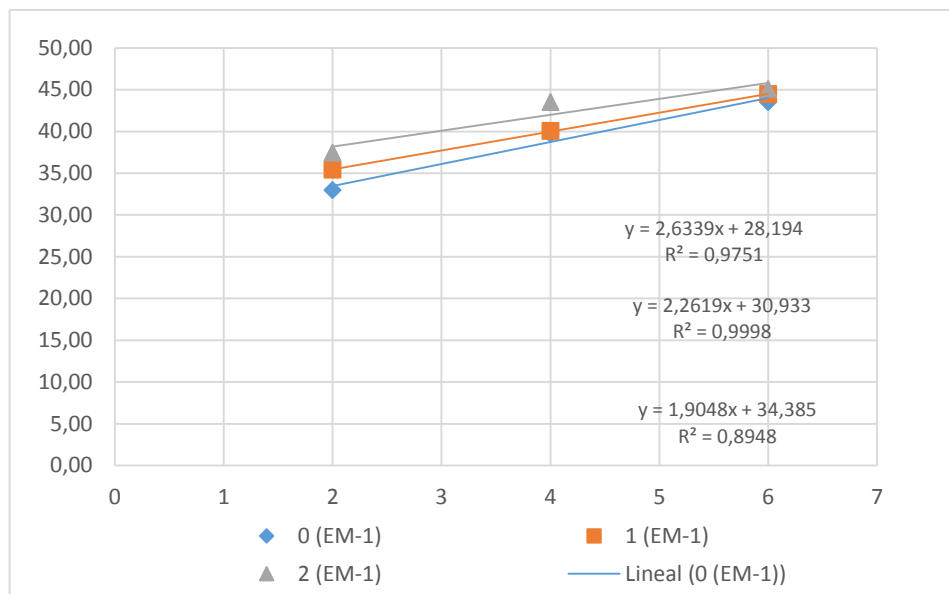
En la tabla 3.1. del ANVA, se observa alta significación estadística para los efectos principales del rendimiento de forraje verde para los diferentes niveles de compost con EM en los tres cortes. Este resultado indica la respuesta del rendimiento de forraje verde en forma independiente de los factores compost con EM y dosis de EM-1. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento permitiéndonos buena confianza en los resultados.

### A) Primer corte



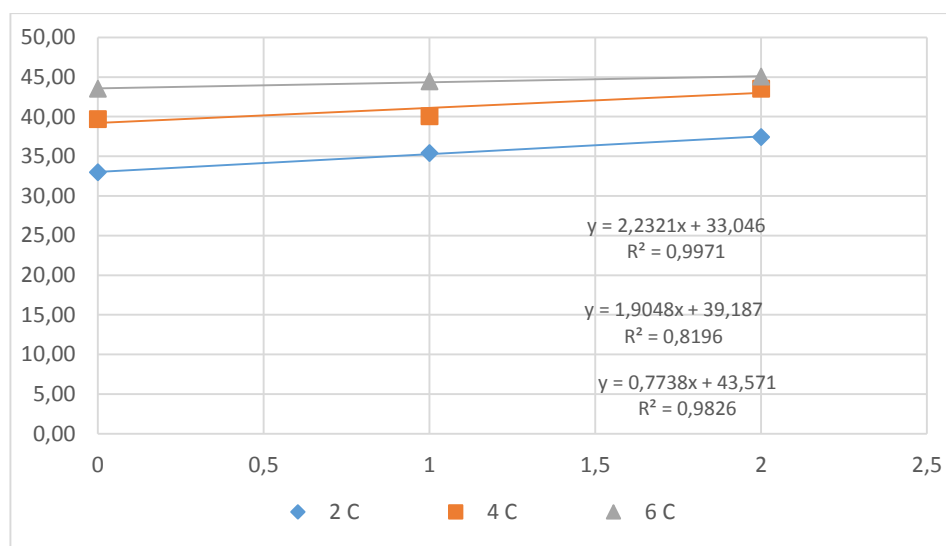
**Figura 3.1.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.1. muestra los efectos principales de la respuesta del rendimiento de forraje verde en el primer corte, con las dosis de EM-1 de 2 litros y 1 litro que tienen los más altos rendimientos de forraje verde existe sin que entre ellos exista diferencia estadística. El nivel más alto de compost con EM (6.0 t.ha<sup>-1</sup>) es el que tiene un mayor valor de producción de forraje verde a la primera cosecha con 44.35 t.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.2.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el primer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

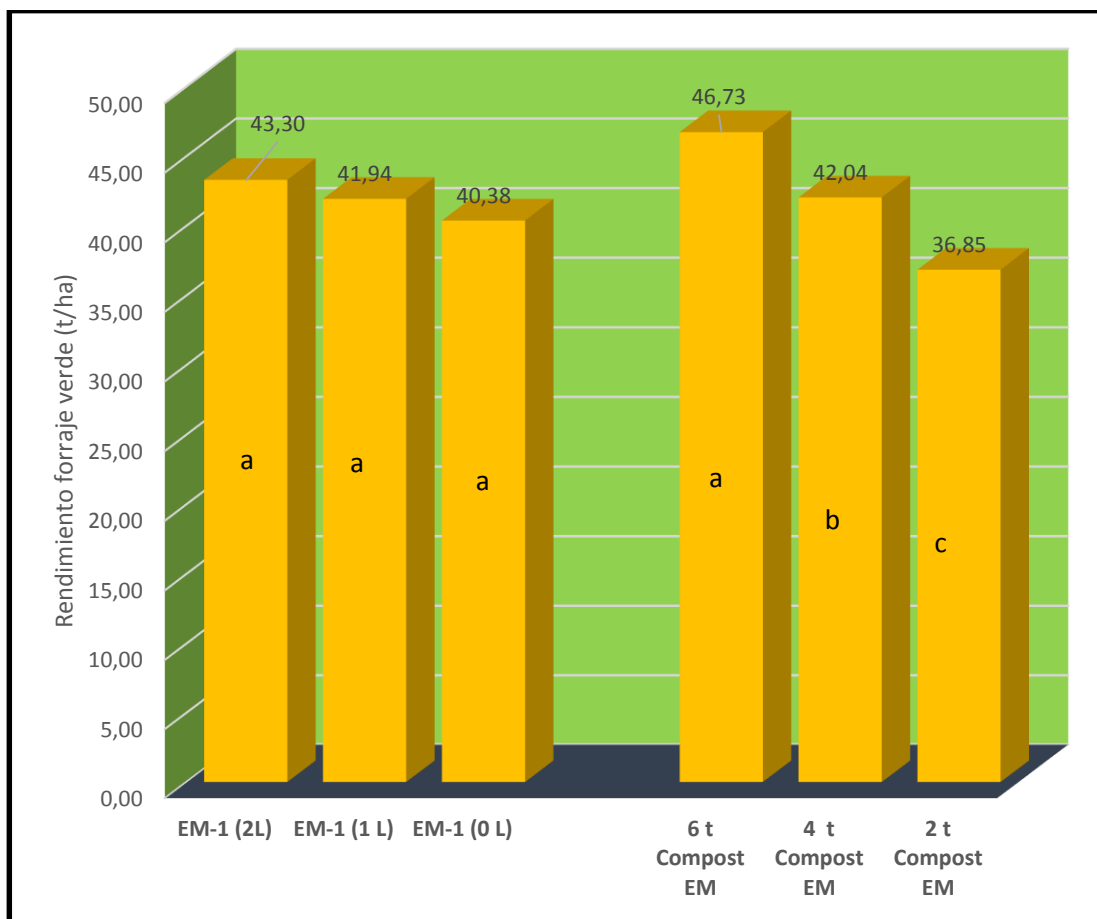
En la figura 3.2, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con la concentración de 2 litros de EM-1. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con el mayor nivel de compost – EM.



**Figura 3.3.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el primer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

En la figura 3.3, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con el nivel de  $6.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  compost-EM. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con la mayor concentración EM-1.

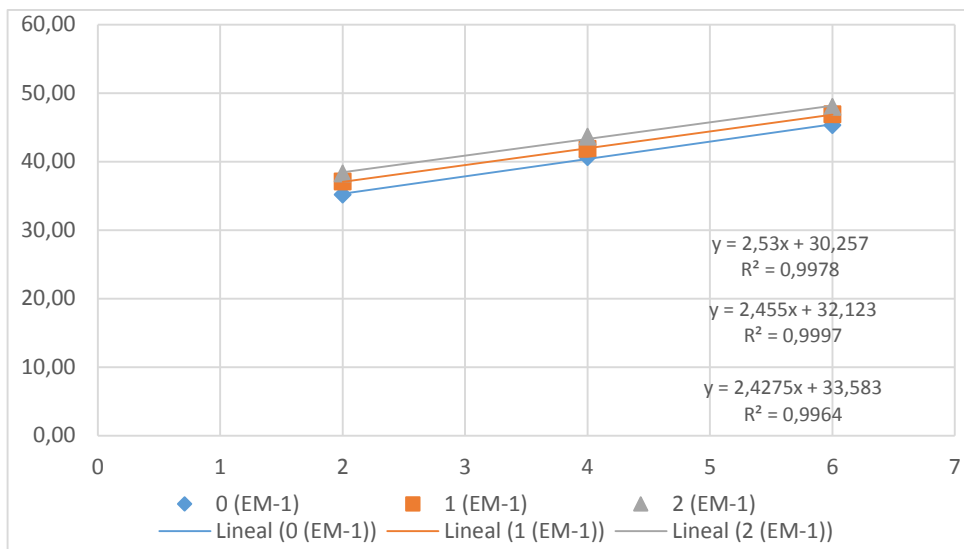
### B) Segundo corte



**Figura 3.4.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

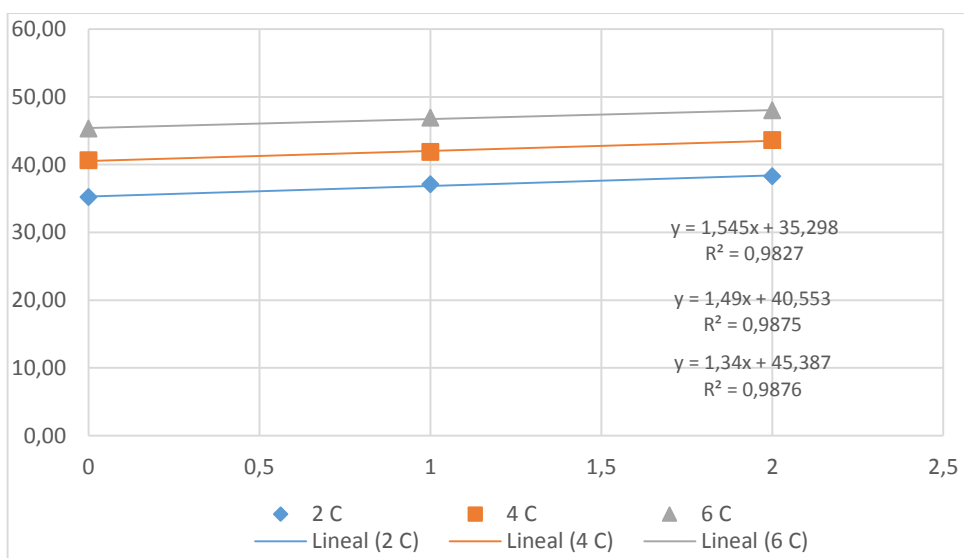
La figura 3.4. Muestra los efectos principales de la respuesta del rendimiento de forraje verde en el segundo corte, con las dosis de EM-1 no existe respuesta en las diferentes dosis, es decir que no existe diferencia estadística. Sin embargo, existe diferencia numérica a favor de la dosis de 2 litros. La mayor respuesta en el rendimiento de forraje verde se observa con el nivel de  $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de compost con EM, mostrando un valor de  $46.73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .





**Figura 3.5.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el segundo corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

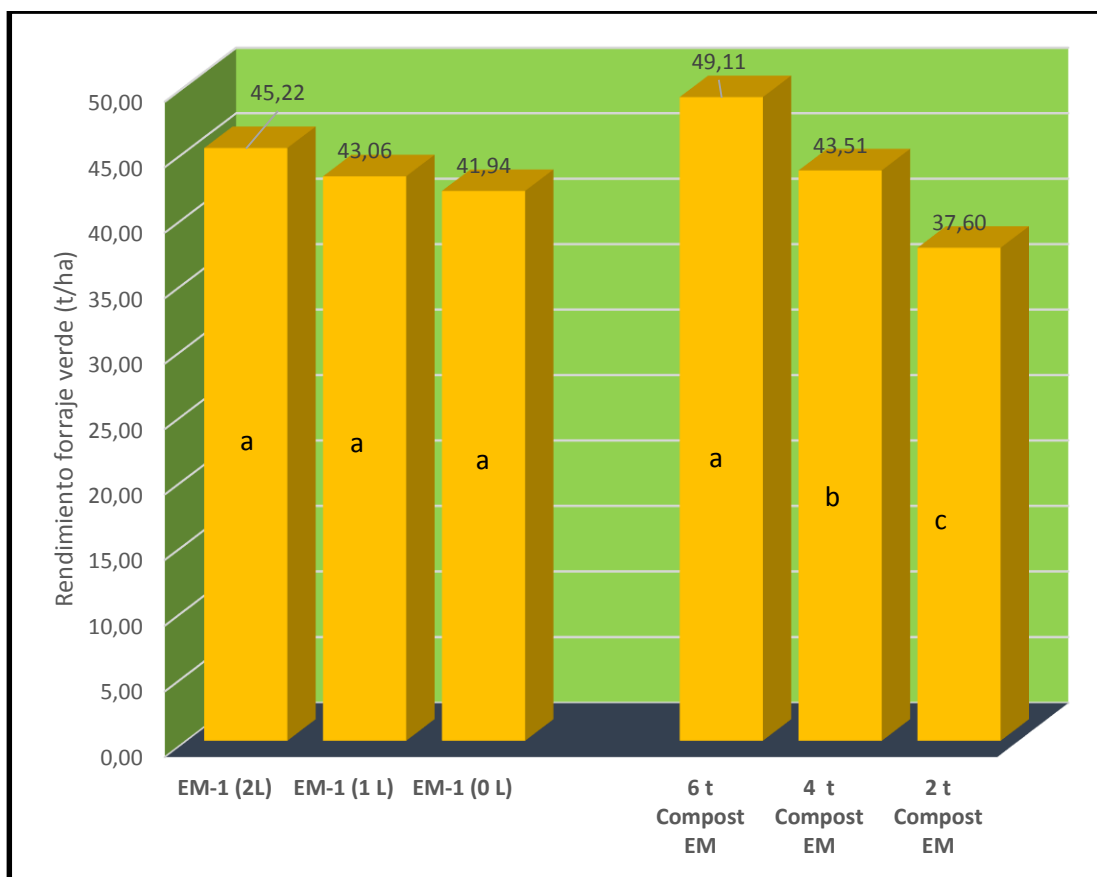
En la figura 3.5, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con la concentración de 2 litros de EM-1. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con el mayor nivel de compost – EM.



**Figura 3.6.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el segundo corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

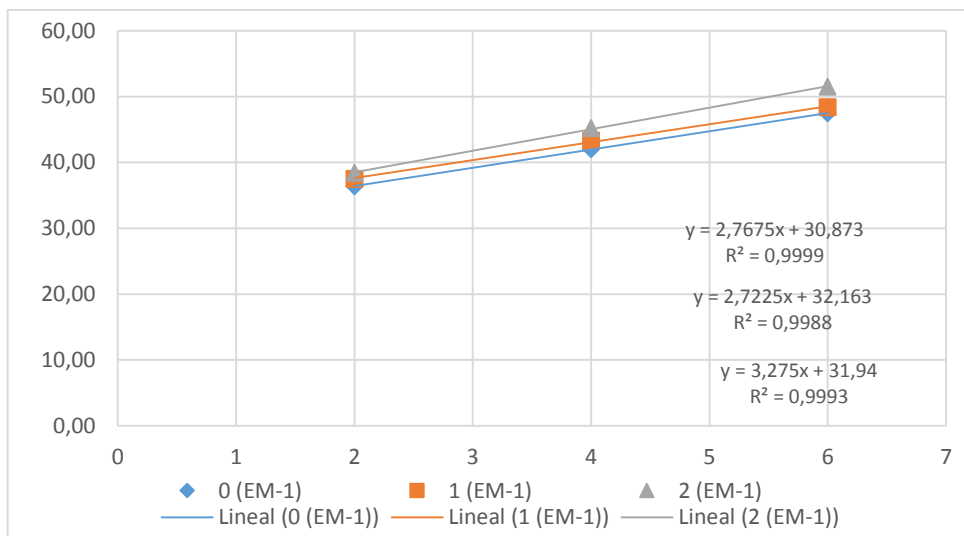
En la figura 3.6, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con el nivel de  $6.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  compost-EM. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con la mayor concentración EM-1.

### C) Tercer corte



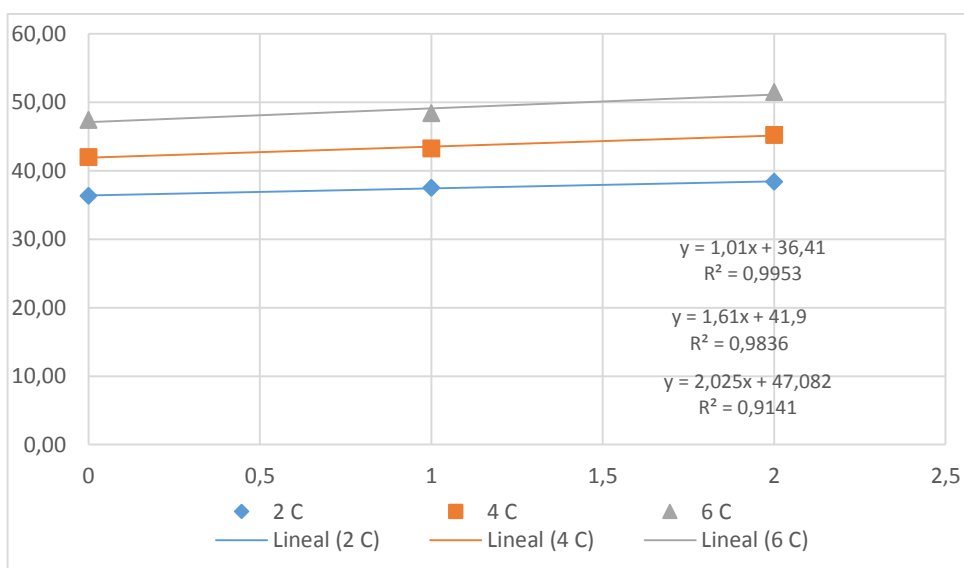
**Figura 3.7.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de forraje verde en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.7 de la prueba de Tukey indica que no existe diferencia estadística en el rendimiento de forraje verde por efecto de las dosis de EM-1, pero existe una superioridad numérica a favor de la mayor dosis de EM-1. En lo referente a la respuesta al uso del compost con EM, el nivel más alto ( $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) muestra un mayor valor de rendimiento en forraje verde al tercer corte. La adaptación del forraje en el tiempo muestra una mayor productividad en este último corte.



**Figura 3.8.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes niveles de Compost-EM en cada concentración de EM-1 en el tercer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

En la figura 3.8, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con la concentración de 2 litros de EM-1. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con el mayor nivel de compost –EM.



**Figura 3.9.** Regresión lineal del rendimiento de forraje verde para diferentes concentraciones de EM-1 en cada nivel de Compost-EM en el tercer corte. Centro Experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

En la figura 3.9, muestra la regresión lineal positiva donde el rendimiento de forraje verde se manifiesta en mayor grado con el nivel de 6.0 t.ha<sup>-1</sup> compost-EM. La tendencia lineal indica que el rendimiento se incrementa con la mayor concentración EM-1.

Buelvas (2009) al evaluar tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Maralfalfa cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes en Quindío, Vereda Guatemala a 1224 msnm, con la aplicación de 95,8 kgN.ha<sup>-1</sup> obtuvo 43.75 t.ha<sup>-1</sup> de forraje verde a los 50 días; estos resultados son similares al obtenido en este trabajo con 44.35 t.ha<sup>-1</sup> para el primer corte.

Citalan, et al. (2012) al realizar la evaluación nutricional de Maralfalfa en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas – México a 406 msnm, utilizando 5 tratamientos de 30, 45, 60 75 y 90 días, de los cuales el tratamiento de 60 días de edad obtuvo 47.88 t.ha<sup>-1</sup> de forraje verde, este valor es similar al encontrado en este trabajo de investigación con 46.73 t.ha<sup>-1</sup> para el segundo corte, esta pequeña diferencia se debe a que el autor utilizó la Urea como fertilizante de fondo y en el presente trabajo se empleó 6.0 t.ha<sup>-1</sup> compost con EM que incrementa la productividad del pasto Maralfalfa.

Cerdas (2015) al investigar el comportamiento productivo del pasto Maralfalfa con varias dosis de fertilización nitrogenada en Santa Cruz, Guanacaste, a 54 m de altitud, utilizando 4 dosis de nitrógeno por corte de 49 días de 0, 30, 60 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup>, más una aplicación adicional de 67 kg P.ha<sup>-1</sup> por corte, obtuvo lo siguiente:

<b>Nitrógeno aplicado kg.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup></b>	<b>Forraje verde t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup></b>
0	7.675
30	25.9
60	43.567
90	55.067

Los resultados del presente trabajo fue 44.35, 46.73 y 49.11 t.ha<sup>-1</sup> de forraje verde es superior al encontrado en este trabajo a los 49 días de corte, utilizando según el autor 60 kg N.ha<sup>-1</sup> obtuvo 43.567 t.ha<sup>-1</sup>.

Buelvas (2009) informa que prevalece una alta asociación entre la edad de corte y la producción de materia verde que, por lo menos durante el periodo de evaluación considerado, mostró un crecimiento completamente lineal. La producción de forraje verde cuando el pasto es cosechado a diferentes edades de rebrote.

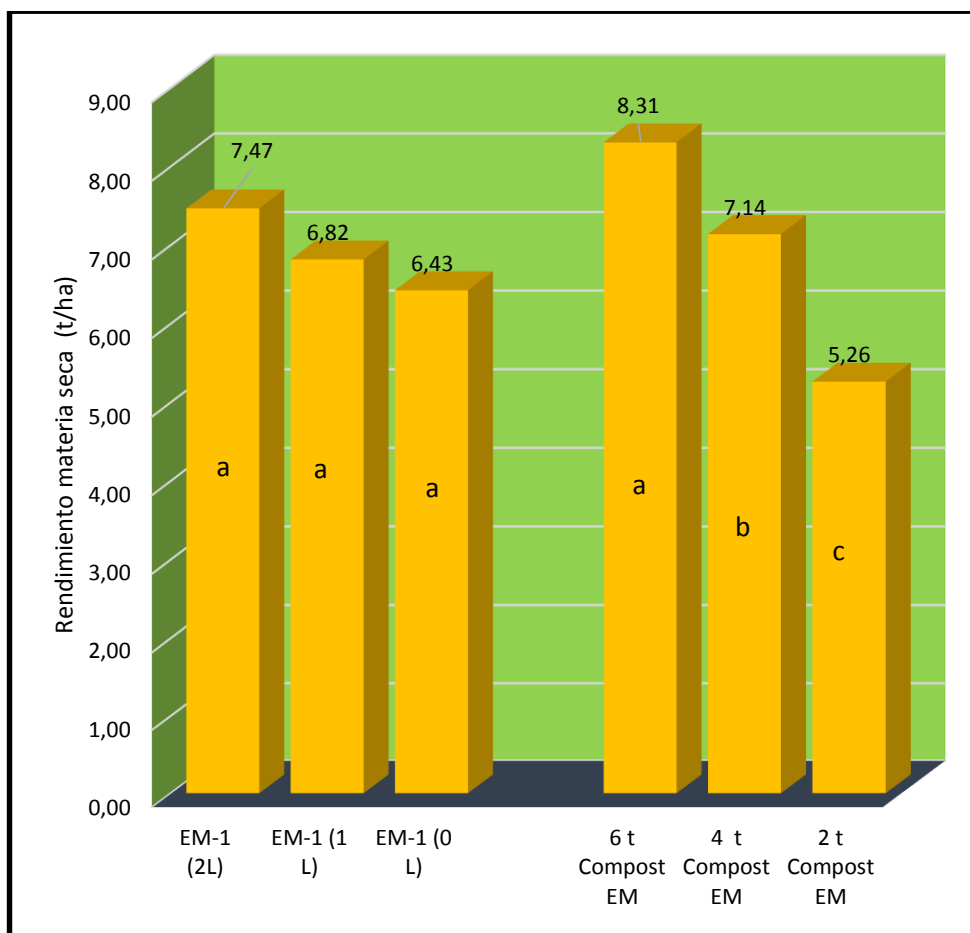
### 3.1.2. Materia seca del primer, segundo y tercer corte

**Tabla 3.2.** Cuadrados medios de la materia seca de los diferentes cortes. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

F. Variación	G.l	Cuadrados medios		
		Primer Corte	Segundo Corte	Tercer Corte
<b>Bloque</b>	3	2.172 ns	1.195 ns	1.594 ns
<b>Dosis EM-1 ( EM )</b>	2	3.327 ns	3.587 ns	5.018 ns
<b>Niveles Compost con EM (C)</b>	2	28.280 **	37.971 **	53.366 **
<b>Inter (EM x C)</b>	4	0.360 ns	0.033 ns	0.240 ns
<b>Error</b>	24	1.171	1.411	2.420
<b>Total</b>	35			
C.V. ( % )		15.6	15.8	19.2

En la tabla 3.2. del ANVA, se observa alta significación estadística para los efectos principales del rendimiento de materia seca en los diferentes niveles de compost con EM en los tres cortes. El resultado explica la respuesta del rendimiento de forraje en forma independiente con la variable mencionada. El coeficiente de variación indica una regular precisión del experimento, resultado explicado por la variación del porcentaje de materia seca del forraje verde

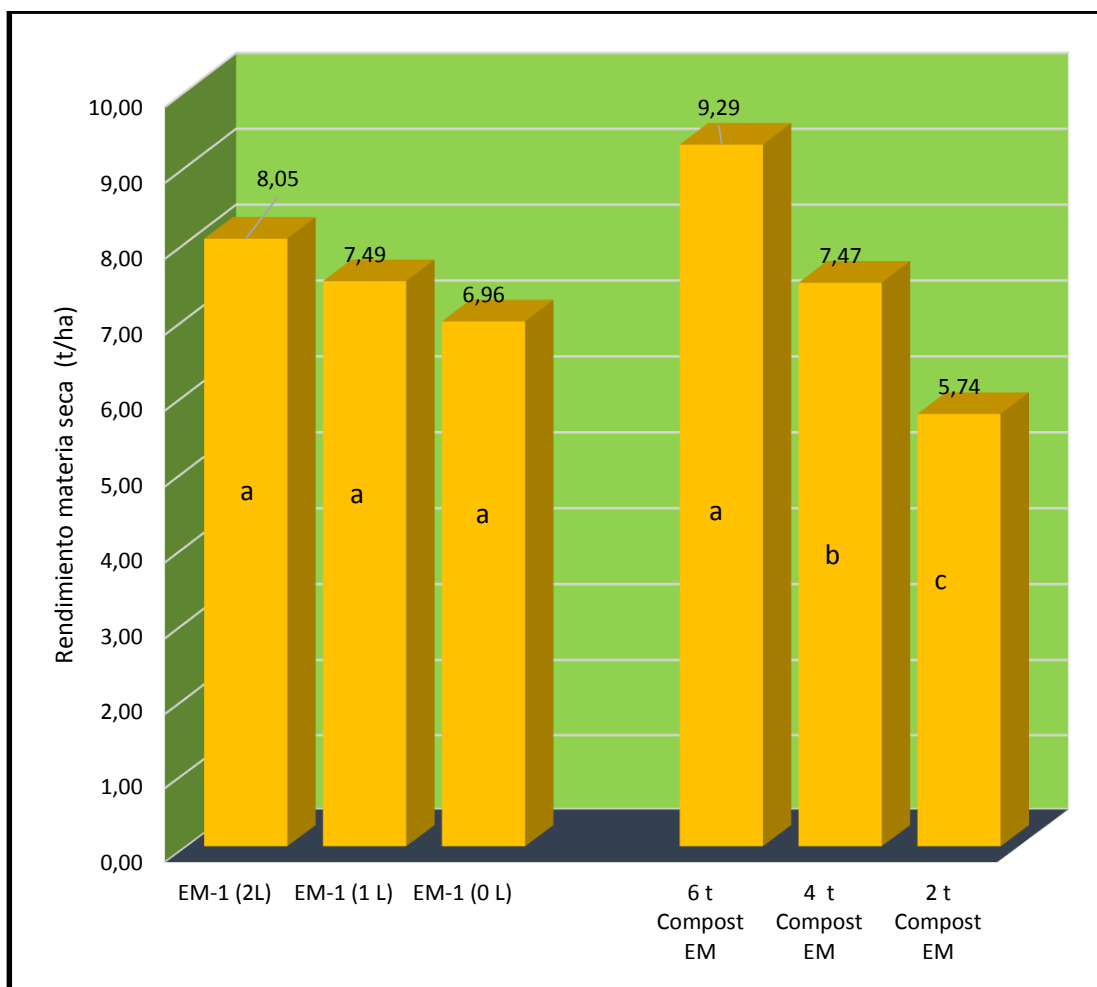
## A) Primer corte



**Figura 3.10.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La materia seca del forraje representa el rendimiento neto del forraje, en la figura 3.10 observamos una respuesta mayor para las dosis de EM-1, aun cuando no existe diferencia estadística la dosis de 2 litros muestra un mayor valor. En cuanto al uso del compost con EM esta se manifiesta con significación estadística para el nivel de  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  con un rendimiento de  $8.31 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de materia seca; los resultados fueron obtenidos en el primer corte.

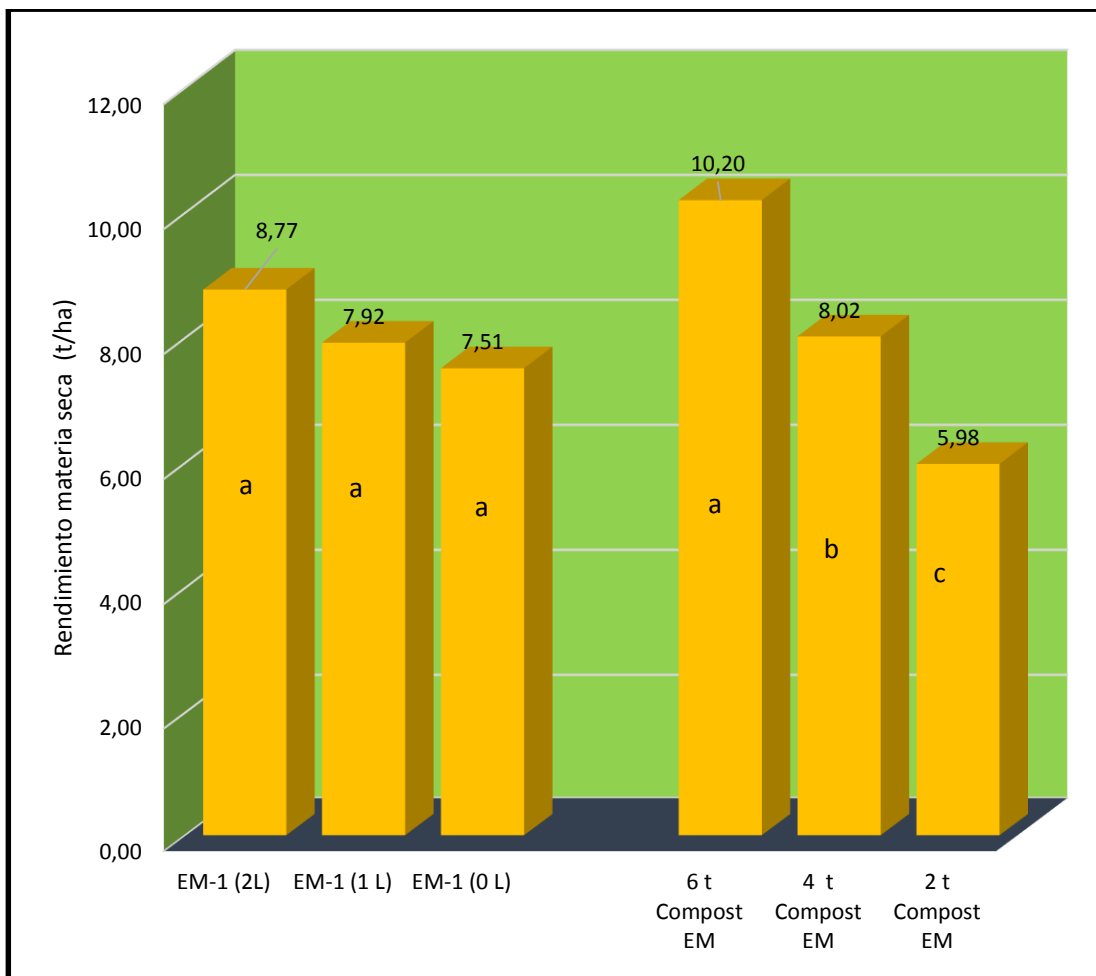
## B) Segundo corte



**Figura 3.11.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La materia seca del forraje representa el rendimiento neto del forraje, en la figura 3.11 de la prueba de Tukey observamos una respuesta mayor para las dosis de EM-1, aun cuando no existe diferencia estadística la dosis de 2 litros muestra un mayor valor. En cuanto al uso del compost con EM esta se manifiesta con significación estadística para el nivel de  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  con un rendimiento de  $9.29 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de materia seca; los resultados fueron obtenidos en el primer corte.

### C) Tercer corte



**Figura 3.12.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del rendimiento de materia seca en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.12 muestra la prueba de Tukey del rendimiento de la materia seca del forraje se observa una respuesta independiente en la mayor para las dosis de EM-1, aun cuando no existe diferencia estadística, la dosis de 2 litros muestra un mayor valor. En cuanto al uso del compost con EM esta se manifiesta con significación estadística para el nivel de 6 t.ha<sup>-1</sup> con un rendimiento de 10.20 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca superando a los demás niveles. Podemos indicar también que en el tercer corte existe una mayor productividad en la materia seca.



Citalan, et al. (2012) al realizar la evaluación nutricional de Maralfalfa en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas – México a 406 msnm, utilizando 5 tratamientos de 30, 45, 60, 75 y 90 días, de los cuales el tratamiento de 60 días de edad obtuvo 9.64 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca, este valor es similar al encontrado en este trabajo de investigación con 9.29 t.ha<sup>-1</sup> para el segundo corte e inferior para el tercer corte con 10.20 t.ha<sup>-1</sup>, esto se debe a que el autor utilizó la Urea como fertilizante de fondo y en el presente trabajo se empleó 6.0 t.ha<sup>-1</sup> compost con EM que incremento la productividad del pasto Maralfalfa.

Cerdas (2014) al investigar el comportamiento productivo del pasto Maralfalfa con varias dosis de fertilización nitrogenada en Santa Cruz, Guanacaste, a 54 m de altitud, utilizando 4 dosis de nitrógeno por corte de 49 días de 0, 30, 60 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup>, más una aplicación adicional de 67 kg P.ha<sup>-1</sup> por corte, obtuvo lo siguiente:

<b>Nitrógeno aplicado kg.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup></b>	<b>Materia seca t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup></b>
0	1.76
30	5.193
60	9.820
90	12.157

Nuestros resultados obtenidos del primer al tercer corte son 8.31, 9.29 y 10.20 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca respectivamente, es superior al encontrado en este trabajo, utilizando según el autor 60 kg N.ha<sup>-1</sup> obtuvo 9.820 t.ha<sup>-1</sup> e inferior cuando el autor utilizó 90 kg N.ha<sup>-1</sup>.

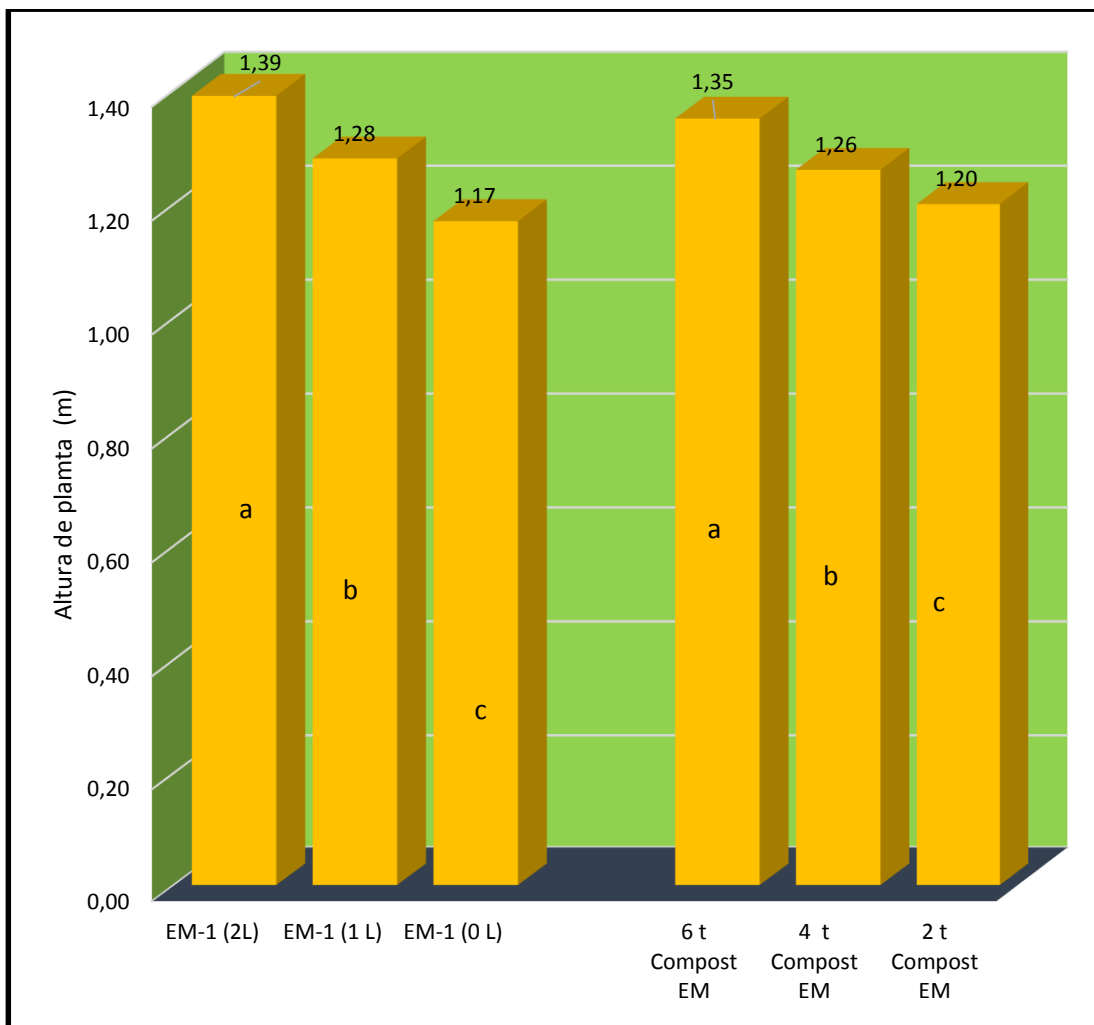
### 3.1.3. Altura de planta en el primer, segundo y tercer corte

**Tabla 3.3.** Cuadrados medios de la altura de planta de los diferentes cortes. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.

F. Variación	G.l	Cuadrados medios		
		Primer Corte	Segundo Corte	Tercer Corte
<b>Bloque</b>	3	0.033674 **	0.021403 **	0.054751 **
<b>Dosis EM-1 ( EM )</b>	2	0.155325 **	0.116133 **	0.077969 **
<b>Niveles Compost con EM(C)</b>	2	0.066908 **	0.088300 **	0.069478 **
<b>Inter (EM x C)</b>	4	0.001458 ns	0.000583 ns	0.000224 ns
<b>Error</b>	24	0.001787	0.002244	0.001097
<b>Total</b>	35			
C.V. ( % )		3.3	3.4	2.3

La tabla 3.3. de los Cuadrados medios del ANVA muestra alta significación estadística para los efectos principales de dosis de EM-1 y los diferentes niveles de Compost con EM. Los dos factores actúan en forma independiente en la altura de planta. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento proporcionándonos de este modo, buena confianza en los resultados.

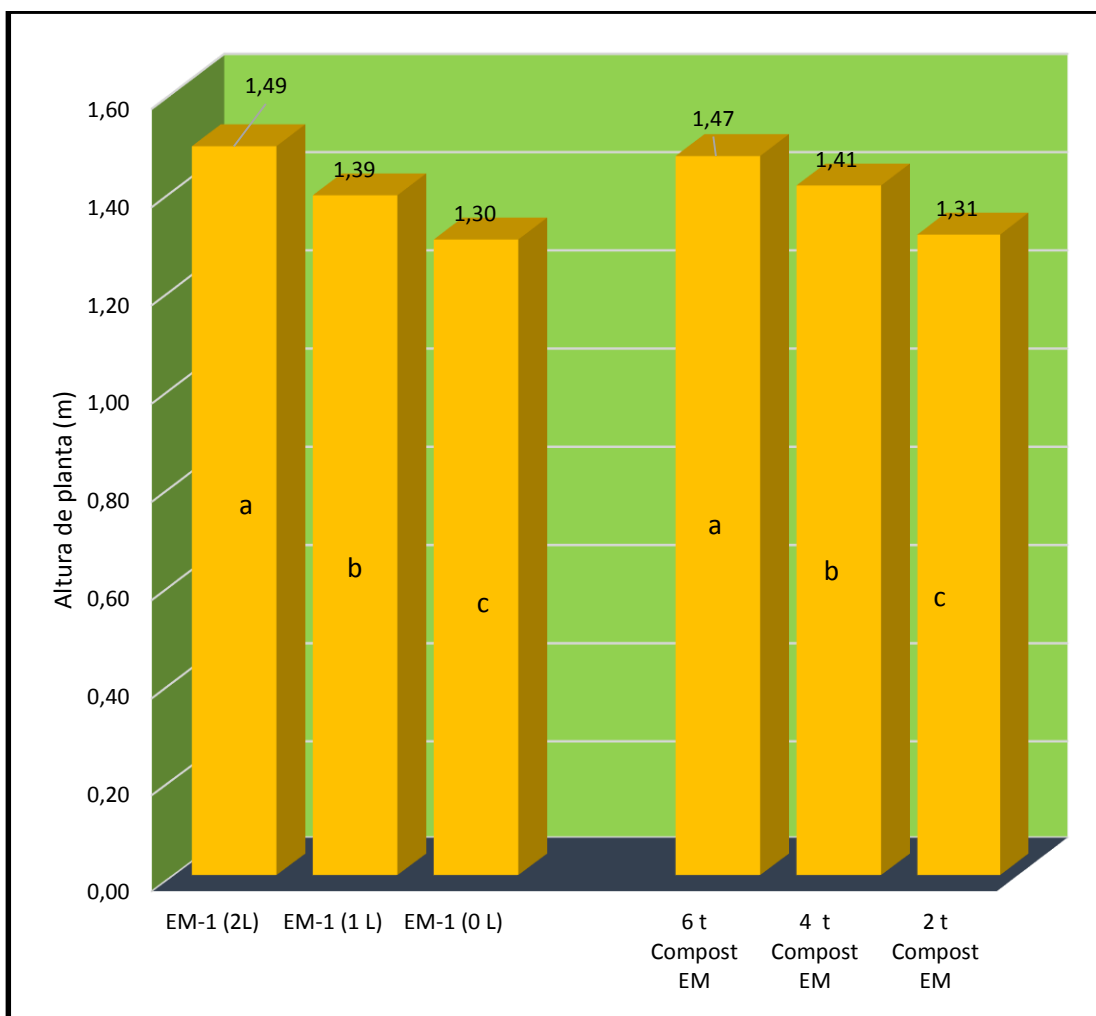
A) Primer corte



**Figura 3.13.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.13 de la prueba Tukey de la altura de planta, muestra superioridad estadística de la dosis de 2 litros de EM-1 sobre las demás, que en promedio de los niveles de compost muestra una altura de 1.39 m. En el caso de la respuesta para los niveles de compost con EM observamos una mayor respuesta estadística para cuando se utiliza  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de compost con EM superando a los demás niveles de compost con EM.

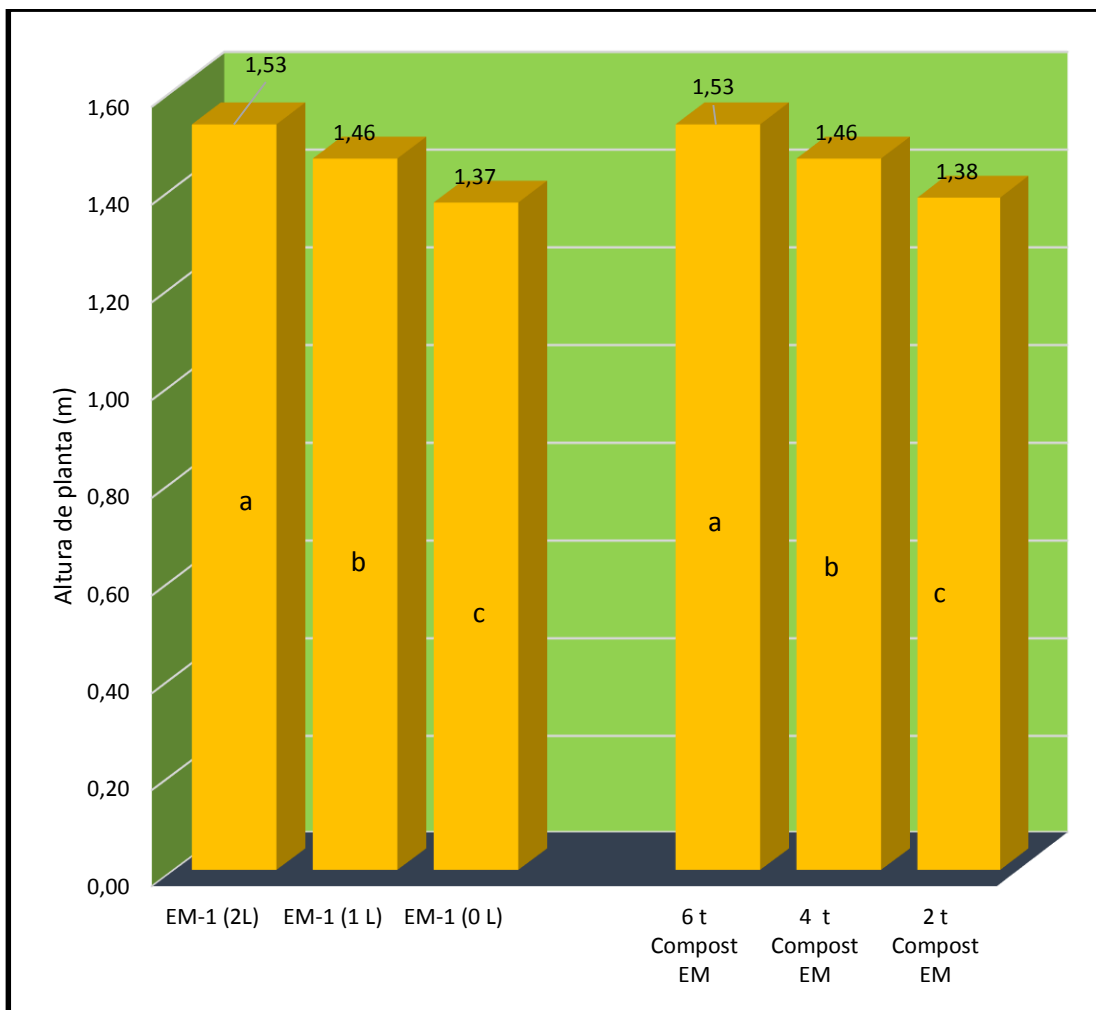
## B) Segundo corte



**Figura 3.14.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.14 de la prueba Tukey de la altura de planta, muestra superioridad estadística de la dosis de 2 litros de EM-1 sobre las demás, que en promedio de los niveles de compost con EM muestra una altura de 1.49 m. En el caso de la respuesta para los niveles de compost con EM observamos una mayor respuesta estadística para cuando se utiliza  $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de compost con EM superando a los demás niveles de compost con EM. Los resultados mostrados son del segundo corte.

### C) Tercer corte



**Figura 3.15.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de la altura de planta en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.15 de la prueba Tukey de la altura de planta, muestra superioridad estadística de la dosis de 2 litros de EM-1 sobre las demás, que en promedio de los niveles de compost con EM muestra una altura de 1.53 m. En el caso de la respuesta para los niveles de compost con EM observamos una mayor respuesta estadística para cuando se utiliza  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de compost con EM superando a los demás niveles de compost con EM. Estos resultados son del tercer corte donde indica una mayor altura frente a los demás cortes.

Citalan, et al. (2012) al realizar la evaluación nutricional de Maralfalfa en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas

– México a 406 msnm, utilizando 5 tratamientos de 30, 45, 60 75 y 90 días; de los cuales el tratamiento de 60 días de edad obtuvo 1.80 m de altura, este valor es significativamente superior al encontrado en los diferentes cortes de este trabajo de investigación, esta diferencia se debe a que el autor utilizó la Urea como fertilizante de fondo y en el presente trabajo se empleó  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  compost con EM.

Ccori (2014) al investigar la producción de dos variedades de Pennisetum bajo una fertilización mixta en época seca en Tingo María – Huánuco a 660 msnm, utilizando 4 tratamientos de king grass morado con fertilización mixta, king grass morado sin fertilización mixta, Maralfalfa con fertilización mixta y Maralfalfa sin fertilización mixta; al realizar la evaluación a la octava semana se obtuvo 2.06 m de altura para Maralfalfa con fertilización mixta ( $20 \text{ t.ha}^{-1}$  de abono orgánico bocashi y fertilizante 60N-50P-60K) este valor es superior a lo obtenido en los tres corte realizados en este trabajo debido a que según lo descrito por el autor además de la aplicación utilizada, el suelo era constantemente abonado con gallinaza y presenta un nivel medio de materia orgánica.

Según Zaldaña (2013) en la evaluación de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto Maralfalfa en Calzada – Moyobamba a 856 msnm, con el tratamiento de  $5 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza obtuvo 1.44 m de altura, la evaluación lo realizó en la semana 8; este resultado se encuentra dentro del rango reportado en los tres cortes del presente trabajo con 1.39 m para  $2 \text{ L.ha}^{-1}$  de EM-1 y 1.35 para  $6 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con EM para el primer corte, en el segundo corte con 1.49 m para  $2 \text{ L.ha}^{-1}$  de EM-1 y 1.47 para  $6 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con EM para el segundo corte y 1.53 m para  $2 \text{ L.ha}^{-1}$  de EM-1 y 1.53 para  $6 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con EM para el tercer corte.

### 3.1.4. Número de macollos del primer, segundo y tercer corte

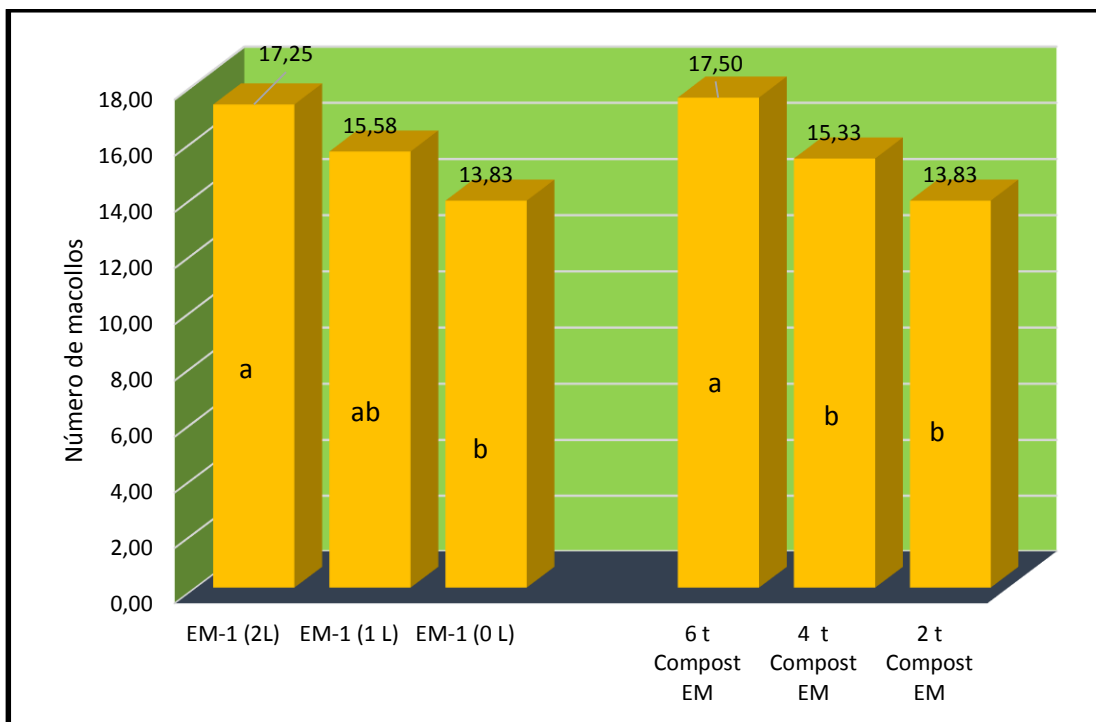
**Tabla 3.4.** Cuadrados medios del número de macollos de planta de los diferentes cortes del factorial dosis de EM y Niveles de compost con EM.

F. Variación	G.l	Cuadrados medios		
		Primer Corte	Segundo Corte	Tercer Corte
Bloque	3	3.185 ns	3.185 ns	4.769 ns
Dosis EM-1 ( EM )	2	35.028 **	58.111 **	42.528 **
Niveles Compost con EM(C)	2	40.778 **	76.861 **	46.028 **
Inter (EM x C)	4	2.694 ns	2.361 ns	5.903 ns
Error	24	4.039	4.581	5.998
Total	35			
C.V. ( % )		12.9	12.2	12.2

El número de macollos es la variable muy relacionada con producción de biomasa. En la tabla 3.4. del ANVA se observa alta significación estadística para los efectos principales de dosis de EM-1 y los niveles de compost con EM. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento permitiéndonos una confianza en los resultados

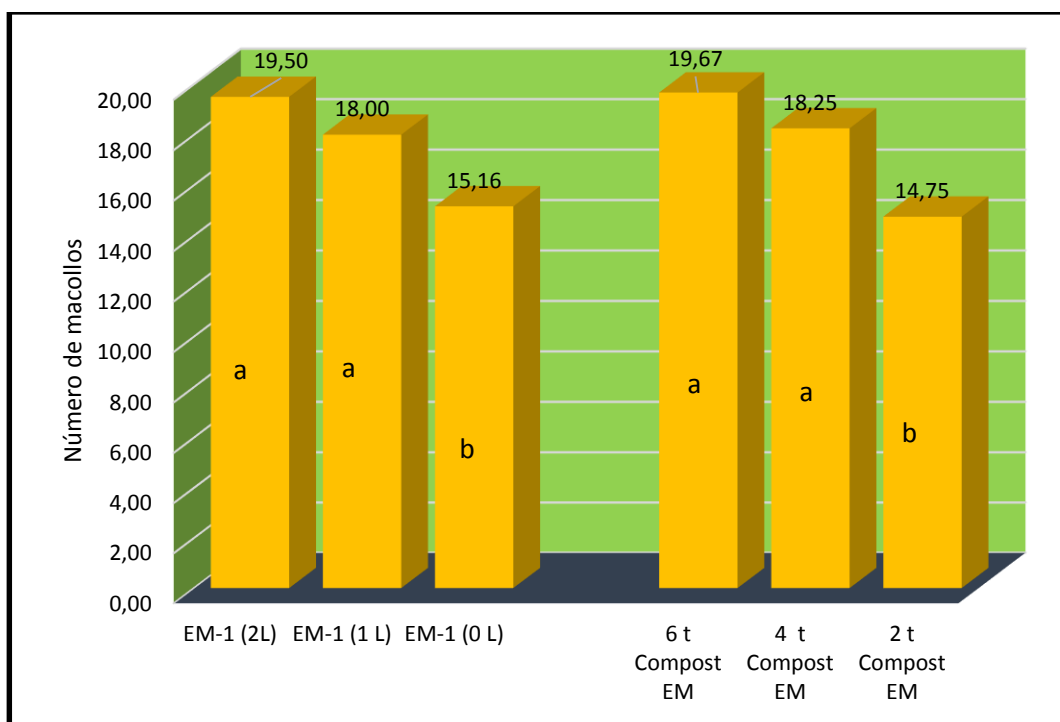
#### A) Primer corte

La figura 3.16 de la prueba de Tukey del número de macollos en el primer corte, se observa respuesta independiente de los factores dosis de EM-1 y niveles de Compost con EM. Existe un mayor valor de los macollos con el tratamiento de 2 litros de EM-1 en promedio de los niveles de compost con un valor de 17.25 macollos. En el caso de los niveles de compost con EM existe un mayor valor de macollos cuando se incorpora 6 t.ha<sup>-1</sup> que toma un valor de 17.50.



**Figura 3.16.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

**B) Segundo corte**

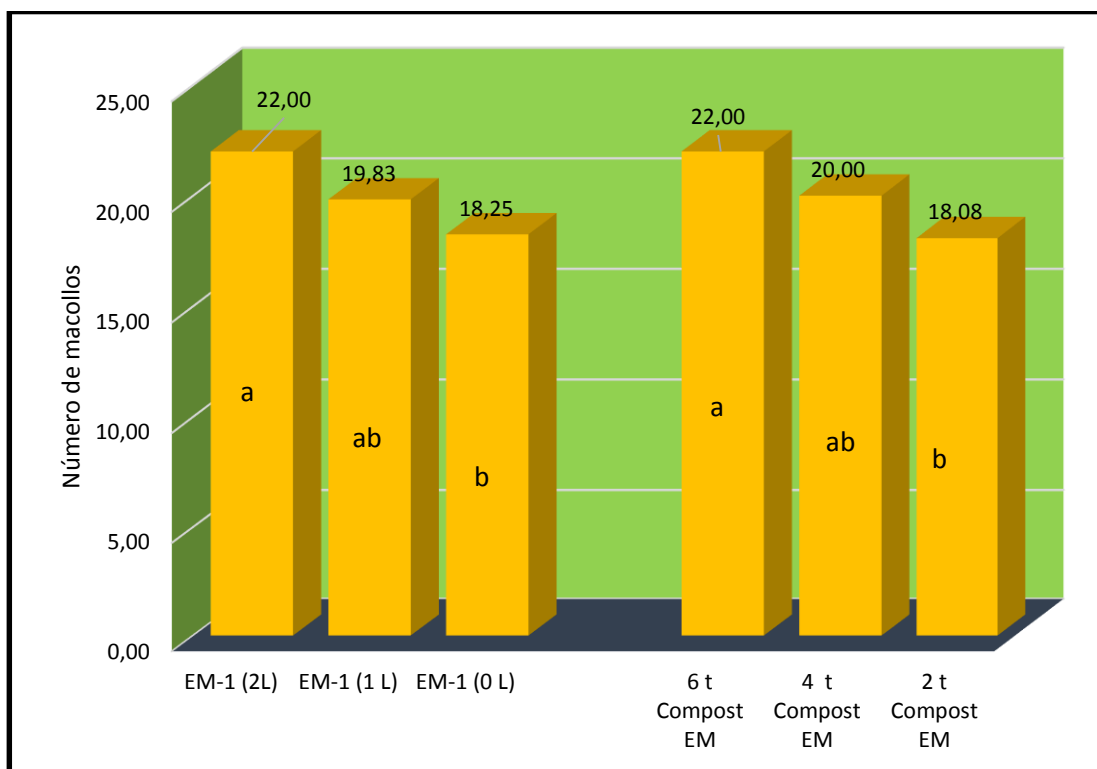


**Figura 3.17.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco



La figura 3.17 de la prueba de Tukey del número de macollos en el segundo corte, se observa respuesta independiente de los factores dosis de EM-1 y niveles de Compost con EM. Existe un mayor valor de los macollos con el tratamiento de 2 litros de EM-1 en promedio de los niveles de compost con EM con un valor de 19.50 macollos. En el caso de los niveles de compost con EM existe un mayor valor de macollos cuando se incorpora 6 t.ha<sup>-1</sup> que toma un valor de 19.67.

### C) Tercer corte



**Figura 3.18.** Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales del número de macollos en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco

La figura 3.18 de la prueba de Tukey muestra diferencia estadística en la respuesta del número de macollos al tercer corte, con las dosis de EM-1 y los niveles de compost con EM en forma independiente, teniendo mayor respuesta con las altas dosis y niveles de los factores en estudio. Comparativamente en el último corte se incrementa el número de macollos

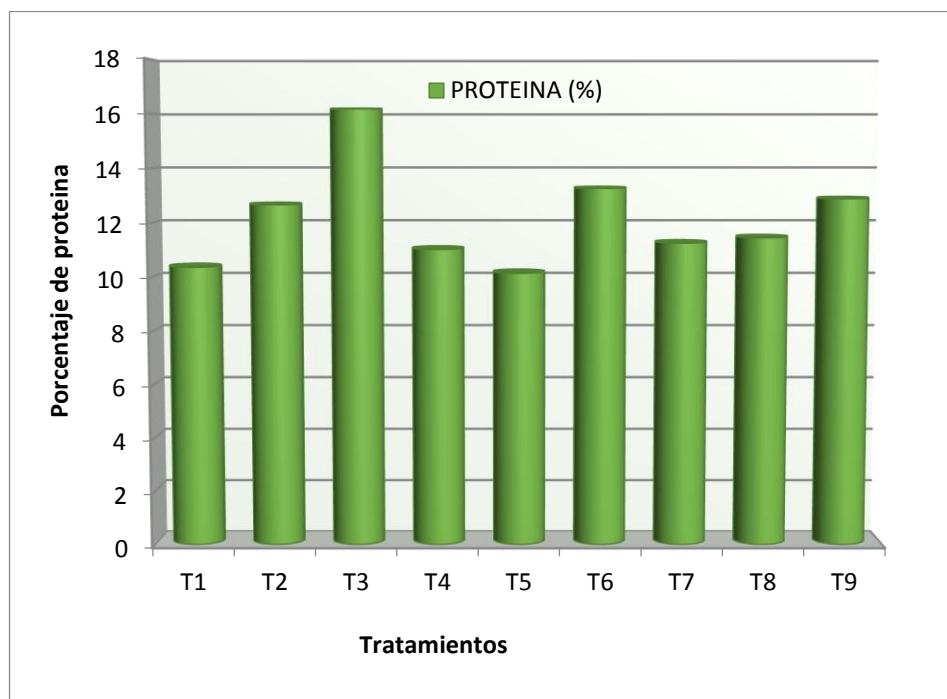
Zaldaña (2013) en la evaluación de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto Maralfalfa en Calzada – Moyobamba a 856 msnm, con el tratamiento de 5 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza más 2 t.ha<sup>-1</sup> de magnecal obtuvo 14.06 macollos, la evaluación lo realizó en la semana 8; este resultado se encuentra debajo de lo obtenido para los tres cortes de este trabajo utilizando los niveles de 6 t.ha<sup>-1</sup> de compost con EM y 2 L.ha<sup>-1</sup> de EM-1. Por su parte Montes (2016) menciona en su investigación de época de corte y densidad de siembra, en el rendimiento de forraje verde y composición química del pasto Maralfalfa, en el sector de Miraflores del valle del medio Piura a 30 msnm, con el tratamiento de distancia de 1.0 m x 1.0 m y época de corte de 60 días se obtuvo 37.11 macollos; este resultado es superior a lo obtenido en este trabajo debido a lo descrito por el autor se aplicó urea, fosfato de amonio y sulfato de potasio además el distanciamiento de siembra de 1.0 m x 1.0 m. mientras Cáceres, W y Aguirre, L (1993) sostiene que el mayor número de macollos por planta, explica en que la planta fisiológicamente tiene mayor capacidad de macollar a mayor distanciamiento, esto puede ser atribuido a una menor competencia por la luz, espacio, nutrientes y agua.

### 3.1.5. Valor Nutritivo

**Tabla 3.5.** Porcentaje de proteína de cada tratamiento:

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Proteína (%)</b>
T <sub>1</sub> : em 1 x c1	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	10,39
T <sub>2</sub> : em1 x c2	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	12,69
T <sub>3</sub> : em1 x c3	0.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	16,19
T <sub>4</sub> :em2 x c1	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	11,05
T <sub>5</sub> : em2 x c2	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	10,17
T <sub>6</sub> : em2 x c3	1.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	13,29
T <sub>7</sub> : em3 x c1	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 2.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	11,28
T <sub>8</sub> : em3 x c2	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 4.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	11,48
T <sub>9</sub> : em3 x c3	2.0 L.ha <sup>-1</sup> de EM-1 + 6.0 t.ha <sup>-1</sup> de compost con EM	12,91

En la tabla 3.5, se observa los resultados del análisis proteico de cada tratamiento, realizado en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, FCA- UNSCH.



**Figura 3.19** Diferencia de contenido proteico (%) por tratamiento.

La figura 3.19. Muestra el porcentaje de proteína, teniendo los mayores contenidos para el T3 con 16.19% el cual presenta 0 L.ha<sup>-1</sup> de EM y 6 t.ha<sup>-1</sup> de Compost con EM. Merida (2013) al evaluar cuatro edades de corte en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína cruda del cultivo de Maralfalfa en la finca San Jeronimo Miramar, en el municipio de Patulul del departamento de Suchitepequez Guatemala a 720 msnm, utilizando 4 tratamientos de 60, 75, 90, y 105 días más una fertilización química granulada en el momento de la siembra a razón de 162.33 kg.ha<sup>-1</sup> y una segunda fertilización a los 21 días en la misma proporción, de los cuales el tratamiento de 60 días de edad obtuvo 11.91% de proteína este valor es inferior al encontrado en este trabajo de investigación con 16.19% de proteína pues se empleó 6.0 t.ha<sup>-1</sup> compost con EM y no se empleó EM-1 que incremento la productividad del pasto Maralfalfa.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se obtuvo los mejores rendimientos de forraje con el uso de  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con microorganismos eficientes (EM) donde se alcanzó  $44.35 \text{ t.ha}^{-1}$  en el primer corte,  $46.73$  y  $49.11 \text{ t.ha}^{-1}$  en el segundo corte y el tercer corte respectivamente.
2. Se obtuvo los mejores rendimientos en materia seca con el uso de compost con microorganismos eficientes (EM), teniendo mayor influencia el uso de  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  donde se alcanzó rendimientos de  $8.31 \text{ t.ha}^{-1}$  en el primer corte,  $9.29$  y  $10.20 \text{ t.ha}^{-1}$  para el segundo y tercer corte respectivamente.
3. Existe mayor respuesta en la altura de planta a la aplicación de  $2 \text{ L.ha}^{-1}$  de abono foliar con microorganismos eficientes (EM-1) como complemento al abonamiento de  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con microorganismos eficientes (EM). Los valores obtenidos fueron de  $1.39 \text{ cm}$  en el primer corte,  $1.49$  y  $1.53 \text{ cm}$  para el segundo y tercer corte respectivamente.
4. En el número de macollos se obtuvo respuesta positiva a la aplicación de  $2 \text{ L.ha}^{-1}$  de abono foliar con microorganismos eficientes (EM-1) y  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con microorganismos eficientes (EM). Los valores obtenidos fueron de  $17.50$  macollos en el primer corte,  $19.67$  y  $22$  macollos para el segundo y tercer corte respectivamente.
5. Se obtuvo una mayor respuesta del porcentaje de proteína cruda para El T3 con  $16.19\%$  al emplearse  $6.0 \text{ t.ha}^{-1}$  compost con microorganismos eficientes (EM).

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones sugeridas producto del desarrollo del presente trabajo son:

1. Utilizar Compost con microorganismos eficientes (EM) en un nivel de  $6 \text{ t.ha}^{-1}$  para mejorar los rendimientos y reducir la contaminación ambiental, puede acompañar las dosis con microorganismos eficientes (EM-1), pero no fue determinante para este trabajo en el caso de forraje verde y materia seca.
2. Por ser sostenible la productividad del forraje al abonamiento orgánico se debe mejorar las dosis de microorganismos eficientes (EM-1) en la aplicación y continuar con las investigaciones en distintos cultivos, pisos altitudinales y zonas agroecológicas, con la finalidad de corroborar la eficacia del compost con microorganismos eficientes (EM) y dosis de aplicación foliar de microorganismos eficientes (EM-1).
3. Realizar el abonamiento del cultivo de Maralfalfa con aplicación de compost y microorganismos eficientes (EM) en un nivel de  $6 \text{ t.ha}^{-1}$  para obtener un forraje con un porcentaje proteico de 16.19%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, D. 2009. Evaluación de dos sistemas y tres distanciamientos de siembra del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. 79 p.
2. ALEXANDER, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Editor S.A. México D.F. 420 p.
3. AÑAÑOS, V.; R. LOZANO, R. O. y SANTA CRUZ, U. 2004. Elaboración de criterios técnicos de calidad para la producción de compost. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 95 p.
4. AVALOS, D. 2009. Reproducción vegetativa del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) y su respuesta a la fertilización química y orgánica en la granja Laguacoto II. Tesis para obtener el título de médico veterinario y zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. Provincia Bolívar-Ecuador. 63 p.
5. BERNAL, J. 1997. Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y manejo. Banco Ganadero de Colombia. 3ª Edición. 545 p.
6. BUELVAS, M. 2009. Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferente. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia 124 p.
7. CATEDRA, IX. 1982. Química del suelo y los fertilizantes. 3ª Edición. Universidad Politécnica de Madrid, 127 p.
8. CERDAS, R. 2015. Comportamiento productivo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. Revista Intersedes. Vol. XVI, num.33. 123-145 p.
9. CCORI, L. 2014. Producción de dos variedades de *Pennisetum* (*Pennisetum purpurem x Pennisetum typhoides* y *Pennisetum sp*) bajo una fertilización mixta en época seca en Tingo María. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. 73 p.

10. CITALÁN, L; DOMÍNGUEZ, B; ORANTES, M; MANZUR, A; SÁNCHEZ, A; DE LOS SANTOS, M; RUIZ, J; CRUZ, J; CÓRDOVA, V; RAMOS, J y NAHED, J. 2012. Evaluación Nutricional de Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en las Diferentes Etapas de Crecimiento en el Rancho San Daniel, Municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Revista Quehacer Científico en Chiapas, (13) 19-23.
11. CORREA, H. ARROYAVE, H. HENAO, Y. LOPEZ, A. y CERON, J (2004). Pasto Maralfalfa mitos y realidades, primera y segunda parte. Proceeding ganadería de carne artículos técnicos Engormix. Medellín - Colombia
12. CRUZ, D. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto Maralfalfa (*pennisetum violaceum*) con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fosforo con una base estándar de potasio. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. 129 p.
13. CUNUHAY, J. y CHOLOQUINGA, M. 2011. Evaluación de la adaptación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembras). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agropecuario Industrial. Facultad de Ingeniería Agropecuaria y Ambientales. Universidad Politécnica Salesiana – Ecuador. 230 p.
14. DAVILA, A. 2014. Dinámica de crecimiento y frecuencia de corte del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) y su efecto en el rendimiento forrajero en Zungarococha. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Amazonia Peruana – Iquitos. 63 p.
15. FAO, 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Microorganismos en la Agricultura.
16. GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos. Edic. Red de Acción en Alternativa al Uso de Agroquímicos. RAAA. Lima.
17. HEREDIA, N. y PALADINES, O. 2006. Respuesta del pasto Maralfalfa (*pennisetum violaceum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra, Cayambe, Pichincha.
18. HIGA, T. y PARR, J. 1991. Microorganisms for Agricultura and Environmental Preservation, Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES): Publishers site.

19. IBÁÑEZ, A. y AGUIRRE, G. 1983. Manual práctico de fertilidad de suelos. Programa Académico de Agronomía. UNSCH. Ayacucho, Perú.
20. LAMPKIN, N. 2001. Agricultura ecológica. Ediciones Mundi-prensa. Madrid – España.
21. MACEDO, D. 2015. Efecto de la aplicación del estiércol de vaca sobre la producción de forraje de la especie *Pennisetum sp* (Maralfalfa) en condiciones del Valle alto del Alto Mayo. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego – Trujillo. 85 p.
22. MERIDA, 2013. Evaluación de cuatro edades de corte en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína cruda del cultivo Maralfalfa (*Pennisetum sp.* Poales; Poaceae). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar – Guatemala. 74 p.
23. MONTES, K. 2016. Efecto de la época de corte y densidad de siembra, en el rendimiento de forraje verde y composición química del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en el sector de Miraflores del valle del medio Piura. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Piura – Piura. 90 p.
24. MORENO, F. y MOLINA, D. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la Producción de Ganado de Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera como Parte de la Dieta. FAO-CORPOICA, Medellín. 142 p.
25. PICADO, J. Y AÑASCO, A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José, CR, CEDECO. 66 p.
26. RODRÍGUEZ, 1999. Evaluación del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) como recuperador de un andisol degradado por prácticas agrícolas.
27. SANCHEZ, J. y PEREZ, A. 2007. Comunicación en foro. Herbario Medel, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
28. SELKE, W. 1968. Los abonos. Edit. Academia león. 4<sup>ta</sup>. Edic. España.
29. ZALDAÑA, E. 2013. Evaluación de la fertilización orgánica en el establecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en Calzada – Moyobamba. Tesis para



obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. 85 p.

### BIBLIOGRAFIA ELECTRÓNICA

1. AMBIEM. Tecnología EM en el compostaje. Disponible en: [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/uso\\_de\\_em\\_en\\_compostaje.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/uso_de_em_en_compostaje.pdf).  
Accesado el 23 de octubre del 2017.
2. AVILA, P. 2010. Maralfalfa. El ultimo avance científico de pasto de corte. [www.Maralfalfaprogreso.com](http://www.Maralfalfaprogreso.com). Accesado el 05 de febrero del 2015.
3. BID- CONVENIO FONDO ESPECIAL DE JAPÓN. 2009. Manual práctico de uso de EM. Disponible en: [http://www.emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISCA\\_BID.pdf](http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf). Accesado el 15 setiembre del 2017.
4. CHUJO, S. 2004. Microorganismos para la agricultura. Página web: <http://www.chujosl.com/>. Accesado 11 de noviembre del 2014
5. DAWSON JE y HATCH ST. 2002. A world wide web key to the grass genera of Texas. Disponible en: <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/taes/tracy/610/index.html>. Accesado el 11 de noviembre del 2016.
6. EM Producción y tecnología S.A. (EMPROTEC). 2009. Guía de la Tecnología de EM. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>. Accesado el 03 de junio del 2017.
7. Gutiérrez, R. M. Morales, P. V. Salazar, B. C. y Villavicencio, M. W. 2010. Propiedades del compost. Disponible en <http://compostucv.blogspot.pe/2010/12/propiedades-del-compost.html>. Accesado 10 de junio 2016.

# ANEXOS

**Anexo 01. ANVA de las variables de rendimiento del pasto Maralfalfa. Centro experimental Canchán 2020 msnm – Huánuco.**

**Tabla 01. ANVA de forraje verde del pasto Maralfalfa en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	48.41	16.14	1.57	0.223 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	65.50	32.75	3.19	0.059 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	506.42	253.21	24.64	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	14.76	3.69	0.36	0.835 ns
<b>Error</b>	24	246.66	10.28		
<b>Total</b>	35	881.75			

**C.V. = 8%**

**Tabla 02. ANVA de forraje verde del pasto Maralfalfa en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	17.66	5.89	0.50	0.685 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	51.16	25.58	2.18	0.135 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	586.41	293.21	24.97	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.85	0.21	0.02	0.999 ns
<b>Error</b>	24	281.86	11.74		
<b>Total</b>	35	937.94			

**C.V. = 8.2%**

**Tabla 03. ANVA de forraje verde del pasto Maralfalfa en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	24.70	8.23	0.47	0.704 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	66.52	33.26	1.91	0.170 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	794.80	397.40	22.81	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	3.47	0.87	0.05	0.995 ns
<b>Error</b>	24	418.20	17.43		
<b>Total</b>	35	1307.69			

**C.V. = 9.6%**

**Tabla 04. ANVA de materia seca del pasto Maralfalfa en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	6.516	2.172	1.86	0.164 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	6.654	3.327	2.84	0.078 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	56.561	28.280	24.16	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	1.440	0.360	0.31	0.870 ns
<b>Error</b>	24	28.096	1.171		
<b>Total</b>	35	99.267			

C.V. = 15.6%

**Tabla 05. ANVA de materia seca del pasto Maralfalfa en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	3.585	1.195	0.85	0.482 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	7.174	3.587	2.54	0.100 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	75.941	37.971	26.91	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.132	0.033	0.02	0.999 ns
<b>Error</b>	24	33.869	1.411		
<b>Total</b>	35	120.701			

C.V. = 15.8%

**Tabla 06. ANVA de materia seca del pasto Maralfalfa en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	4.781	1.594	0.66	0.586 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	10.035	5.018	2.07	0.148 ns
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	106.732	53.366	22.05	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.960	0.240	0.10	0.982 ns
<b>Error</b>	24	58.082	2.420		
<b>Total</b>	35	180.589			

C.V. = 19.2%

**Tabla 07. ANVA de altura del pasto Maralfalfa en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	0.101022	0.033674	18.85	<0.0001 **
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	0.310650	0.155325	86.94	<0.0001 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	0.133817	0.066908	37.45	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.005833	0.001458	0.82	0.527 ns
<b>Error</b>	24	0.042878	0.001787		
<b>Total</b>	35	0.594200			

C.V. = 3.3%

**Tabla 08. ANVA de altura del pasto Maralfalfa en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	0.064208	0.021403	9.54	<0.0001 **
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	0.232267	0.116133	51.74	<0.0001 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	0.176600	0.088300	39.34	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.002333	0.000583	0.26	0.901 ns
<b>Error</b>	24	0.053867	0.002244		
<b>Total</b>	35	0.529275			

C.V. = 3.4%

**Tabla 09. ANVA de altura del pasto Maralfalfa en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Bloque</b>	3	0.164253	0.054751	49.92	<0.0001 **
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	0.155939	0.077969	71.09	<0.0001 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	0.138956	0.069478	63.35	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	0.000894	0.000224	0.20	0.934 ns
<b>Error</b>	24	0.026322	0.001097		
<b>Total</b>	35	0.486364			

C.V. = 2.3%

**Tabla 10. ANVA de macollos del pasto Maralfalfa en el primer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	9.556	3.185	0.79	0.512 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	70.056	35.028	8.67	0.001 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	81.556	40.778	10.10	0.001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	10.778	2.694	0.67	0.621 ns
<b>Error</b>	24	96.944	4.039		
<b>Total</b>	35	268.889			

**C.V. = 12.9%**

**Tabla 11. ANVA de macollos del pasto Maralfalfa en el segundo corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	9.556	3.185	0.70	0.564 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	116.222	58.111	12.69	<0.0001 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	153.722	76.861	16.78	<0.0001 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	9.444	2.361	0.52	0.725 ns
<b>Error</b>	24	109.944	4.581		
<b>Total</b>	35	398.889			


**C.V. = 12.2%**

**Tabla 12. ANVA de macollos del pasto Maralfalfa en el tercer corte. Centro experimental Canchán 2020 msnm, Huánuco.**

<b>F. Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Bloque</b>	3	14.306	4.769	0.80	0.509 ns
<b>Dosis EM-1 (EM)</b>	2	85.056	42.528	7.09	0.004 **
<b>Niveles Compost (C)</b>	2	92.056	46.028	7.67	0.003 **
<b>Inter. (EMxC)</b>	4	23.611	5.903	0.98	0.435 ns
<b>Error</b>	24	143.944	5.998		
<b>Total</b>	35	358.972			

**C.V. = 12.2%**

## Anexo 02. Análisis de Caracterización de suelos del Centro de producción Canchán - Huánuco



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR**  
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 151505  
 Ayacucho – Perú  
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"


---

Región : Huanuco  
 Provincia : Huanuco  
 Distrito : Kichki  
 Localidad : Centro de Producción Canchan  
 Proyecto : "Tesis" Instalación de Forraje "Maralfalfa"  
 Solicitante : Srta. Pamela Maribel Bautista Tinco

### ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H <sub>2</sub> O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiables (Cmol(+)/Kg)					C. I. C. (Cmol(+)/Kg)	
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>		H <sup>+</sup>
01	70.7	10.6	18.7	Fr-Ao	8.51	1.963	5.0	1.38	0.06	23.2	142.8	5.9	1.8	0.73	-.-	0.0	0.0	9.4

Ayacucho, 29 de Marzo del 2016.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS  
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
 RESPONSABLE  
  
Juan B. Giron Molina  
 C.I.F. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso



### Anexo 03. Análisis de caracterización de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo María  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 - Fax 561158 Aptdo. 156

[analisisdesuelosunes@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunes@hotmail.com)

## ANALISIS ESPECIAL



**SOLICITANTE: SALAS AMBICHO MIJAIL**

**PROCEDENCIA: HUERTO DE LA UNHEVAL - HUANUCO**

Datos de la muestra		pH	Porcentaje (%)		Porcentaje (%)						ppm			
			Materia Seca	Humedad	N (Base Seca)	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
M242	Compost	7.05	58.48	41.52	2.64	0.496	2.082	0.547	1.225	0.092	3650.23	172.60	112.35	34.06


Fecha: 18/11/2015

Muestreado por el solicitante

RECIBO N° 437975

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
*[Firma]*  
M.Sc. Bigo, Miguel Heaupa K.,  
JEFE

## Anexo 04. Análisis de valor proteico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR  
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936  
Ayacucho – Perú  
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

---

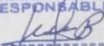
Región : Huánuco  
Provincia : Huánuco  
Distrito : Huánuco  
Comunidad : C. P. Canchán  
Proyecto : TESIS - Pasto MARALFALFA  
Solicitante : Srta. Pamela M. Bautista Tinco

### ANALISIS FOLIAR

Muestra	Proteína (%)
1. 0 L EM1 – 2 T Compost con EM	10.39
2. 0 L EM1 – 4 T Compost con EM	12.69
3. 0 L EM1 – 6 T Compost con EM	16.19
4. 1 L EM1 – 2 T Compost con EM	11.05
5. 1 L EM1 – 4 T Compost con EM	10.17
6. 1 L EM1 – 6 T Compost con EM	13.29
7. 2 L EM1 – 2 T Compost con EM	11.28
8. 2 L EM1 – 4 T Compost con EM	11.48
9. 2 L EM1 – 6 T Compost con EM	12.91

Ayacucho, 15 de Noviembre del 2017

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELO.  
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES  
RESPONSABLE



Juan Bl Girón Molina  
C.I.P. 77120



### Anexo 05. Panel Fotográfico



**Trazado y surcado del terreno**



**Selección y traslado de esquejes de maralfalfa al campo experimental**





**Siembra**



**Riego por inundación al campo experimental**





**Apoyo en la elaboración del compost**





**Pesado del compost para cada tratamiento**



**Aplicación del compost a cada tratamiento**





**Preparación del EM-1 para aplicación foliar**



**Aplicación del EM-1 para cada tratamiento**





**Corte del área neta experimental para su evaluación**



**Peso de forraje verde**





**Altura de pasto Maralfalfa**



**Las sub muestras de 100 gr. se colocan en sobres**



**Muestras de 100 gr. De forraje verde llevadas a estufa**



**Obtención del peso de materia seca**