

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES Y BIOABONOS
EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA AVENA FORRAJERA
(*Avena sativa L.*) VARIEDAD INIA 901 MANTARO 15M EN
CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DE CAYHUAYNA - 2015**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

MIJAÍL LENIN SALAS AMBICHO

HUÁNUCO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Mery G. Ambicho Tarazona, Juan
L. Arimuya Chávez quienes me
dieron sus sabios consejos y
sacrificio incondicional, que me
permitió concluir mis estudios

A MI ESPOSA Y HERMANOS:

A mi esposa Maritza S. Campos
García, y mis dos hijas Nicole y
Shade, quienes son la razón para
seguir superándome como
persona, mis hermanos(as)
Palmer, Yomira, Líz y Samira
quienes me dieron su apoyo
moral.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a mi patrocinador Mg. Juan Villanueva Reátegui, de igual manera al Ing. Romer Díaz León por su colaboración como coasesor.

A los catedráticas de la sede central y sección Chavinillo de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco, quienes me brindaron sus enseñanzas, experiencias y sus consejos.

A mis colegas especialmente: Tolomeo, Pilar, Lizeth, Javier, Thime, Alin, Stalin, Jorge y Hemerson con quienes compartí momentos inolvidables como estudiante y estuvieron presentes siempre.

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de Pillcomarca, ubicada en la provincia de Huánuco, a 1 920 msnm para evaluar el comportamiento de abonos orgánicos y la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de avena. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 18 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 54 áreas experimentales. Para determinar la significación estadística se empleó el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01 y para la comparación de los promedios, la prueba de Duncan, al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia.

Los abonos orgánicos y microorganismos eficaces influyeron de manera diferente en cada etapa del cultivo, así en número de macollos por planta, el mejor tratamiento fue el (T₁₅) con una media de 11,867 macollos; en altura de planta a los 120 días resultó ser el mejor tratamiento T₁₇ (2 litros de EM, 4 t/ha de compost y 2 t/ha de bocashi), con un promedio de 1,333 metros.

Los resultados indican que existe efecto significativo al aplicar bioabonos y microorganismos en el rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos T₁₅, T₆, T₁₁, T₃, T₂, T₁₀, y T₉ reportaron rendimientos de 44 833, 39 000, 38 667, 38 433, 37 833, 36 167 y 36 000 kilos por hectárea respectivamente.

Al analizar la variable porcentaje de materia seca el tratamiento T₁₅, demostró mejores resultados, con un promedio de 21,267%. Para el porcentaje de proteína, se distinguió mejores resultados con el T₁₃ (2 litros de EM, 2 t/ha de compost y sin aplicación de bocashi), con una media de 13,56% de proteína total.

SUMMARY

The investigation was carried out in the district of Pillcomarca, located in the county of Huánuco, to 1 920 msnm to evaluate the behavior of organic payments and the application of effective microorganisms in the yield of the cultivation of oat. The design of Blocks was used Totally at random (DBCA), with 18 treatments and 3 repetitions, making a total of 54 experimental areas. To determine the statistical significance the Analysis of Variance it was used (ANDEVA) at 0,05 0,01 and for the comparison of the averages, the test of Duncan, at the 0,05 and 0,01 of significancia level.

The organic payments and effective microorganisms influenced in a different way in each stage of the cultivation, this way in macollos number for plant, the best treatment was the (T₁₅) with a stocking of 11,867 macollos; in plant height to the 120 days turned out to be the best treatment T₁₇ (2 liters of EM, 4 compost t/ha and 2 bocashi t/ha), with an average 1,333 meters.

The results indicate that significant effect exists when applying bioabonos and microorganisms in the yield of green forage, where the treatments T₁₅, T₆, T₁₁, T₃, T₂, T₁₀ and T₉ reported yields of 44 833, 39 000, 38 667, 38 433, 37 833, 36 167 y 36 000 kilos for hectare respectively.

When analyzing the variable percentage of dry matter the treatment T₁₅ that demonstrated better results, with a bigger average of 21,267%. For the protein percentage, he/she was distinguished better results with the T₁₃ (2 liters of EM, 2 compost t/ha and without bocashi application), with a stocking of 13,56% of total protein.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

Pág.

I. INTRODUCCION

08

II. MARCO TEORICO

11

2.1. FUNDAMENTACION TEÓRICA

11

2.1.1. El cultivo de avena

11

2.1.1.1 Clasificación científica

12

2.1.1.2 Características morfológicas

12

2.1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

13

2.1.1.4 La avena como forraje

15

2.1.1.5 Valor nutritivo

16

2.1.1.6 La avena forrajera variedad INIA 901-Mantaro 15M

17

2.1.2 Microorganismos y materia orgánica

20

2.1.3 Microorganismos eficaces

23

2.1.3.1 Composición microbiológica

24

2.1.3.2 Funciones de microorganismos benéficos

25

2.1.3.3 Efecto sobre los cultivos

26

2.1.3.4 Efecto sobre el suelo

27

2.1.4 Abonos orgánicos fermentados

28

2.1.4.1 Tipos de abonos orgánicos

29

2.1.4.2 Compost

29

2.1.4.3 Bocashi

37

2.2 ANTECEDENTES	41
III. MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1 LUGAR DE EJECUCION DEL EXPERIMENTO	47
3.2 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	48
3.3 PRUEBA DE HIPOTESIS	49
3.3.1 Diseño de la investigación	49
IV. RESULTADOS	53
V. DISCUSIÓN	64
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
VIII. LITERATURA CITADA	68
ANEXOS	74

I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales de la zona andina del Perú ofrecen los medios naturales para la producción de pastos naturales y cultivados, en estas áreas agroecológicas albergan la mayor población ganadera nacional. La capacidad de soporte de estos pastos naturales es muy baja y no supera, la unidad ganadera/ha/año, debiendo mejorarse a través de la siembra de plantas forrajeras, como la avena, que se adaptan hasta los 4 400 msnm; donde la actividad agrícola es muy limitada por los factores climáticos de altura, frío, heladas y precipitaciones.

La avena forrajera está ampliamente difundidos en los valles interandinos y zonas altas del país, esta especie son cultivadas de acuerdo a las particularidades edafoclimáticas que presentan las diferentes zonas de producción. En el Altiplano y la zona Alto andina, el cultivo y producción de forrajes en general, se encuentra supeditada a la época lluviosa (fines de diciembre hasta marzo), este hecho se traduce en una mayor abundancia de forraje en esta época y una escasez de la misma en la época de escasa precipitación pluvial (junio, julio, agosto), donde la producción del ganado es afectado por los bajos niveles de alimentación y nutrición.

En la Región Huánuco, la avena forrajera ocupa el segundo lugar de toda la producción forrajera, representa una opción válida para mejorar el balance forrajero en el predio. Su siembra se encuentra en un proceso de evaluación continua a través de la intensificación de prácticas orientadas, a solucionar problemas en el campo nutricional y de manejo.

La conducción del cultivo de avena forrajera es una tarea de vital importancia dentro de las actividades de producción animal, esto dependerá de la especie, cantidad y clase de animales a alimentar; además tener presente el sistema de producción (estabulado, semi-estabulado o extensivo). El manejo del cultivo de avena forrajera es relativamente sencillo, bajo alternativas tecnológicas de tipo tradicional y mecanizado

Desde tiempos remotos los agricultores han utilizado diversas sustancias orgánicas como materia orgánica, estiércol de animales, actualmente vienen usando (humus, compost, biol, EM, bocashi, gallinaza y guano de isla) que son suministrados al suelo con la finalidad de mejorar las características físicas y químicas del suelo y de esa manera se incrementa la fertilidad para obtener los mejores rendimientos y la calidad del producto.

En consecuencia se orienta a propiciar la obtención de forrajes limpios no contaminados, basadas en los principios de una agricultura ecológica, mediante las prácticas de tecnologías de los Microorganismo Eficaces y de los Bioabonos, que se emplea como abono foliar y acondicionador de los suelos, la aplicación de esta tecnología contribuye a adquirir pastos mejorados de buena calidad para los animales.

La Estación Experimental Agraria Santa Ana - Huancayo ha puesto a disposición de los productores agropecuarios una nueva variedad forrajera: Avena INIA 901 – Mantaro 15M, con características deseables, adaptadas a pisos ecológicos de las regiones ganaderas del país, orientados a mejorar los rendimientos de los animales e ingresos familiares del poblador rural.

El presente ensayo tiene el propósito de evaluar efecto de los microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera, que el aporte de este trabajo sirva como un antecedente para posteriores investigaciones.

La investigación permitió alcanzar los siguientes objetivos planteados bajo las condiciones de campo experimental:

Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento y calidad de la avena forrajera (*Avena sativa L.*) variedad INIA 901 Mantaro 15M, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna - Huánuco 2015.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de los niveles de abono foliar, compost y bocachi en el macollamiento y altura de planta de la avena forrajera en la zona de estudio.
- Comparar los resultados obtenidos de la aplicación de abono foliar, compost y bocashi en el peso y valor nutritivo del cultivo de avena forrajera bajo condiciones de Cayhuayna.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 El cultivo de avena

La avena (*Avena sativa* L.) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, autógama y el grado de alogamia rara vez excede el 0,5% (INIA, 2011). Esta especie es una importante planta productora de grano en varios países, también se utiliza como forraje para la alimentación de animales en pastoreo, heno o ensilado. Esta gramínea produce forraje de buena calidad que otros cultivos forrajeros de mejor calidad (SIACON, 2011).

Según INFOAGRO (2016) las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.

La avena es de importancia en los países de clima frío que otros cereales, su uso principalmente en la alimentación animal, como forraje verde, heno o ensilado (García, 2007).

2.1.1.1 Clasificación científica

La clasificación taxonómica es la siguiente citado por (Guerrero, 2012).

Reino	:	<i>Plantae</i>
División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Liliopsida</i>
Orden	:	<i>Poales</i>
Familia	:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	:	<i>Pooideae</i>
Tribu	:	<i>Aveneae</i>
Género	:	<i>Avena</i>
Especie	:	<i>Avena sativa L.</i>

La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. También se cultiva la especie *Avena nuda*, conocida como avena de grano desnudo, al desprenderse las glumillas en la trilla. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas (INIA, 2011).

2.1.1.2 Características morfológicas

Posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas respecto a los demás cereales.

Los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos (Arias, 2008).

Las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados (Watson, 2011).

Wiersema (2007) señala que la inflorescencia es una panícula con un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas. El fruto es en cariósido, con las glumillas adheridas.

2.1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

INFOAGRO (2016) reporta que la avena es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados a fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es muy sensible a altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano.

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos.

Así, la avena cuando las condiciones climatológicas son favorables se obtienen buenas producciones. Es muy sensible a la sequía, especialmente en el periodo de formación del grano.

Este cereal también se puede cultivar en un amplio rango de condiciones climáticas. Sin embargo, presenta una mejor adaptación en temperaturas templadas a frías, con fotoperiodos largos y una regular distribución de las precipitaciones durante su ciclo de crecimiento.

Según Squella y Ormeño (2016) reportan que la avena se adapta a variados tipos de suelos, las mayores respuestas productivas se obtienen en suelos medios a profundos (idealmente 40 o más centímetros), bien estructurados, idealmente de tipo granular de texturas medias (franco a franco limoso) a ligeramente arcillosas (franco arcilloso-limoso), con un nivel de pH ligero a moderadamente ácido (5,3 a 5,7), de buen drenaje y fertilidad media a alta.

No se recomienda su siembra en suelos delgados (10 a 20 cm), livianos o arenosos con baja capacidad de retención de humedad y pH superior a 6. El bajo contenido de materia orgánica y nutrientes en el suelo, limitan considerablemente su capacidad productiva.

2.1.1.4 La avena como forraje

Los forrajes son material vegetativo con el cual se sustenta al animal, para transformarlos en productos de valores aprovechables para el consumo.

Es de importancia la nutrición de los animales a lo largo de la evolución, los animales superiores han desarrollado una amplia diversidad de diseños de sus tractos gastrointestinales que les permiten su existencia sobre diversos tipos de vegetación. Todos los animales incluidos el hombre pueden digerir proteínas, grasas y azúcares sencillos (FAO, 2001).

En el sistema de producción animal, la estacionalidad en la producción del pastizal natural, principal fuente de alimentación de los animales, y de las pasturas de siembra, en mayor o menor medida, genera un importante déficit alimenticio durante el periodo de sequía. La utilización de cultivos forrajeros, como la avena, representa una opción válida para mejorar el balance en el predio (Squella y Ormeño, 2016).

Según García (2007) la avena como forraje tiene alta digestibilidad, proporciona alta cantidad de energía metabolizable y sus fibras presentan mejores cualidades que otros cereales; mientras que el grano, entre sus cualidades, presenta alta cantidad y calidad de proteínas, carbohidratos, minerales y contenido de vitamina B.

Los pastos constituyen la fuente de alimentación más económica de la que dispone un productor para mantener a sus animales. Sin embargo, depende de un manejo para desarrollar las funciones de crecimiento, producción y reproducción en los animales.

El productor debe conocer las características del mismo y de los animales que está criando para realizar un manejo adecuado de potreros, pastos y forrajes (Gelvez, 2009).

En buenas condiciones hídricas, este cereal forrajero aporta mayores rendimientos pudiendo llegar a producir 11 tm/ha de forraje las avenas de invierno, de ciclo largo y más productivas. El forraje es muy apetecible y de gran valor nutritivo aunque de bajo contenido proteico. Las producciones de grano oscilan entre las 1-3 tm/ha (UNAVARRA, 2011).

2.1.1.5 Valor nutritivo

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, debido a su riqueza en aminoácidos esenciales como la lisina (UNAVARRA, 2011).

A continuación se muestra la composición de la avena verde durante la época de floración:

Cuadro 01. Composición de forraje verde en 100 g de sustancia

Agua	77,00
Materia no nitrogenada	10,00
Celulosa	8,00
Materias minerales	2,50
Proteínas	1,90
Materia grasa	0,60

Fuente: INFOAGRO, 2016

El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que en maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo.

Cuadro 02. Composición del grano de avena en 100 g de sustancia

Hidratos de carbono	58,20
Agua	13,30
Celulosa	10,30
Proteínas	10,00
Materia grasa	4,80
Materias minerales	3,10

Fuente: INFOAGRO, 2016

2.1.2.6 La avena forrajera variedad INIA 901 – Mantaro 15 M

Noli *et al.* (2016) reportan que la avena forrajera INIA 901 – Mantaro 15 M fue liberada como variedad en Diciembre 2006 por el INIA, y tiene el Certificado de Registro de Cultivar Comercial Registro N° 002 – 2007 – AG – SENASA, de conformidad a la ley general de semillas (ley N° 27262) y el Reglamento General de la ley General de semillas (D.S.N° 040 – 2001 - AG).

Esta variedad posee un alto rendimiento de biomasa y un buen contenido nutricional. Estas características le dan ventaja comparativa, ya que en la Sierra Central y a nivel de productores - ganaderos ha generado una gran expectativa y lo están sembrando para conservación de forraje para la época de estiaje, donde existe escasez de pasto y la Estación Experimental Agraria Santa Ana el año 2006 puso a disposición de los productores 35 toneladas de semilla seleccionada y tratada tipo exportación.

Origen

El origen de la variedad INIA 901 – Mantaro 15 M, es del Valle de Mantaro – Sierra Central del Perú. El germoplasma base se obtuvo de colecciones de Avena denominada Mantaro, sembrada en la región de la Sierra Central. La mejora genética se inicia en 1993 con un Programa de Selección Recurrente Fenotípica en base al método de panoja – hilera, durante 10 ciclos de selección, en la Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo, comprobada y validada a nivel de productores.

Adaptación

Esta variedad se adapta a las condiciones agroclimáticas de la Sierra Central y de la Sierra del Perú en general, a altitudes que varían de 3200 hasta los 4200 m cuando se cultiva para la producción de forraje verde, y desde 3200 a 3400 m cuando se cultiva para producción de semilla. El Valle del Mantaro reúne las condiciones climatológicas favorables para la producción de semilla.

Descripción del cultivar

Características Agronómicas:

Tipo de Semilla	: Botánica
Porcentaje de Germinación	: 95 – 97%
Color de grano	: Crema
Tamaño de grano	: 14 mm de largo
Porte de planta	: erecto
Número de hojas/tallo	: 4 – 5 hojas
Altura de planta	: 1,20 – 1,56 cm

Longitud de inflorescencia	: 24 cm
Período vegetativo para forraje verde	: 150 días
Período vegetativo para semilla	: 210 días
Rendimiento de forraje verde	: 40 000 – 60 000 kg/ha
Rendimiento potencial de semilla	: 2 500 kg/ha
Proteína cruda de forraje	: 7,57 a 10,15%

Manejo del cultivo

Elección del terreno: Suelos profundos, franco arcilloso y franco arenoso

Preparación del terreno: Araduras cruzadas y rastras cruzadas con el fin de mullir bien el suelo.

Época de siembra: Para forraje: Octubre – diciembre. Para semilla: noviembre

Cantidad de semilla: 70 – 80 kg/ha para producción de forraje 60 kg/ha para producción de semilla

Fertilización: Se recomienda realizar análisis de suelo. La fórmula de fertilización es de 60–100–60 de N–P₂O₅–K₂O. (Nitrógeno, fósforo y potasio. El total de Fósforo y Potasio se aplica en la siembra. La aplicación de nitrógeno se divide en 40% a la emergencia, 50% al macollamiento, y 10% al desmanche.

Cosecha: Para ensilaje, el corte se efectúa cuando el grano es lechoso. Para producción de semilla la cosecha se realiza después de 210 días.

2.1.2 Microorganismos y materia orgánica

Según Marschner y Timonen, citado por Cano (2011) la multifuncionalidad de los microorganismos en los sistemas agrícolas, se expresa de acuerdo a una serie de factores bióticos, como la competencia con otros microorganismos, la composición biológica del suelo, el reconocimiento planta microorganismo y viceversa. Igualmente, factores abióticos, como la climatología, las características físicas y químicas del suelo, que influyen directamente en el tipo de interacción de estos organismos y la expresión de los efectos benéficos o detrimentales, determinantes en el desarrollo de las especies vegetales.

Higa y Parr (1994) mencionan que los microorganismos son utilizados en la agricultura para varios propósitos, como importante componente de las enmiendas orgánicas y compost, como inoculante de leguminosas para fijación biológica de nitrógeno, como un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades de las plantas, para incrementar la calidad y productividad de los cultivos, y para reducir las labores.

Los microorganismos del suelo pueden ser clasificados en microorganismos descomponedores y sintetizadores. Los descomponedores están subdivididos en dos grupos, los que desarrollan descomposición oxidativa y otros la fermentación. Los microorganismos sintetizadores pueden subdividirse en grupos teniendo en cuenta la habilidad fisiológica para fijar nitrógeno atmosférico en aminoácido y/o dióxido de carbono en moléculas orgánicas simples a través de la fotosíntesis.

El grupo fermentativo está dividido en fermentación útil (simplemente llamado fermentación y fermentación dañina (llamada putrefacción).

La fermentación es un proceso anaeróbica por el que microorganismos facultativos (levaduras) transforman complejas moléculas orgánicas (carbohidratos) en componentes que pueden ser adsorbidos directamente por las plantas. La descomposición aeróbica resulta en una compleja oxidación de un sustrato y liberación de grandes cantidades de energía, gas y calor con dióxido de carbono y agua como productos finales.

Corbella y Fernández de Ullivarri (2016) mencionan que la materia orgánica, es considerada como una mezcla compleja y variada de sustancias orgánicas, desempeña un importante papel en los suelos agrícolas. A pesar de que la misma constituye solo una pequeña fracción de la mayoría de los suelos, es un componente dinámico que ejerce una influencia dominante en muchas propiedades y procesos del suelo. Frecuentemente un efecto lleva a otro, de modo que de la adición de materia orgánica a los suelos, resulta una cadena compleja de múltiples beneficios.

Meléndez (2003) reporta que la materia orgánica del suelo es un conjunto de compuestos heterogéneas con base de carbono, y formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos. Una pequeña cantidad de materia orgánica está constituido por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etcétera y hacen parte también de los llamados sustancias húmicas, que son una series de compuestos de alto peso molecular.

La materia orgánica constituye a la fertilidad del suelo en forma de N, P y S. Los nutrientes son secuestrados y liberados de la materia orgánica por dos procesos distintos: biológicos para los minerales como N, P, S y químicos como el Mg y el K.

La mineralización incluye un conjunto de procesos por medio de los cuales el N y el P entre otros en combinación con la materia orgánica, son transformados a moléculas inorgánicas de constitución más simple, para ser tomadas por las plantas.

La materia orgánica es anfótero (tienen carga positiva y negativa) y su carga depende de pH y generalmente es negativa. Debido a eso el Ca, Mg y K están ligados electrostáticamente a la materia orgánica. En algunos suelos la cantidad potencial de cargas negativas es alta, pero muchos sitios están bloqueados por interacciones con Al y Fe o cambios con el pH. Sin embargo, la materia orgánica del suelo puede contribuir significativamente a la capacidad de intercambio catiónico de suelos meteorizados, aparte de las interacciones directas en los nutrimentos catiónicos.

Picado y Añasco (2005) afirman la materia orgánica es indispensable para mantener la fertilidad del suelo. De ahí que su incorporación en forma de abono es indispensable en sistemas de producción ecológica. Esta práctica, en conjunto con otras como: las obras de conservación de suelos, la adecuada rotación y asociación de plantas, la diversificación de cultivos en el tiempo y en el espacio, entre otras, nos aseguran el alcance de un

equilibrio en el sistema y, por lo tanto, una producción continua, es decir, la posibilidad de sembrar todo el año y por muchos años.

El crecimiento de las plantas, así como el desarrollo y fertilidad del suelo, depende de gran parte de los organismos que lo habitan, los cuales pueden mostrar un cierto grado de especialización en relación a las actividades que ejecutan, en la descomposición de materia orgánica, en la transformación de sustancias asimilables para las plantas, en la producción de antibióticos y en la degradación de las partículas del suelo, entre otros (Meléndez, 2003).

2.1.3 Microorganismos eficaces

Según EEAITAJ (2016) el microorganismo eficaz es una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias ácido lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (bacterias fotosintéticas o fototróficas). La Tecnología de Microorganismos Eficaces (EM por sus siglas en inglés) fue desarrollada por el Profesor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, en el sur de Japón, a partir de 1982, quién desarrolló una mezcla de microorganismos para mejorar la productividad de los sistemas de producción orgánica.

Es un cultivo mixto de microorganismos benéficos, obtenidos de ecosistemas naturales y seleccionados por sus efectos positivos en los cultivos (Acevedo *et al.* 2005).

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-

químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección, generando una agricultura sostenible (Moya, 2012).

2.1.3.1 Composición microbiológica

Acevedo *et al.* (2005) menciona los principales tipos de microorganismos presentes en el EM comprenden:

a) Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomona spp*)

Son un grupo de microorganismos que sintetizan sustancias útiles (aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares), a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Son consideradas el eje central de la actividad del EM, pues dan sostén a otros microorganismos. Por ejemplo, las poblaciones de micorrizas de la raíz, se incrementan por la disponibilidad de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas.

Las micorrizas, mejoran la solubilidad de los fosfatos, supliendo de esta forma el fósforo a las plantas; también coexisten con *Rhizobium* y *Azotobacter*, que fijan nitrógeno atmosférico.

b) Bacterias acidolácticas (*Lactobacillus spp*)

Originan ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, es un compuesto que controla microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica. Los *Lactobacillus* promueven la

fermentación y desdoblamiento de lignina y celulosa, permitiendo una más rápida descomposición de los materiales vegetales. También, tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades, como los hongos del género *Fusarium*, que debilitan las plantas, exponiéndolas al ataque de otras enfermedades y plagas.

c) Levaduras (*Saccharomyces spp*)

Sintetizan tanto sustancias antimicrobiales, como compuestos útiles para el crecimiento de las plantas, partiendo de aminoácidos y azúcares (secretados por las bacterias fotosintéticas), así como de materia orgánica. Los elementos producidos por las levaduras (hormonas y enzimas), promueven la división activa de células, siendo también, sustratos útiles para las bacterias acidolácticas y los actinomicetos.

2.1.3.2 Funciones de microorganismos benéficos

Higa y Parr (1994) señalan las funciones que cumplen los microorganismos benéficos:

- Fijación de nitrógeno atmosférico
- Descomposición de desechos orgánicos y residuos
- Supresión de patógenos de desarrollo del suelo
- Reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas
- Degradación de tóxicos incluyendo pesticidas
- Producción de antibióticos y otros componentes bioactivos
- Producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las

plantas

- Formación de complejos de metales pesados para toma limitada de plantas
- Solubilización de fuentes de nutrientes insolubles
- Producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo

2.1.3.3 Efecto sobre los cultivos

El uso de EM en agricultura tiene efectos positivos, Acevedo, *et al.*, (2005) mencionan que el EM mejora los rendimientos de los cultivos bajo sistemas de producción orgánica y presenta los siguientes beneficios económicos:

- La necesidad de usar EM disminuye con el tiempo, porque los microorganismos se propagan por sí solos; la microflora del suelo se vuelve abundante, desarrollando un sistema microbiano balanceado. Cuando las condiciones facilitan la propagación de los microorganismos, las aspersiones serán ocasionales, para mantener las poblaciones.
- Su uso requiere menores aplicaciones de materia orgánica, porque la proveniente de los residuos de cosecha, plantas arvenses y vegetación circundante, es suficiente para mantener un suelo fértil.
- Se evita el uso de fertilizantes químicos para la nutrición de plantas.
- Una vez incorporado al suelo, EM descompone la materia orgánica rápidamente.

- Facilita la liberación de mayores cantidades de nutrientes a las plantas.
- Desarrolla inmunidad en las plantas.

2.1.3.4 Efecto sobre el suelo

Moya (2012) reporta los efectos en las condiciones físicas del suelo: 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 de lluvia, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

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.

En suelos donde ha sido aplicado, EM forma una simbiosis con las raíces de las plantas, donde éstas últimas, secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas, mientras los microbios de EM usan estos compuestos para su crecimiento, produciendo también, aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas y hormonas para las plantas (Acevedo *et al.*, 2005).

2.1.4 Abonos orgánicos fermentados

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos, el suelo con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad, 2016).

Estrada (2010) manifiesta la elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de descomposición en presencia de oxígeno (aeróbica) y control de temperatura de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, que existen en los residuos, bajo condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables.

Gómez (2011) manifiesta que los abonos orgánicos muestran las siguientes ventajas sobre los químicos: 1) Mayor efecto residual. 2) Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados), porosidad y la densidad aparente. 3) Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial. 4) Favorece el desarrollo y las actividades de las poblaciones de microorganismos en el suelo. 5) Aumenta la desintegración de compuestos o sustancias en el suelo, efectuada por los microorganismos durante el proceso de transformación en minerales solubles, capaces de ser absorbidos por la planta.

6) Provee de sustancias nutritivas a la planta (N, P, K, Mg, Mn, Br, Mo, Co, Zn, Fe). 7) Contribuye a que las plantas sean fuertes y toleren bien el ataque de plagas y enfermedades.

2.1.4.1 Tipos de abonos orgánicos

Son varios los tipos de abonos orgánicos que se utiliza en la producción orgánica: algunos ejemplos son el compost, bocashi, los biofermentos, y los abonos verdes, en todos los preparados la acción de los microorganismos es indispensable para su preparación y funcionamiento. Lo interesante del caso es que el uso de los abonos orgánicos no es una práctica tecnológica nueva, por el contrario tiene su origen desde que nació la agricultura, las generaciones anteriores las usaban pues era lo único que existía (Estrada, 2010).

2.1.4.2 Compost

Es la descomposición biológica de un volumen determinado de material orgánico, en condiciones controladas, que se efectúa en pilas o canteros sobre la superficie del suelo (Ordoñez, 2012). Restrepo *et al.* (2014) el compost es el proceso biológico mediante el cual algunos microorganismos actúan sobre la materia orgánica en condiciones controladas, descomponiéndola en forma rápida, que sirve como abono para los cultivos.

El proceso de compost es una descomposición predominantemente aeróbico y se divide en tres fases; la fase inicial de descomposición de los materiales más lábiles, tales como azúcares, proteínas y almidones.

La segunda la fase de temperaturas más altas, donde se degradan los materiales más recalcitrantes como celulosa y la lignina, y finalmente la fase tercera de síntesis, donde se forman las sustancias húmicas.

Propiedades del compost

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

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.

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.

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.

Materia prima para producir compost

Según Picado y Añasco (2005) 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.

Pasos para la elaboración de compost

1) Escoger un sitio que se encuentre protegido de las lluvias (puede ser debajo de un árbol o barbacoa, en un techo rústico. 2) Se juntan todos los residuos disponibles. Aquellos que lo requieran, deben picarse. 3) Haga una primera capa de unos 15 cm. de espesor con residuos de cosechas. La siguiente capa será con estiércol de animal de unos 8 cm. de grosor y sobre ésta una capa de tierra de 3 cm. de grosor. Repita esta secuencia de capas hasta donde le alcancen los materiales. 4) Riegue el montón uniformemente hasta que esté lo suficientemente húmedo. 5) Haga respiraderos en el montón haciendo un hoyo central o varios laterales, o bien use cañas de bambú perforadas, para que salga el exceso de calor. 6) Cubra el montón con hojas secas o sacos y déjelo reposar por unas 3 semanas. 7) A las 3 semanas, dele vuelta al montón de tal forma que quede una mezcla uniforme, cúbralo nuevamente. 8) Voltee nuevamente la mezcla dentro de 5 semanas. Luego se cubre y se cosecha el compost a los 3 ó 4 meses.

Esta es la forma más convencional de hacer el compost, si se dan más volteos durante la semana (sin enfriar mucho el proceso), el compost puede estar listo en un tiempo menor (Estrada, 2010).

Factores que intervienen en el proceso de compostaje

La información vertida por INFOAGRO (2004) son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje.

Así también, intervienen las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Entre los factores que participan en este proceso se menciona a continuación:

- **Temperatura:** Depende de la actividad microbiológica y de la mezcla de los materiales; si la mezcla es buena, a las 14 horas de preparado la temperatura debe subir. Una temperatura de 50 °C es un buen indicador. Si sube a más de 70 °C es demasiado y se debe enfriar, volteando la mezcla amontonada con la pala, haciéndola más baja y más ancha, o remojándola si no está muy húmeda. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos benéficos para el proceso mueren y otros no actúan. El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro etapas, de acuerdo a los cambios de la temperatura:

Fase 1: La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la descomposición, la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH (la acidez).

Fase 2: Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos, o sea aquellos que actúan a temperaturas altas transformando el nitrógeno en amoníaco y la acidez (pH) de la compostera sube. A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

Fase 3 enfriamientos: Luego de la etapa anterior cuando la temperatura baja a menos de 60°C, reaparecen los microorganismos termófilos que reinvasen la compostera y descomponen la celulosa. Al bajar la temperatura a menos de 40°C los mismos organismos de la primera etapa reinician su actividad y la acidez (pH) del medio desciende ligeramente.

Fase 4 maduración: Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

- **Humedad:** La humedad óptima para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la mezcla. Si está muy seco, la descomposición es muy lenta (disminuye la actividad de los microorganismos). Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno). El resultado será una mezcla de mal olor y textura muy suave por el exceso de agua.

- **Aireación:** El proceso de compostaje es aeróbico, o sea que necesita que haya aire; al preparar la mezcla y dejarla en forma de pila, se debe tener cuidado de no compactar los materiales, deben estar sueltos. Si no hay buen aire en el montón, los microorganismos aeróbicos no pueden trabajar y sale un producto de mala calidad.

- **Relación Carbono/Nitrógeno (C/N):** El carbono y el nitrógeno son los dos componentes básicos de la materia orgánica, por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada.

Los que tienen tejido leñoso y son fibrosos y secos, se descomponen lentamente y son más ricos en carbono. Los verdes, frescos y los que se descomponen rápido, son más ricos en nitrógeno, incluidas las plantas leguminosas. Los estiércoles contienen ambos elementos y otros más. La relación debe mantenerse entre 25 a 35 partes de carbono por 1 parte de nitrógeno. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica; si es muy baja no afecta al proceso de compostaje, pero se pierde nitrógeno en forma de amoníaco.

- **El pH (acidez):** El nivel más conveniente para los microorganismos del suelo está entre 6 y 7.5. Los valores extremos inhiben la actividad microbial. La cal y la ceniza se pueden usar en las aboneras para regular el pH, teniendo siempre el cuidado de no echar demasiada.

- **Tamaño de las partículas:** Entre más grandes sean los trozos de materiales usados, más tiempo van a tardar en descomponerse. Picar los materiales y organizarlos en capas intercaladas de diferentes clases, requiere un poco más de trabajo pero permite mejor calidad y más velocidad en el proceso de descomposición. Tampoco se deben picar demasiado los materiales porque se puede compactar.

- **Población microbiana:** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes, o sea microorganismos que son fundamentales para que el proceso se lleve a cabo exitosamente.

• **Control periódico:** Este es un proceso que dura hasta 3 meses, por lo que debe revisarse periódicamente para que todas las fases se lleven a cabo de la mejor manera y se obtenga un abono de buena calidad. Este control puede ser diario si la compostera se ubica cerca de la casa o cada 2 ó 3 días si se ubica más lejos.

Composición química del compost

Según el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile, citado por Gutiérrez *et al.* (2010) presenta el siguiente análisis:

Humedad	: 40 - 45 %
Nitrógeno como N ₂	: 1,5 - 2 %
Fósforo como P ₂ O ₅	: 2 – 2,5 %
Potasio como K ₂ 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.

2.1.4.3 Bocashi

El bocashi es un sistema de preparación de abono orgánico de origen japonés que puede requerir no más de 10 o 15 días para estar listo para su aplicación; sin embargo, es mejor si se aplica después de los 25 días, para dar tiempo a que sufra un proceso de maduración (Picado y Añasco, 2005).

Okumoto (2003) menciona que el bocashi permite obtener un compost en forma más rápida que el compost convencional y menor presión de olores al medio ambiente; sin embargo, los costos de este sistema son más altos por tener que emplear algunos insumos externos.

Materia prima para producir bocashi

Cuadro 03. Materia prima para producir 12 toneladas de bocashi

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Gallinaza	Kg	4 000
Suelo	Kg	5 000
Cascarilla de arroz	Kg	300
Melaza	Kg	10
Estiércol de vacuno	Kg	1 500
Cal	Kg	500
Carbón de madera	Kg	1 500
Levadura	Kg	1
Agua	L	600

Fuente: Restrepo *et al.* (2014).

El proceso de descomposición fermentativa, se elabora bajo condiciones de escaso aire con la acción de microorganismos facultativos fermentadores como microbios productores de ácido láctico, levaduras, etc.

Estos pueden ser nativos provenientes de los materiales empleados o a través de la inoculación microbiana. La materia orgánica con microorganismos fermentadores mantienen el proceso a bajas temperaturas, lo que permite que la energía no sea liberada al exterior durante su elaboración y se puede aprovechar la máxima energía del producto.

Pasos para la elaboración de bocashi

1) Seleccionar o mezclar 2 000 Kg de suelo y hojarascas. 2) Humedecer la mezcla. 3) Agregar 1 500 Kg de estiércol y gallinaza. 4) Agregar 250 Kg de cascarilla de arroz. 5) Agregar 3 Kg de melaza y 400 g de levadura. 6) Agregar 500 Kg de carbón vegetal. 7) Agregar 200 Kg de cal dolomita. 8) Mezclar y aplicar agua en forma moderada. 9) Mezcla de todos los ingredientes. 10) Repetir todos los pasos anteriores pero aplicando 1 000 Kg de suelo, 1 000 Kg de gallinaza, 3 Kg de melaza, 400 g de levadura, 500 Kg de carbón y 100 Kg de cal dolomita. 11) Durante 8 días la mezcla debera mezclarse dos veces al día. 12) A partir del día 10, solo se debe realizar un volteo. 13) En los dos días (19 y 21) se debe medir la temperatura hasta lograr menos de 30 °C (Restrepo *et al.*, 2014)

Factores que intervienen en el proceso de Bocashi

Alvear *et al.* (2004) menciona para la fabricación de abonos orgánicos se deben tener presentes estos factores:

- **Temperatura:** Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de haberse preparado el abono debe presentar temperaturas superiores a 50°C.

- **La aireación:** Como el proceso es aeróbico es necesario contar con una buena disponibilidad de oxígeno. Se considera conveniente que exista una concentración entre el 5% y el 10% de oxígeno en los macroporos de la mezcla. Los microporos, por su parte, no deben tener exceso de humedad porque hacen el proceso anaeróbico y no se produce un abono de buena calidad.

- **El tamaño de las partículas de los ingredientes:** La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado.

- **El pH:** El pH necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7,5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales.

- **Relación carbono-nitrógeno:** La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

Composición química del bocashi

Después del proceso fermentativo, posee la siguiente composición química, citado por Ortega (2012).

Nitrógeno	: 1,23%
Fosforo	: 2,98%
Potasio	: 1,05%
Calcio	: 9,45%
Magnesio	: 0,62%
Zinc	: 274 ppm
Boro	: 5,34 ppm
Cobre	: 234 ppm
Hierro	: 11 975 ppm
Manganeso	: 345 ppm
Sodio	: 0,062%
Azufre	: 591,3%
Carbono	: 12,4%
Humedad	: 33,56%
Relación C/N	: 10,1
Materia orgánica	: 21,33 ppm

Cuadro 04. Características benéficas de los microorganismos eficaces y los bioabonos

Microorganismos eficaces	Bioabonos
<ul style="list-style-type: none"> • Promueve la germinación, crecimiento, florecimiento, fructificación y maduración de las plantas cultivadas. • Realza la capacidad fotosintética de las plantas. • Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. • Desarrolla resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. • Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. • Suprime patógenos y plagas del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la estructura del suelo y estimular su granulación, facilitando la labranza. • Aumenta la absorción del aire y agua de los suelos. • Regula la temperatura del suelo y ayudar a disminuir la erosión y evaporación. • Mejora la actividad biológica del suelo • Mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad • Aumenta la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos • Mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ayudando a liberar nutrientes para las plantas • Sus nutrientes se mantienen por más tiempo en el suelo; • Son amigables con el medio ambiente porque sus ingredientes son naturales aumenta el contenido de materia orgánica del suelo

Fuente: Acevedo, *et al.*, (2005)

2.2 ANTECEDENTES

Ramírez *et al.* (2013) evaluó el efecto de la variedad, sistema de siembra y estado de madurez al corte sobre el rendimiento y composición química del forraje de avena, en condiciones de temporal (secano) en cinco localidades del noroeste del Estado de Chihuahua, México.

La cosecha se efectuó en tres etapas fenológicas: embuche (EMB), grano masoso (MAS) y madurez fisiológica del grano (MF). Se midió el rendimiento de materia seca (MS) en kg/ha, la composición química del heno (%), y se estimó la materia seca digestible (MSD, %) y la energía neta de lactancia (ENL, Mcal/kg).

A medida que la etapa de corte fue más cercana a MF el rendimiento de MS se incrementó linealmente (2 247, 3 120 y 4 475 kg/ha para EMB, MAS y MF, respectivamente). La proteína cruda promedio de las siete variedades disminuyó en seis unidades porcentuales (equivalente a 37%) al pasar de la etapa de EMB a la de MAS, y luego se incrementó media unidad porcentual (equivalente a 3%) al pasar de MAS a la etapa de MF.

La FDN resultó afectada por la interacción variedad x etapa de madurez al corte. En EMB las variedades 'Teporaca' y 'Cevamex' fueron las de menor contenido de FDN, mientras que en MAS y MF fueron 'Teporaca' y 'Karma'. Por su parte, la FDA mostró efecto de variedad y etapa de corte, y 'Karma' fue la variedad con menor contenido de FDA.

Según Acuña (2012) realizado el trabajo de investigación en condiciones edafoclimáticas de Yarowilca, tuvo como propósito comparar los abonos orgánicos aplicados a razón de 5 toneladas por hectárea en el rendimiento del cultivo de avena (*Avena sativa* L) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M", indica la mayor altura de plantas lo obtuvo el tratamiento T₄ (guano de isla) con 1,50 metros superando al testigo T₀ (Sin aplicación de nutrientes al suelo) quien ocupó el último lugar con 0,69 metros.

De mismo modo, el mayor número de macollos por metro cuadrado lo obtuvo el tratamiento T₄ (Guano de isla) con 383,32 macollos y el testigo T₀ (Sin aplicación de nutrientes al suelo) ocupó el último lugar con 278,07 macollos.

Así mismo, señala el rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos T₁ (gallinaza); T₂ (estiércol de ovino), T₃ (humus) y T₄ (guano de isla) resultaron con 36 319,44; 28 680,55; 22 569,44; 17 152, 78 y 13 263,89 kilos por hectárea respectivamente.

Valdez (2011) en la provincia de Marañón, Huánuco condujo un experimento en la fertilización orgánica (5 t/ha) e inorgánica (60-40-00) en el rendimiento del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M", los datos registrados fueron: días a la emergencia, altura de planta, macollamiento y rendimiento de forraje verde por hectárea.

El tratamiento T₃ (Humus) aplicados sobre el cultivo se logró una altura de 1,82 m y con 11,43 macollos por planta superando a los demás tratamientos para ambos casos.

También indica que existe efecto significativo de la fertilización orgánica en el rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos T₃ (Humus); T₄ (Guano de isla), T₂ (gallinaza) y T₁ (estiércol de ovino) reportaron rendimientos de 58 750, 48 750, 47 000 y 46 250 kilos por hectárea respectivamente; asimismo, la fertilización inorgánica, con la aplicación de NPK (60 – 40 - 00) (T₅) tiene efecto significativo en el rendimiento de forraje verde, al obtener promedio de 42 500 kg/ha.

García *et al.* (2010) reporta el efecto de los beneficios con el uso del producto MICORRIZA INIFAP^{MR}, para que los productores de avena, bajo condiciones de temporal en el estado de Chihuahua cuenten con información y material suficiente y puedan incrementar su productividad. Se hizo la Promoción del uso del Producto MICORRIZA-INIFAP^{MR} en el cultivo de avena bajo condiciones de secano en el estado de Chihuahua, México.

Los resultados obtenidos en rendimiento de avena (materia seca total) indican que la mayor producción se registró con el uso de fertilizantes químicos en general. Estadísticamente resultó lo mismo aplicar Micorriza INIFAP^{MR}, que *Azospirillum*, la combinación de *Azospirillum*, más Micorriza, o solo fertilizante químico.

Dentro de los valores más altos (6 107 Kg/ha), se cuantificó con el tratamiento donde se utilizó fertilizante químico, más Micorriza, registrándose estadísticamente iguales entre sí; seguido por el método fertilizante químico, más *Azospirillum*, con 6 350 Kg/ha, posteriormente el tratamiento de Fertilizantes químicos más Micorriza, más *Azospirillum*, con índices de redituabilidad de 2,01; 1,91 y 1,81 para los mismos sistemas, respectivamente.

Sin embargo, cuando no se utilizaron fertilizantes químicos, las plantas de avena tratadas con el producto Micorriza INIFAP^{MR}, superaron a la bacteria *Azospirillum* y a la mezcla de ambos con índices de redituabilidad de 2,04; 1,59 y 1,5 respectivamente.

Mosquera (2009) reporta el trabajo realizado sobre la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de avena (*Avena sativa* L) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M" en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, Marañón concluye que existe efecto significativo de la fertilización inorgánica NPK y la gallinaza en altura de planta 0,94 m y en producción de forraje verde con rendimientos de 15 759,93 kg/ha.

Mora *et al.* (2009) en los ciclo otoño-invierno 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008, en atención a las demandas de forrajes alternativos de los productores. El Módulo Regina fue propuesto por la SAGARPA como un predio para establecer parcelas demostrativas con la tecnología de producción en los cultivos de interés para los productores de la región, en avena forrajera, en condiciones de riego como de temporal, de acuerdo con las demandas de tecnología de los usuarios.

A continuación señala los resultados:

Cuadro 05. Características de plantas y producción de forrajes en el ciclo otoño-invierno 2006-2007

Cultivo	Altura (m)	Días a floración	Forraje verde (t/ha)	Materia seca (t/ha)
Avena Karma	1,43	88	63,7	18,6
Avena Obsidiana	1,51	88	57,0	17,0
Avena Cevamex	1,72	105	75,8	19,5

Fuente: Mora *et al.*, 2009.

Cuadro 06. Producción de avena forrajera. San Juan del Río, Querétaro. Ciclo otoño-invierno 2007-2008

Cultivo	Forraje verde t/ha	Materia seca t/ha	Forraje verde (t/ha)	Materia seca (t/ha)
Avena Chihuahua	46,2 (1)	14,5 (1)	51,1 (2)	14,4 (2)
Avena Cevamex	54,5 (1)	14,4 (1)	55,6 (2)	16,3 (2)

(1) Primer muestreo, (2) segundo muestre

Fuente: Mora *et al.*, 2009.

Cuadro 07. Calidad de avena forrajera en base seca evaluadas en el estado de Guanajuato en 2004.

Cultivo	Etapa	Proteína cruda %	Materia seca digerible %	Nutrientes digeribles %
Avena Chihuahua	Floración	16,92	63,7	59,7

Fuente: Mora et al., 2009.

El estudio realizado en Comarca, Langunera-México, por Trujano *et al.* (1999) consistió en incorporar abonos orgánico y químicos, así como la combinación de ambos para analizar el rendimiento y la calidad forrajera en el cultivo de avena.

Según su análisis la aplicación de lombriabono y estiércol de animales a razón de 9 t/ha, obtuvo un rendimiento de 8 336 con 6 t/ha 1 100 y 3 t/ha 1 700 Kg de MS/ha respectivamente.

La proteína cruda (PC) alcanzó mayor incremento cuando se aplicó 3 t/ha de abono orgánico con 13,59% existe una disminución de proteína cruda cuando se adiciona 6 y 9 t/ha. También reporta el promedio de fibra detergente neutro (FDN) que es de 58%.

Así mismo, reporta al adicionar abono orgánico con fertilizante químico, obtuvo un rendimiento de 7 248 Kg de MS/ha, con nivel bajo 3 t/ha 60-60-00 de 12,67% de PC, con dosis mayor 9 t/ha 180-60-00 de 13,46% PC. La FDN con nivel alto determinó 58,93% y a nivel menor de 58,11% de FDN.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, sobre la margen izquierda del río Huallaga, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

3.1.1 Ubicación Política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillcomarca
Localidad	:	Cayhuayna

3.1.2 Posición geográfica

Latitud Sur	:	08° 36' 17"
Longitud Oeste	:	77° 08' 40"
Altitud	:	1920 msnm.

3.1.3 Características agroecológicas

Según Holdridge el diagrama bioclimático para la clasificación de zonas de vida del Perú citado por INRENA (2000) el lugar donde se realizó el experimento se encuentra en la zona de vida natural con formación vegetal, monte espinoso - Pre montano Subtropical (mte – PS), la vegetación dominante es de tipo xerofítica y arbustiva, provincia de humedad semiárido, clima es templado cálido, la temperatura oscila de 18 a 24 °C. La precipitación media anual es de 381,80 mm y la humedad relativa mensual de 64,23%, siendo la mínima 38,42% y la máxima 90%.

El tiempo de brillo solar tiene 2 202,55 horas anuales, con promedio mensual de 183,55 horas y un promedio diario arriba de 6 horas, la evapotranspiración anual es de 1 677,20 mm y la velocidad del viento fluctúa entre 12 a 18 km/hora de leve a moderado. La textura de los suelos en esta área de influencia es franco arenoso y la topografía es plana, los cultivos que predominan son diversas especies de frutales y hortalizas.

3.2 TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Se estudió los efectos de microorganismos eficaces (EM) y bioabonos (Compost y Bocashi) de cuya interacción resultaron 18 tratamientos, considerando al control donde no se aplicaron abonos orgánicos.

Cuadro 08. Dosis de EM, Compost y Bocashi, utilizados en el experimento.

Clav	Tratamientos			Cantidad/ha			Cantidad/experimen			Cantidad/parcela		
	EM lt	C ton	B ton	EM lt	C kg	B kg	EM lt	C kg	B kg	EM lt	C kg	B kg
T ₁	1	-	-	10	-	-	0,021	-	-	0,007	-	-
T ₂	1	-	2	10	-	2000	0,021	-	4,20	0,007	-	1,40
T ₃	1	-	4	10	-	4000	0,021	-	8,40	0,007	-	2,80
T ₄	1	2	-	10	2000	-	0,021	4,20	-	0,007	1,40	-
T ₅	1	2	2	10	2000	2000	0,021	4,20	4,20	0,007	1,40	1,40
T ₆	1	2	4	10	2000	4000	0,021	4,20	8,40	0,007	1,40	2,80
T ₇	1	4	-	10	2000	-	0,021	8,40	-	0,007	2,80	-
T ₈	1	4	2	10	4000	2000	0,021	8,40	4,20	0,007	2,80	1,40
T ₉	1	4	4	10	4000	4000	0,021	8,40	8,40	0,007	2,80	2,80
T ₁₀	2	-	-	20	-	-	0,042	-	-	0,014	-	-
T ₁₁	2	-	2	20	-	2000	0,042	-	4,20	0,014	-	1,40
T ₁₂	2	-	4	20	-	4000	0,042	-	8,40	0,014	-	2,80
T ₁₃	2	2	-	20	2000	-	0,042	4,20	-	0,014	1,40	-
T ₁₄	2	2	2	20	2000	2000	0,042	4,20	4,20	0,014	1,40	1,40
T ₁₅	2	2	4	20	2000	4000	0,042	4,20	8,40	0,014	1,40	2,80
T ₁₆	2	4	-	20	4000	-	0,042	8,40	-	0,014	2,80	-
T ₁₇	2	4	2	20	4000	2000	0,042	8,40	4,20	0,014	2,80	1,40
T ₁₈	2	4	4	20	4000	4000	0,042	8,40	8,40	0,014	2,80	2,80

Fuente: Elaboración propia.

3.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.3.1 Diseño de la investigación

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con 18 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 7 metros cuadrado de forraje sembrado, haciendo un total de 54 unidades experimentales.

a) El modelo estadístico utilizado fue el correspondiente al diseño experimental. El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	=	Observación de la unidad experimental
u	=	Media general
T_i	=	Efecto del i – ésimo tratamiento
B_j	=	Efecto del j – ésimo repetición
E_{ij}	=	Error aleatorio

b) Esquema del análisis estadístico

Se utilizó el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia para determinar la significación estadística entre tratamientos y repeticiones, y para la comparación de los promedios la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia.

Cuadro 09. Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DBCA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio
Tratamientos	$t - 1$	$\sigma^2 + b \sum_{i=1}^t \frac{\tau^2}{t-1}$
Bloques	$b - 1$	$\sigma^2 + t \sum_{j=1}^b \frac{\beta^2}{b-1}$
Error experimental	$(t - 1) (b - 1)$	σ^2
TOTAL	$tb - 1$	

Fuente: Eyzaguirre (2010).

Características del campo experimental

Campo experimental

Longitud del campo experimental	:	38,00 m
Ancho del campo experimental	:	14,50 m
Área total del campo experimental (65 m x 10 m)	:	551,00 m ²
Área de calles y caminos (551 m ² – 378 m ²)	:	252,00 m ²

Característica de los bloques

Número de bloques	:	3
Tratamiento por bloque	:	18
Longitud del bloque	:	36,00 m
Ancho de bloque	:	3,50 m
Área total del bloque	:	126,00 m ²
Ancho de las calles	:	1,00 m

Características de la parcela experimental

Longitud de la parcela	:	2,00 m
Ancho de la parcela	:	3,50 m
Área total de la parcela (2,00 m x 3,00 m)	:	7,00 m ²
Área neta de parcela (1,00 m x 1,00 m)	:	1,00 m ²

Características de los surcos

Longitud de surcos	:	2 m
Distanciamiento entre surcos	:	0,35 m
Distanciamiento entre plantas	:	0,20 m

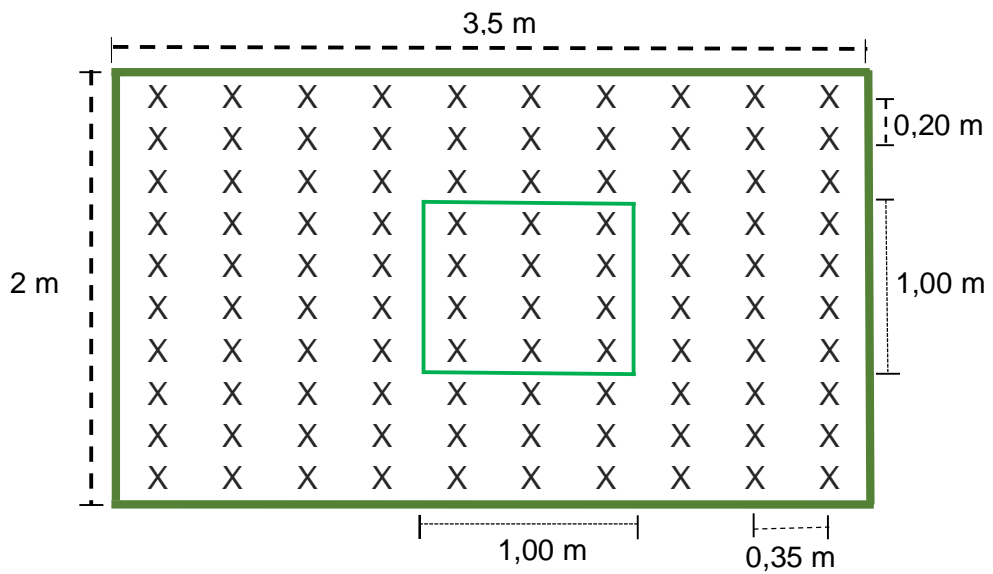


Figura 01. Detalle de la parcela experimental

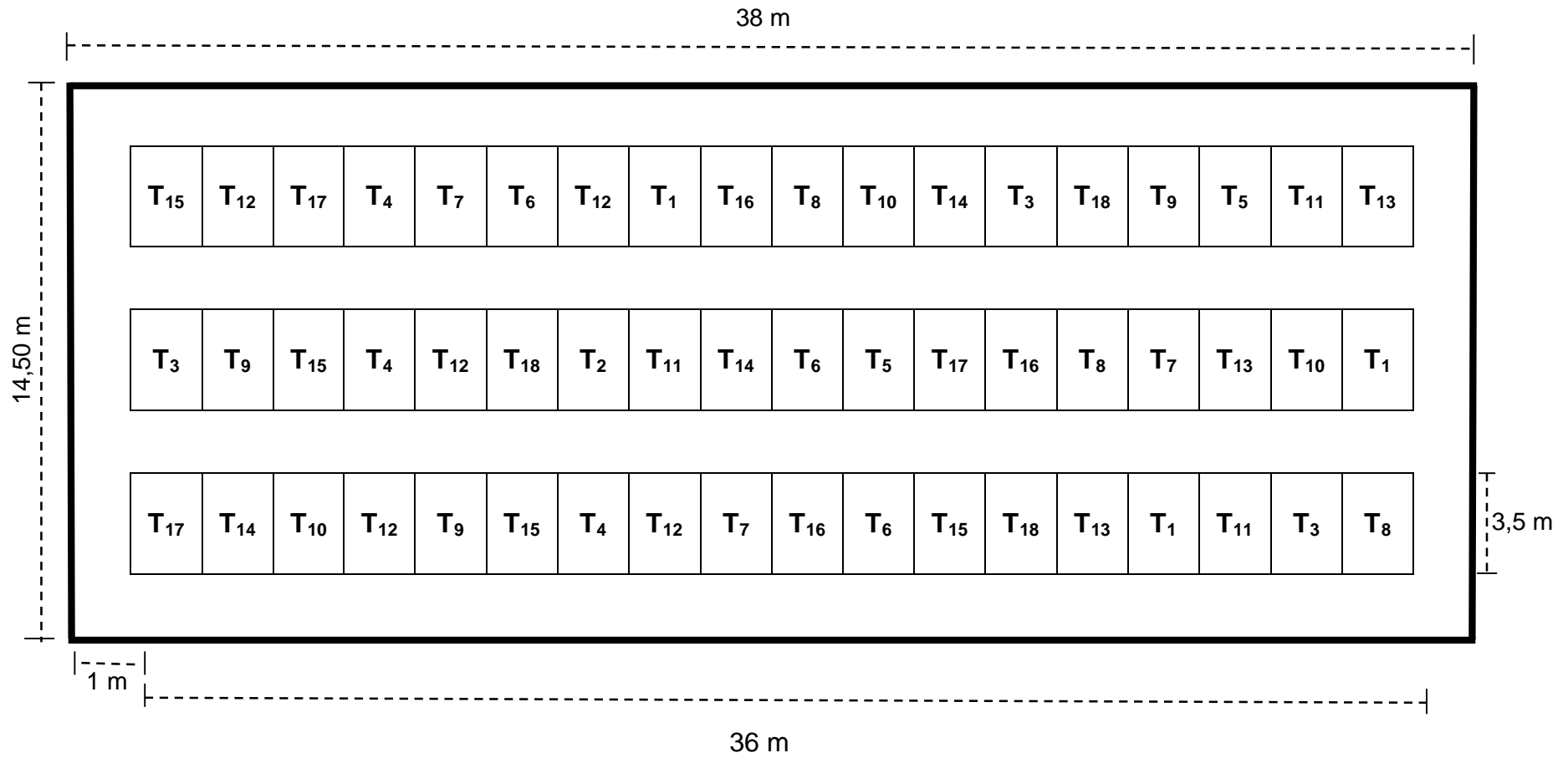


Figura 02. Croquis del campo experimenta

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados, utilizando Microsoft Office Word, Excel y IBM SPSS Statistics Editor de datos, de acuerdo al diseño de investigación propuesto.

Los resultados expresados en promedios, se presentan en cuadros y figuras, interpretados estadísticamente utilizando la técnica estadística del Análisis de Varianza (ANVA), a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, los que son iguales se denota (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios de los tratamientos, se usó la prueba de Rangos Estudiantizados Mínimos Significativos de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de nivel de confianza.

4.1 NÚMERO DE MACOLLOS POR PLANTA

Los resultados se indican en el anexo 01, donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para número de macollos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	2,140	1,070	0,742 ^{ns}	3,28	5,29
Tratamientos	17	93,324	5,490	3,807 ^{**}	1,93	2,55
Error experimental	34	49,033	1,442			
Total	53	144,497				

$$\bar{Sx} = 0,69$$

$$CV = 15,42\%$$

Los resultados respecto al número de macollos por planta, indican que existe alta significación estadística para tratamientos y no significativo para bloques. El coeficiente de variabilidad es 15,42% y la desviación estándar 0,69.

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan para número de macollos por planta

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T ₁₅	11,867	a	a
2	T ₁₁	9,267	b	a b
3	T ₁₃	9,200	b	a b
4	T ₁₄	8,567	b c	b
5	T ₈	8,433	b c	b
6	T ₂	8,433	b c	b
7	T ₁₇	7,700	b c	b c
8	T ₉	7,500	b c	b c
9	T ₆	7,500	b c	b c
10	T ₅	7,467	b c	b c
11	T ₇	7,200	b c	b c
12	T ₁₀	7,167	b c	b c
13	T ₃	7,033	b c	b c
14	T ₁	6,733	c	c
15	T ₄	6,667	c	c
16	T ₁₂	6,600	c	c
17	T ₁₈	6,500	c	c
18	T ₁₆	6,433	c	c

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del análisis de varianza donde el tratamiento T₁₅ (2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi) es el mejor a los demás tratamientos en ambos niveles de significación, mientras el tratamiento T₁₆ (2 litros de EM, 4 toneladas de compost y sin aplicación de bocashi) se ubica en el último lugar con menor número de macollos por planta.

El mayor número de macollos por planta lo obtuvo el tratamiento T₁₅ con 11,867 macollos y el testigo T₁ (sin aplicación de bioabonos al suelo solo 1 litro de EM) y el a T₁₀ (sin aplicación de bioabonos y 2 litros de EM a la parte foliar mostraron con promedio de 6,733 y 7,167 macollos respectivamente.

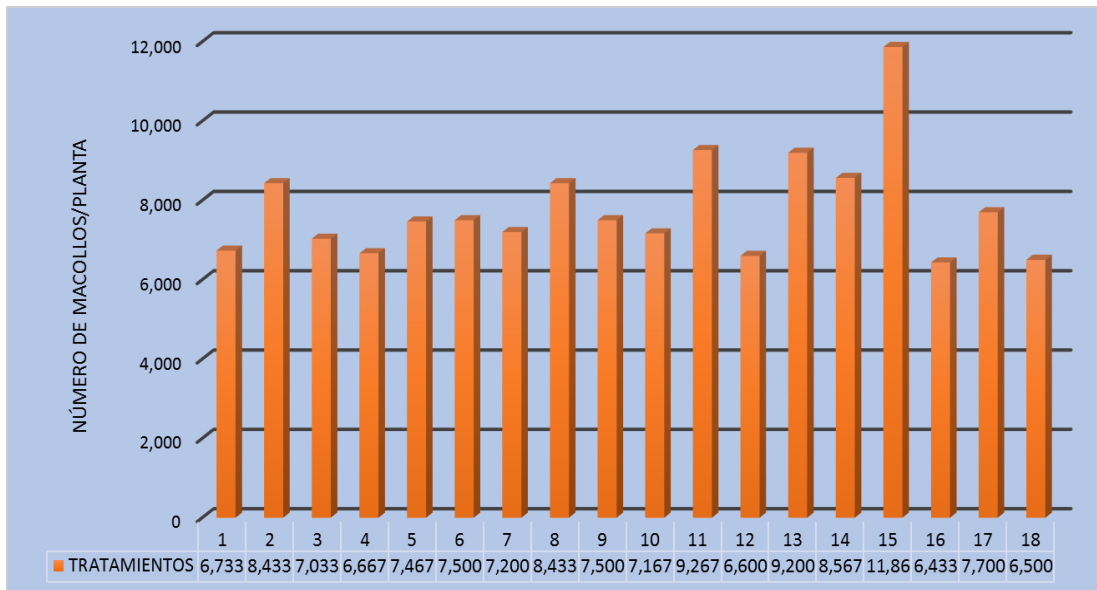


Figura 03. Número de macollos/planta

4.2 ALTURA DE PLANTAS

Los resultados se indican en el Anexo N° 02, donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro N° 12. Análisis de varianza para altura de plantas

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,023	0,120	1,385 ^{ns}	3,28	5,29
Tratamientos	17	0,833	0,049	5,791 ^{**}	1,93	2,55
Error experimental	34	0,288	0,008			
Total	53	1,144				

$$S\bar{x} = 0,05$$

$$CV = 9,57\%$$

Los resultados respecto a la altura de plantas indican que no existe significación estadística para bloques y altamente significativo para tratamientos. La desviación estándar es de 0,05 y el coeficiente de variabilidad de 9,57%.

Cuadro 13. Prueba de significación de Duncan para altura de plantas

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T ₁₇	1,233	a	a
2	T ₁₄	1,133	a b	a b
3	T ₂	1,067	b c	a b c
4	T ₁₅	1,050	b c d	a b c
5	T ₉	1,033	b c d e	a b c
6	T ₁₁	0,957	c d e f	b c d
7	T ₁₀	0,953	c d e f	b c d
8	T ₃	0,943	c d e f g	b c d
9	T ₆	0,933	c d e f g	b c d
10	T ₄	0,877	d e f g h	c d
11	T ₈	0,873	d e f g h	c d
12	T ₅	0,873	d e f g h	c d
13	T ₁₆	0,860	e f g h	c d
14	T ₁₈	0,847	f g h	c d
15	T ₇	0,847	f g h	c d
16	T ₁₂	0,837	f g h	c d
17	T ₁₃	0,767	g h	c d
18	T ₁	0,740	h	d

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T₁₇ (2 litros de EM, 4 toneladas de compost y 2 toneladas de bocashi) y el T₁₄ (2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 2 toneladas de bocashi) se comportaron similares al 5% de significación, y al 1% los tratamientos OM T₁₇, T₁₄, T₂, T₁₅ y T₉ mostraron análogos superan estadísticamente a los demás.

Sin embargo, la mayor altura de plantas lo obtuvo el tratamiento T₁₇ con 1,233 metros superando al tratamiento control T₁₀ (sin aplicación de bioabonos al suelo) y el T₁ quien ocupó el último lugar con 0,740 metros.

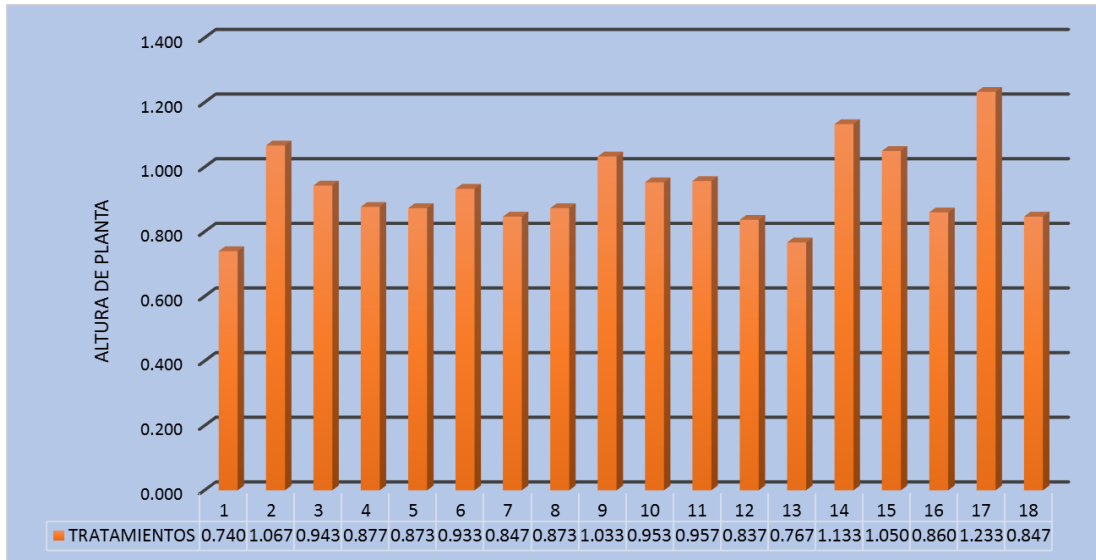


Figura 04. Altura de plantas

4.3 PESO DE FORRAJE POR AREA NETA EXPERIMENTAL

Los resultados se indican en el anexo 03 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 14. Análisis de varianza para peso de forraje verde por área neta experimental

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,020	0,010	0,267 ^{ns}	3,28	5,29
Tratamientos	17	7,568	0,445	11,764 ^{**}	1,93	2,55
Error experimental	34	1,287	0,038			
Total	53	8,875				

$S\bar{X} = 0,113$

CV = 5,579%

Los resultados respecto a peso de forraje, indican que no existe significación estadística para bloques y alta significación en tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 5,579% y la desviación estándar 0,113.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan para peso de forraje por área neta experimental

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T ₁₅	4,483	a	a
2	T ₆	3,900	b	b
3	T ₁₁	3,867	b	b
4	T ₃	3,843	b	b c
5	T ₂	3,783	b c	b c
6	T ₁₀	3,617	b c d	b c d
7	T ₉	3,600	b c d	b c d
8	T ₅	3,600	b c d	b c d
9	T ₈	3,467	c d e	b c d e
10	T ₁₄	3,450	c d e f	b c d e
11	T ₁₇	3,350	d e f g	c d e
12	T ₄	3,350	d e f g	c d e
13	T ₁₈	3,165	e f g	d e
14	T ₁₃	3,133	e f g	d e
15	T ₇	3,087	f g	e
16	T ₁₂	3,083	f g	e
17	T ₁	3,083	f g	e
18	T ₁₆	3,033	g	e

El mayor peso de la prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del análisis de varianza donde el tratamiento T₁₅ (2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi) supera estadísticamente a los demás tratamientos en ambos niveles de significación, mientras el tratamiento T₁₆ (2 litros de EM, 4 toneladas de compost y sin aplicación de bocashi) se ubica en el último lugar con menor peso de forraje verde evaluadas en área neta experimental.

El mayor peso de forraje verde lo obtuvo el tratamiento T₁₅ con 4,483 kilos y el tratamiento T₁₆ ocupó el último lugar con 3,033 kilos en área de 1,00 m².

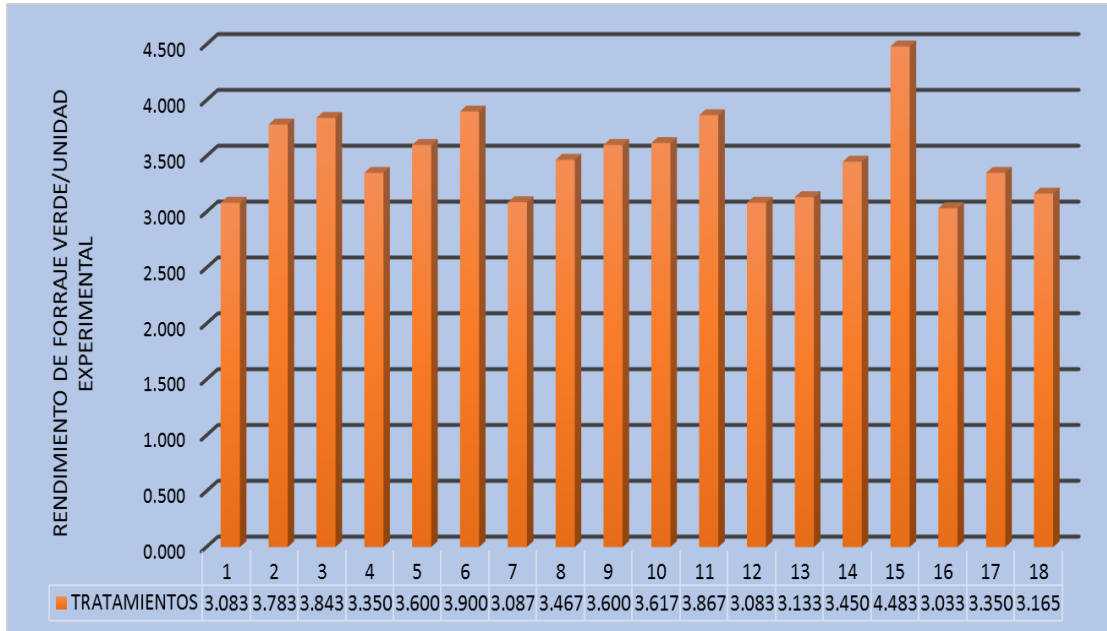


Figura 05. Peso de forraje verde del área neta experimental

4.4 RENDIMIENTO POR HECTÁREA

Los resultados se indican en el anexo 04 donde se presentan los promedios obtenidos, y a continuación el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 16. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	2027500,00	1013750,00	0,268 ^{ns}	3,28	5,29
Tratamientos	17	757100416,67	44535318,63	11,766 ^{**}	1,93	2,55
Error	34	128690833,33	3785024,51			
Total	53	887818750,00				

$S\bar{X} = 1\ 123,24$

CV = 5,568%

Los resultados respecto a peso de forraje por hectárea, reportan que existen una alta significación estadística para tratamientos comparada al 5 y 1% de significación, entre los bloques no mostraron significación. El coeficiente de variabilidad es 5,568% y la desviación estándar (Sx) 1 123,24.

Cuadro 17. Prueba de significación de Duncan para rendimiento de forraje por hectárea.

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T ₁₅	44 833	a	a
2	T ₆	39 000	b	b
3	T ₁₁	38 667	b	b
4	T ₃	38 433	b	b c
5	T ₂	37 833	b c	b c
6	T ₁₀	36 167	b c d	b c d
7	T ₉	36 000	b c d	b c d
8	T ₅	36 000	b c d	b c d
9	T ₈	34 667	c d e	b c d e
10	T ₁₄	34 500	c d e f	b c d e
11	T ₁₇	33 500	d e f g	c d e
12	T ₄	33 500	d e f g	c d e
13	T ₁₈	31 650	e f g	d e
14	T ₁₃	31 333	e f g	d e
15	T ₇	30 867	f g	e
16	T ₁₂	30 833	f g	e
17	T ₁	30 833	f g	e
18	T ₁₆	30 333	g	e

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del análisis de varianza donde el tratamiento T₁₅ superó estadísticamente a todos los tratamientos, ubicándose en el primer lugar según orden de mérito comparado en ambos niveles de significación.

El mayor rendimiento de forraje alcanzó el tratamiento T₁₅ con 44 833 kilos y ocupó el último lugar el tratamiento T₁₆ con 30 333 kilos.

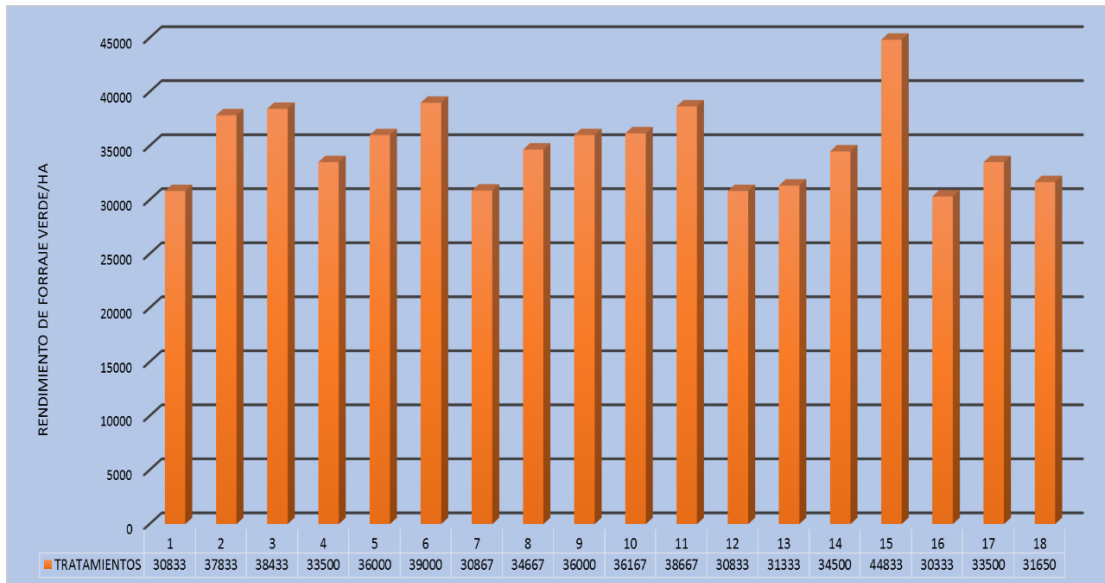


Figura 06. Rendimiento de forraje verde por hectárea

4.5 PORCENTAJE DE MATERIA SECA

Los resultados se indican en el anexo 05, donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 18. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	2	6,147	3,074	1,335 ^{ns}	3,28	5,29
Tratamientos	17	279,804	16,459	7,151 ^{**}	1,93	2,55
Error experimental	34	78,253	2,302			
Total	53	364,204				

$$S_{\bar{X}} = 0,876$$

$$CV = 6,834\%$$

Los resultados respecto al porcentaje de materia seca, indican que existe alta significación estadística para tratamientos y no significativo para bloques. El coeficiente de variabilidad es 6,834% y la desviación estándar 0,876.

Cuadro 19. Prueba de significación de Duncan para % de materia seca.

OM	Tratamientos	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T ₁₈	29,767	a	a
2	T ₁₀	24,433	b	b
3	T ₁₇	24,233	b	b
4	T ₁₃	23,933	b c	b
5	T ₉	22,833	b c d	b c
6	T ₅	22,567	b c d	b c
7	T ₃	22,433	b c d	b c
8	T ₇	22,100	b c d e	b c
9	T ₁₄	21,533	b c d e	b c
10	T ₁₅	21,267	c d e	b c
11	T ₁₆	20,967	d e	b c
12	T ₂	20,933	d e	b c
13	T ₁₁	20,900	d e	b c
14	T ₁	20,900	d e	b c
15	T ₁₂	20,667	d e	b c
16	T ₈	20,633	d e	b c
17	T ₆	20,633	d e	b c
18	T ₄	19,333	e	c

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del análisis de varianza donde el tratamiento T₁₈ (2 litros de EM, 4 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi) se ubica en el primer orden de mérito, superando estadísticamente a los demás tratamientos evaluadas al 5 y 1% de significación y el tratamiento T₄ (1 litro de EM, 2 toneladas de compost y sin aplicación de bocashi) mostro el menor porcentaje de materia seca, ubicándose en el décimo octavo lugar.

El mayor porcentaje de materia seca se logró con el tratamiento T₁₈ con 29,767% y el tratamiento T₄ ocupó el último lugar con 19,333%.

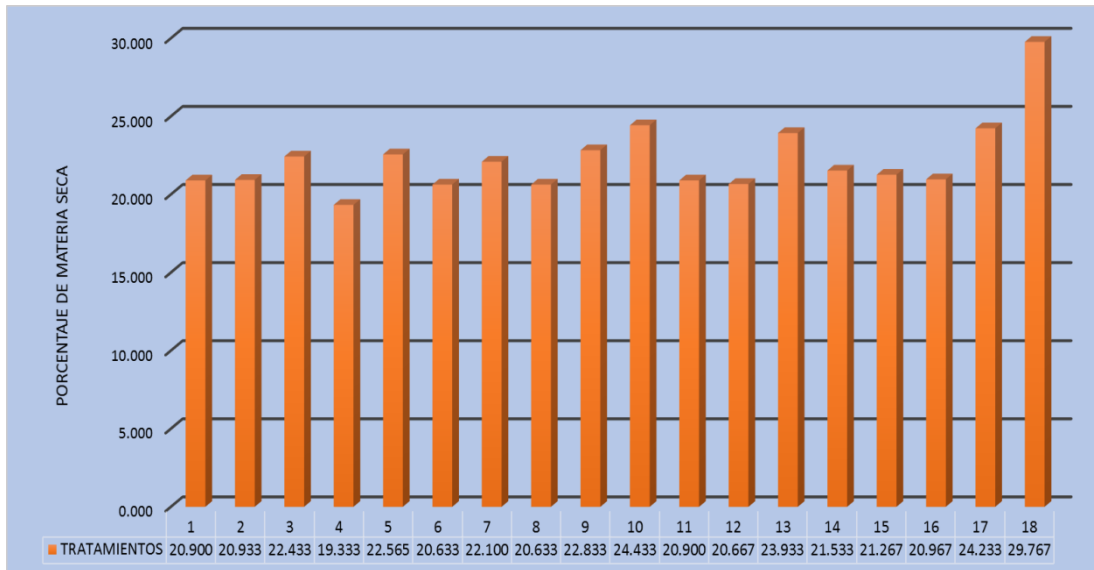


Figura07. Porcentaje de materia seca

4.6 PORCENTAJE DE PROTEINA TOTAL

Se realizó un análisis bioquímico de los tratamientos en estudio conducidos en el experimento, con el fin de identificar la riqueza en proteína en cada una de ellas obteniendo la siguiente tabla de resultados (anexo 06):

a) El % de proteína total más alto lo obtuvo el tratamiento T₁₃, con 13,56% que corresponde a 2 litros de EM, 2 toneladas de compost y sin aplicación de abono orgánico tipo bocashi.

b) El porcentaje más bajo de proteína dentro de su composición lo registro el tratamiento T₁₈ con 8,90%, que corresponde al tratamiento con 2 litros de EM, 4 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi).

V. DISCUSIÓN

5.1 NÚMERO DE MACOLLOS POR PLANTA Y/O METRO CUADRADO

El tratamiento T₁₅ (2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi) fue el que alcanzó el mayor promedio con 11,867 macollos por planta (169,53/m²), notándose el efecto de los abonos orgánicos y los microorganismos eficaces.

El resultado obtenido es ligeramente superior a lo reportado por Valdez (2011) quien reporto 11,43 macollos por planta, utilizando humus. En cambio Acuña (2012) utilizando guano de isla a razón de 5 toneladas/ha obtuvo 383,32 macollos/m² superior a lo reportado en la investigación.

5.2 ALTURA DE PLANTAS

En una investigación realizada y en otros países los datos obtenidos superó aplicando diferentes tipos de abonos orgánicos, así tenemos Acuña (2012) alcanzó 1,50 m de altura de planta utilizando guano de isla, Valdez (2011) aplicados a razón de 5 t/ha de humus logro de obtener 1,82 m.

En cambio nuestro resultado es superior a Mosquera (2009) donde aplicó fertilización inorgánica y gallinaza con 0,94 m de altura.

5.3 PESO DE FORRAJE POR AREA NETA

El mayor peso obtenido es con el tratamiento T₁₅ (2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi) con 4,483 kg/área neta experimental, demostrando que los abonos orgánicos y microorganismos

eficaces son muy importante en el incremento y variación del peso verde de la avena.

5.4 RENDIMIENTO POR HECTÁREA

El resultados obtenido en rendimiento de forraje verde/ha fue con el tratamiento T₁₅ con peso 44 833 kg/ha; siendo este valor superior reportado por Acuña (2012) quien obtuvo con la aplicación de gallinaza 36 319 kg/ha y Mosquera (2009) utilizando como tratamiento fertilización inorgánica y gallinaza alcanzó un rendimiento de 15 779 kg/ha, en cambio Valdez (2011) superó con la aplicación de humus con 58 750 kg/ha.

5.5 PORCENTAJE MATERIA SECA

El porcentaje de materia seca del T₁₅ corresponde a 21,267% con la aplicación de 2 litros de EM, 2 toneladas de compost y 4 toneladas de bocashi, lo que corresponde a un rendimiento de forraje seco de 9 534,63 kg/ha, siendo superior a lo reportado por Ramírez *et al.* (2013) en diferente estado de producción como, grano lechoso con 3 120 kg y Trujano *et al.* (1999) quien utilizaron lombriabono y estiércoles de animales a razón de 9 t/ha obteniendo 8 336 kg de FS/ha.

5.6 PORCENTAJE DE PROTEINA TOTAL

Con el tratamiento T₁₃ 2 litros de EM y 2 toneladas de compost se obtuvo 13,56% de proteína, cuyo valor es similar a Trujano *et al.* (1999) al incorporar lombriabonos y estiércol de animales a razón de 3 t/ha logró 13,59 % de proteína total

VI. CONCLUSIONES

1. Del total de 18 tratamientos en estudio, con el tratamiento (T₁₅) se obtuvo en promedio de 11,867 macollos por planta.
2. Con el tratamiento (T₁₇) se alcanzó la mayor altura que corresponde a 1,23 m.
3. Existe efecto significativo de la fertilización orgánica y aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de forraje verde, al obtener el rendimiento con el tratamiento (T₁₅) 44 833 kilos FV y 9 534,63 kg FS/hectárea.
4. Realizado el análisis de variable porcentaje de proteína total, con el tratamiento (T₁₃), se obtuvo 13.56% de proteína total, que es un indicador en el contenido del valor nutricional del forraje.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar 2 litros de EM activado cada 14 días como abono foliar e incorporar 2 toneladas de compost con EM y 4 toneladas de bocashi para obtener los más altos rendimientos de avena forrajera.
2. Se recomienda aplicar 2 litros de EM cada 14 días como abono foliar e incorporar 2 toneladas de compost con EM, por haber alcanzado el mayor valor nutritivo en proteína.
3. Continuar con trabajos de investigaciones en abonamiento orgánico para obtener los mejores rendimientos y calidad por hectárea en forraje verde, en otras condiciones agroecológicas del valle de Huánuco, con bajos costos de producción y conservando el medio ambiente.

VIII. LITERATURA CITADA

Acevedo Rodríguez, GH; Ángel Álvarez, M; Meléndez García, FA. 2005. Ganadería Intensiva. 3ra Edición. Ángel Agro. Bogotá, Colombia.

Acuña Sifuentes, CM. 2012. Los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de avena (*Avena sativa* L.) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M" en condiciones edafoclimáticas de Yarowilca. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. UNHEVAL Huánuco, Perú. 65 p.

Alvear, C; Torres X; Mejía, M. 2004. Manual de agricultura alternativa. 1ra ed. San Pablo, Bogotá. 32-41 p.

Arias, R. 2008. Introducción a las ciencias agrarias: el cultivo de avena. Temuco, Mexico.

Cano, MA. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma spp* y *Seudomonas spp* (en línea). Consultado 25 junio 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

Corbella, R; Fernández de Ullivarri, J. 2016. Materia orgánica del suelo. Cátedra de Edafología Facultad de Agronomía y Zootecnia Universidad Nacional de Tucumán (en línea). Consultado 12 mayo 2016. Disponible en <http://www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/Materia%20Organica%20del%20Suelo.pdf>

EEAITAJ (Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón). 2016. Microorganismos eficaces (en línea).

Consultado 23 de mayo 2016. Disponible en http://www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf

Estrada Navarro, EA. 2010. Manual elaboración de abonos orgánicos sólidos, tipo compost. 1ra ed. ICTA-CIAL. Quetzaltenango, Guatemala. 25 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CH). 2001. Manual técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para la América Latina. Santiago, Chile. 68 p.

García Hernández, JL; Salazar Sosa, E; Orona Castillo, I; Fortis Hernández, M; Trejo Escareño, HI. 2010. Agricultura orgánica, tercera parte. 1ra ed. FAZ-UJED, ITT, UABC, COCYTED. Durango, México. 83-90

García, AA. 2007. Manual de producción de paquete tecnológico de avena (*Avena sativa*). Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, México. Col. Humboldt.

Gelvez, D. 2009. Cereales. 3ra ed. Bogotá, Colombia. Prentex. 345 p.

Gómez, D; Vásquez, M. 2011. Abonos orgánicos. Programa PYMERURAL y PRONAGRO. Tegucigalpa, Honduras. 27 p.

Guerrero Lázaro, JM. 2012. Asistencia Técnica dirigida en análisis de suelos y fertilización en el cultivo de avena forrajera: Guía técnica. UNALM-Agrobanco. Puno, Perú. 30 p.

Gutiérrez Rondón, M; Morales Padilla, V; Salazar Bueno, C; Villavicencio Meza, W. 2010. Propiedades del compost (en línea). Consultado 10 de junio 2016. Disponible en <http://compostucv.blogspot.pe/2010/12/propiedades-del-compost.html>

Higa, T; Parr, JF. 1994. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible (en línea). Consultado 04 jun. 2016. Disponible en http://fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf

INFOAGRO (Información Técnica Agrícola, ES). 2004. El compostaje (en línea). Consultado 01 de junio. 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp>

INFOAGRO (Información Técnica Agrícola, ME). 2016. El cultivo de avena (en línea). Consultado 27 feb. 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agrícola, PE). 2011. Implantación y manejo de pasturas. Lima, Perú.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales:PE). 2000. Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura. 220 p.

Meléndez, G. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica. Centro de Investigación Agronómica. Taller de abonos orgánicos. CATIE-CANIAN. Universidad de Costa Rica. 25 p.

Mora Gutiérrez, M. 2009. Evaluación de especies forrajeras: Módulo demostrativo y de transferencia de tecnología REGINA. Centro de Investigación Regional Centro INIFAP-Querétaro (en línea). Consultado 08 de julio 2016.

Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/folleto%20 evaluacion%20de %20especies%20forrejas%20qro.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/folleto%20evaluacion%20de%20especies%20forrejas%20qro.pdf)

Mosquera, FO. 2009. La fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de avena (*Avena sativa* L.) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M" en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, Marañón. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. UNHEVAL Huánuco, Perú. 80 p.

Moya, JC. 2012. Cómo hacer microorganismos eficientes. Hoja Div. N° 4 Ministerio de Agricultura y Ganadería - Dirección Regional Central Occidental. Costa Rica.

Noli, C; Nestares, A; Coronel, J. 2015. La avena forrajera INIA 901 – Mantaro 15 M, alternativa de alimentación para época de estiaje para la ganadería en la sierra del Perú (en línea). Consultado 17 de abril 2016. Disponible en http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/09/pub_p377_p ub.pdf

Okumoto, S. 2003. Uso de inoculante microbiano para la elaboración de abono orgánico. Universidad EARTH. Taller de abonos orgánicos. Costa Rica. 10 p.

Ordoñez Quinteros, V. 2012. Manual de elaboración de abonos orgánicos: Proyecto (en línea). Consultado 05 de abril 2016. Disponible en <http://www.fondoitaloperuano.org/wp-content/uploads/2012/01/Manual-de-elaboracion%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf>

Ortega Sojos, PL. 2012. Producción de bocashi sólido y líquido. Universidad de Cuenca (en línea). Consultado 02 de junio 2016. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

Picado, J; Añasco, A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José, CR, CEDECO. 66 p.

Ramírez Ordóñez, S; Domínguez Díaz, D; Salmerón Zamora, JJ; Villalobos Villalobos, G; Ortega Gutiérrez, JA. 2013. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. Chapingo, Estado de México (en línea). Consultado 10 de julio 2016. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000400005

Restrepo, JM; Gómez, J; Escobar, R. 2014. Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura. FIDAR – CIAT. Grafitextos, Cali, Colombia. 21 p.

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, ME). 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (en línea). SAGARPA, México. Consultado 14 nov. 2015. Disponible en <https://www.sagarpa.gob.mx>.

Squella N, F; Ormeño N, J. 2016. La avena como cultivo forrajero (en línea). INIA Rayentua y INIA La Platina. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34674.pdf>

Trinidad Santos, A. 2016. Abonos orgánicos (en línea). Consultado 24 de mayo 2016. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>

Trujano San Luis, D; González Palma, A; Jaimes Jaimes, J; Cueto Wong, JA; Hernández Salgado, JR. 1999. Evaluación de fertilizantes sobre la avena forrajera. Comarca, Langunera-México. 73-82

UNAVARRA (Universidad Pública de Navarra, ES). 2011. Forrajes hidropónicos (en línea). Consultado 12 de marzo del 2011. Disponible en http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/Aven_sati_p.htm.

Valdez Pimental, ER. 2011. Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) variedad "INIA 901 – Mantaro 15 M" en condiciones agroecológicas de Quillabamba, Marañón. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias. UNHEVAL Huánuco, Perú. 65 p.

Watson, L. 2011. Avena forrajera. New Yourk

Wiersema, J. 2007. Germoplasm Resources Information. Boston: TRIPOD.

ANEXO

Anexo 01. Evaluación número de macollos por planta

CLAVE	TRATAMIENTOS			BLOQUES			ΣY_i	\bar{X}
	EM (lt)	Compost (tm)	Bocashi (tm)	I	II	III		
T ₁	1	-	-	6,1	6,7	7,4	20,2	6,733
T ₂	1	-	2	8,1	9,1	8,1	25,3	8,433
T ₃	1	-	4	6,7	8,8	5,6	21,1	7,033
T ₄	1	2	-	7,8	5,8	6,4	20,0	6,667
T ₅	1	2	2	7,3	6,8	8,3	22,4	7,467
T ₆	1	2	4	7,8	8,1	6,6	22,5	7,500
T ₇	1	4	-	8,8	6,0	6,8	21,6	7,200
T ₈	1	4	2	9,4	8,0	7,9	25,3	8,433
T ₉	1	4	4	6,8	8,4	7,3	22,5	7,500
T ₁₀	2	-	-	5,7	7,0	8,8	21,5	7,167
T ₁₁	2	-	2	9,0	10,2	8,6	27,8	9,267
T ₁₂	2	-	4	6,1	4,9	8,8	19,8	6,600
T ₁₃	2	2	-	10,3	9,9	7,4	27,6	9,200
T ₁₄	2	2	2	7,2	9,4	9,1	25,7	8,567
T ₁₅	2	2	4	12,4	13,0	10,2	35,6	11,867
T ₁₆	2	4	-	7,7	5,7	5,9	19,3	6,433
T ₁₇	2	4	2	8,6	8,3	6,2	23,1	7,700
T ₁₈	2	4	4	6,9	6,8	5,8	19,5	6,500

Anexo 02. Evaluación altura de planta

CLAVE	TRATAMIENTOS			BLOQUES			ΣY_i	\bar{X}
	EM (lt)	Compost (tm)	Bocashi (tm)	I	II	III		
T ₁	1	-	-	0,72	0,70	0,80	2,22	0,740
T ₂	1	-	2	1,10	0,95	1,15	3,20	1,067
T ₃	1	-	4	0,86	1,10	0,87	2,83	0,943
T ₄	1	2	-	0,82	0,94	0,87	2,63	0,877
T ₅	1	2	2	0,86	0,86	0,90	2,62	0,873
T ₆	1	2	4	0,95	1,00	0,85	2,80	0,933
T ₇	1	4	-	0,80	0,86	0,88	2,54	0,847
T ₈	1	4	2	0,83	0,82	0,97	2,62	0,873
T ₉	1	4	4	0,95	1,00	1,15	3,10	1,033
T ₁₀	2	-	-	0,96	0,90	1,00	2,86	0,953
T ₁₁	2	-	2	0,90	1,10	0,87	2,87	0,957
T ₁₂	2	-	4	0,78	0,80	0,93	2,51	0,837
T ₁₃	2	2	-	0,73	0,81	0,76	2,30	0,767
T ₁₄	2	2	2	1,00	1,10	1,30	3,40	1,133
T ₁₅	2	2	4	1,10	1,10	0,95	3,15	1,050
T ₁₆	2	4	-	0,95	0,86	0,77	2,58	0,860
T ₁₇	2	4	2	1,20	1,10	1,40	3,70	1,233
T ₁₈	2	4	4	0,81	0,93	0,80	2,540	0,847

Anexo 03. Evaluación peso de forraje por área neta experimental

CLAVE	TRATAMIENTOS			BLOQUES			$\Sigma Yi.$	\bar{X}
	EM (lt)	Compost (tm)	Bbocashi (tm)	I	II	III		
T ₁	1	-	-	3,150	3,000	3,100	9,250	3,083
T ₂	1	-	2	3,750	4,000	3,600	11,350	3,783
T ₃	1	-	4	3,650	3,700	4,180	11,530	3,843
T ₄	1	2	-	3,450	3,350	3,250	10,050	3,350
T ₅	1	2	2	3,800	3,600	3,400	10,800	3,600
T ₆	1	2	4	4,000	3,900	3,800	11,700	3,900
T ₇	1	4	-	3,000	3,260	3,000	9,260	3,087
T ₈	1	4	2	3,400	3,350	3,650	10,400	3,467
T ₉	1	4	4	3,700	3,750	3,350	10,800	3,600
T ₁₀	2	-	-	3,700	3,950	3,200	10,850	3,617
T ₁₁	2	-	2	3,800	3,650	4,150	11,600	3,867
T ₁₂	2	-	4	2,950	3,000	3,300	9,250	3,083
T ₁₃	2	2	-	2,950	3,300	3,150	9,400	3,133
T ₁₄	2	2	2	3,400	3,650	3,300	10,350	3,450
T ₁₅	2	2	4	4,400	4,500	4,550	13,450	4,483
T ₁₆	2	4	-	3,000	2,950	3,150	9,100	3,033
T ₁₇	2	4	2	3,300	3,200	3,550	10,050	3,350
T ₁₈	2	4	4	3,120	3,250	3,125	9,495	3,165

Anexo 04. Evaluación rendimiento de forraje por hectárea

CLAVE	TRATAMIENTOS			BLOQUES			$\Sigma Yi.$	\bar{X}
	EM lt	C tm	B tm	I	II	III		
T ₁	1	-	-	31 500	30 000	31 000	92 500	30 833
T ₂	1	-	2	37 500	40 000	36 000	113 500	37 833
T ₃	1	-	4	36 500	37 000	41 800	115 300	38 433
T ₄	1	2	-	34 500	33 500	32 500	100 500	33 500
T ₅	1	2	2	38 000	36 000	34 000	108 000	36 000
T ₆	1	2	4	40 000	39 000	38 000	117 000	39 000
T ₇	1	4	-	30 000	32 600	30 000	92 600	30 867
T ₈	1	4	2	34 000	33 500	36 500	104 000	34 667
T ₉	1	4	4	37 000	37 500	33 500	108 000	36 000
T ₁₀	2	-	-	37 000	39 500	32 000	108 500	36 167
T ₁₁	2	-	2	38 000	36 500	41 500	116 000	38 667
T ₁₂	2	-	4	29 500	30 000	33 000	92 500	30 833
T ₁₃	2	2	-	29 500	33 000	31 500	94 000	31 333
T ₁₄	2	2	2	34 000	36 500	33 000	103 500	34 500
T ₁₅	2	2	4	44 000	45 000	45 500	134 500	44 833
T ₁₆	2	4	-	30 000	29 500	31 500	91 000	30 333
T ₁₇	2	4	2	33 000	32 000	35 500	100 500	33 500
T ₁₈	2	4	4	31 200	32 500	31 250	94 950	31 650

Anexo 05. Evaluación porcentaje de materia seca

CLAVE	TRATAMIENTOS			BLOQUES			ΣYi.	\bar{X}
	EM (lt)	Compost (tm)	Bocashi (tm)	I	II	III		
T ₁	1	-	-	18,3	22,6	21,8	62,7	20,900
T ₂	1	-	2	21,9	18,6	22,3	62,8	20,933
T ₃	1	-	4	21,0	24,1	22,2	67,3	22,433
T ₄	1	2	-	18,1	19,0	20,9	58,0	19,333
T ₅	1	2	2	24,0	19,4	24,3	67,7	22,567
T ₆	1	2	4	20,4	19,7	21,8	61,9	20,633
T ₇	1	4	-	20,4	23,3	22,6	66,3	22,100
T ₈	1	4	2	19,1	21,1	21,7	61,9	20,633
T ₉	1	4	4	23,0	21,6	23,9	68,5	22,833
T ₁₀	2	-	-	25,4	23,2	24,7	73,3	24,433
T ₁₁	2	-	2	22,0	20,5	20,2	62,7	20,900
T ₁₂	2	-	4	19,4	21,4	21,2	62,0	20,667
T ₁₃	2	2	-	25,0	24,7	22,1	71,8	23,933
T ₁₄	2	2	2	22,9	20,9	20,8	64,6	21,533
T ₁₅	2	2	4	20,5	22,5	20,8	63,8	21,267
T ₁₆	2	4	-	19,5	22,9	20,5	62,9	20,967
T ₁₇	2	4	2	22,7	24,6	25,4	72,7	24,233
T ₁₈	2	4	4	29,5	29,1	30,7	89,3	29,767

Anexo 06. Resultado de la muestra de avena forrajera % de proteína total

CLAVE	TRATAMIENTOS			% PROTEÍNA TOTAL
	EM (lt)	Compost (tm)	Bocashi (tm)	
T ₁	1	-	-	11,67%
T ₂	1	-	2	9,77%
T ₃	1	-	4	10,94%
T ₄	1	2	-	11,52%
T ₅	1	2	2	10,21%
T ₆	1	2	4	11,08%
T ₇	1	4	-	10,94%
T ₈	1	4	2	10,21%
T ₉	1	4	4	10,65%
T ₁₀	2	-	-	10,94%
T ₁₁	2	-	2	9,92%
T ₁₂	2	-	4	9,77%
T ₁₃	2	2	-	13,56%
T ₁₄	2	2	2	10,21%
T ₁₅	2	2	4	10,94%
T ₁₆	2	4	-	11,52%
T ₁₇	2	4	2	10,94%
T ₁₈	2	4	4	8,90%



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: SALAS AMBICHO MIJAIL

PROCEDENCIA: UNHEVAL - HUANUCO

N°	COD. LAB.	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%				
				Arena	Arcilla	Limo							Textura	Ca	Mg	K	Na	Al					H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
				%	%	%																				
1	M3480	SUELO	HUERTO UNHEVAL	39.68	27.04	33.28	Franco Arcilloso	6.76	4.94	0.22	6.62	358.34	13.63	9.63	3.10	0.89	0.01	--	--	----	100.00	0.00	0.00			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 0437975

FECHA : 18/11/2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Blgo. Miguel Huauya Rojas
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 - Fax 561156 Apto. 156

analisisdesuelosunas@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
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Bigo, Miguel Huayra
JEFE

Anexo: 09



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. 562342 - Fax 561156 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com

ANÁLISIS 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
M243	Bocashi	7.04	40.11	59.89	1.79	0.38	5.91	1.08	4.49	-	1217.82	402.14	26.63	5.02

Fecha: 18/11/2015
Muestreado por el solicitante
RECIBO N° 437975

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS
M. Sc. Bigo Miguel Huayta
M.Sc. Bigo Miguel Huayta
JEFE




Universidad Nacional Agraria de la Selva
Laboratorio de nutrición animal
Tingo María

Propietario : SALAS AMBICHO, Mijail
Muestras : AVENA FORRAJERA
Procedencia : CAYHUAYNA-HUANUCO
Fecha recepción : 22 de Enero del 2016
Análisis solicitados: Proteína Total

Resultados:

Nº	MUESTRA	% PROTEINA TOTAL
1	T1 1CNOCOB	11.67 %
2	T2 1EMOC2B	9.77 %
3	T3 1EMOC4B	10.94 %
4	T4 1EM2COB	11.52 %
5	T5 1EM2C2B	10.21 %
6	T6 1EM2C4B	11.08 %
7	T7 1EM4COB	10.94 %
8	T8 1EM4C2B	10.21 %
9	T9 1EM4C4B	10.65 %
10	T10 2EMOCOB	10.94 %
11	T11 2EMOC2B	9.92 %
12	T12 2EMOC4B	9.77 %
13	T13 2EM2COB	13.56 %
14	T14 2EM2C2B	10.21 %
15	T15 2EM2C4B	10.94 %
16	T16 2EM4COB	11.52 %
17	T17 2EM4C2B	10.94 %
18	T18 2EM4C4B	8.90 %

Tingo María, 12 de Febrero del 2016



GLELIA RIOS SALDAÑA
TEC. Laboratorio de nutrición animal
Fac. Zootecnia - UNAS

Anexo: 11

Estación : HUANUCO , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : HUANUCO

Provincia : HUANUCO

Distrito : AMARILIS

Ir : 2015-06 ▼

Latitud : 9° 57' 7.24"

Longitud : 76° 14' 54.8"

Altitud : 1947

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jun-2015	25.9	15.2	16.1	24.1	19.7	14.6	17.2	16.1	0	0	NE	6
02-Jun-2015	28.9	15.3	15.6	27.4	21.9	14.4	18	16.7	0	0	NE	6
03-Jun-2015	25	15.5	16.6	21.1	20.6	15.2	16.7	15.6	0	.7	NE	6
04-Jun-2015	27.5	13.5	16	26.4	21.5	14	17.4	16.4	0	0	NE	4
05-Jun-2015	26.7	15.2	16.3	25.5	21.6	15	17.2	16	0	-888	NE	6
06-Jun-2015	27.9	13.7	14.6	27.3	22	12.9	17.9	16.2	0	0	NE	6
07-Jun-2015	27.5	13.8	14	27	21.6	10.8	15.5	16	0	0	NE	4
08-Jun-2015	27	12.6	13.7	26.6	21.5	11.8	17.1	16.2	0	0	NE	6
09-Jun-2015	26.5	14.3	14.9	25.6	20.1	13.6	18	15.3	0	0	NE	8
10-Jun-2015	26.8	14	15.4	26.9	20.4	13.5	17.1	15.3	0	0	NE	8
11-Jun-2015	27.5	13.8	15	26.6	21.1	13	17.1	15.6	0	0	NW	6
12-Jun-2015	27.5	14.9	16.2	27	21.4	14.7	17.2	16.1	0	0	N	4
13-Jun-2015	27.2	15.1	15.1	26.2	21	14.9	17.4	15.9	0	0	NE	6
14-Jun-2015	27.8	13.4	14.7	27.7	21.4	13.3	17.7	15.8	0	0	NE	6
15-Jun-2015	27.1	12.7	14.3	25.9	21.5	13	16.7	15.6	0	0	NE	6
16-Jun-2015	24.5	14.4	15.6	22.6	20.5	14.1	16.1	15.2	.1	.3	NE	8
17-Jun-2015	26.4	11.8	12.3	26	20.8	11.5	16.8	15	0	0	NE	6
18-Jun-2015	25.7	11.7	12.4	23.9	20.4	11.2	16.2	15.3	0	0	NE	6
19-Jun-2015	21.4	12.6	15.9	21.1	18.6	14.6	16.5	14.6	.3	1.2	NE	2
20-Jun-2015	27.3	14.1	15.1	27.2	20.3	13.7	16.2	14.5	-888	0	NE	6
21-Jun-2015	26.1	10	10.7	25.9	20.1	9.8	14.7	14.3	0	0	NE	8
22-Jun-2015	26.5	10.3	10.5	25.7	20	9.6	15.7	14.4	0	0	NE	8
23-Jun-2015	26.3	12.3	13.4	25.3	20.2	10.6	15.4	14.3	0	0	NE	8
24-Jun-2015	26.5	10.5	11.6	25.6	20.1	9.8	14.7	14.4	0	0	NE	6
25-Jun-2015	26.8	11.5	15	26.1	20.3	11.7	16.6	14.6	0	0	N	4
26-Jun-2015	26.9	14.9	15.5	26.2	20.3	13.5	16.4	14.8	0	0	NE	8
27-Jun-2015	26.3	15.2	15.4	25.4	20	14.3	15.3	14	.2	-888	N	8
28-Jun-2015	27.7	9.8	10	27.9	20.4	8.8	13.8	14	0	0	NE	8
29-Jun-2015	27.9	10	10.3	28	20.2	8.6	14.5	14	0	0	NE	6
30-Jun-2015	25.8	10.2	10.8	25.6	20.5	9.7	16.1	14.5	0	0	NE	8

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

* Información sin Control de Calidad

* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

FIGURA 01



Elección del terreno

FIGURA 02



Toma de muestra del terreno

FIGURA 03



Preparación del terreno

FIGURA 04





Abonamiento

FIGURA 05



La siembra

FIGURA 06



Riegos

FIGURA 07



Emergencia

FIGURA 08





Aplicación de foliar

FIGURA 09



Aporque

FIGURA 10



Supervisión por parte del ing. Simeón Romero

FIGURA 11



Deshierbo

FIGURA 12



Control fitosanitario

FIGURA 13



Cosecha

FIGURA 14



Recopilación de muestras

FIGURA 15



Peso del forraje

FIGURA 16



Medición de la altura del forraje

FIGURA 17



Conteo de plantas

FIGURA 18



Asesor y Tesista