

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

E. A. P. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS

**EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN
LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS
ENMIENDAS ORGÁNICAS, BAJO LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DEL VALLE DE MONZÓN - HUAMALIES,
REGIÓN HUÁNUCO - 2016**

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

WILSER CARBONEL, ORTIZ RIOS

**HUÁNUCO – PERÚ
2017**

INDICE

I.	INTRODUCCION.....	8
II.	MARCO TEÓRICO	11
2.1.	Fundamentación teórica	11
2.1.1.	Microorganismos eficaces	11
2.1.1.1.	Historia.....	11
2.1.1.2.	Concepto	11
2.1.1.3.	Grupos básicos que conforman los microorganismos eficaces	11
2.1.2.	Enmiendas orgánicas.....	13
2.1.2.1.	Tipos de enmiendas orgánicas	13
2.1.2.2.	Composición química de estiércol.....	13
2.1.2.3.	Composición química de restos vegetales	14
2.1.3.	Compostaje.....	14
2.1.3.1.	Materiales para el compostaje.....	15
2.1.3.2.	Proceso del compostaje	15
2.1.3.3.	Química y biología del proceso de compostaje.....	16
2.1.3.4.	Factores físicos y químicos que influyen en el proceso de compostaje	17
2.2.	Antecedentes.....	25
2.3.	Hipótesis de investigación.....	30
2.4.	Variables y operacionalización de variables	31
III.	MATERIALES Y METODOS	32
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	32
3.2.	Lugar de ejecución.....	32
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis.....	33
3.4.	Tratamientos en estudio.....	37
3.5.	Prueba de hipótesis	37
3.5.1.	Diseño de la investigación	37
3.5.2.	Datos registrados	38
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	39
3.5.4.	Instrumentos de recolección de información.....	39
3.6.	Materiales, equipos y recursos humanos	40
3.7.	Conducción de la investigación	41
3.8.	Recursos de materiales y financieros	41

- IV. RESULTADOS42
 - 4.1. Evaluación de las características físicas del EM-Compost43
 - 4.1.1. Temperatura (°C).....43
 - 4.1.2. Humedad relativa (%).....54
 - 4.2. Evaluación de las características químicas del EM-Compost.....66
 - 4.2.1. Materia orgánica (M.O)66
 - 4.2.2. Nitrógeno (N)69
 - 4.2.3. Fosforo (P).....73
 - 4.2.4. Relación Carbono Nitrógeno (C/N).....77
 - 4.2.5. Potasio (K).....81
- V. DISCUSIÓN86
 - 5.1 Evaluación de las características físicas del EM-Compost86
 - 5.2 Evaluación de las características químico del EM-Compost87
- VI. CONCLUSIONES.....89
- VII. RECOMENDACIONES90
- VIII. LITERATURA CITADA91
- IX. ANEXOS.....94

DEDICATORIA

A Dios y mis Padres

AGRADECIMIENTOS

A todos que me apoyaron en el desarrollo de mi tesis

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Efecto de los microorganismos eficaces en la caracterización física y química de las enmiendas orgánicas, bajo las condiciones climáticas del Valle de Monzón - Huamalies, Región Huánuco", se encuentra situado en el valle del Monzón. Dicho trabajo lleva por objetivo general: Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en la caracterización físico y químico de las enmiendas orgánicas bajo condiciones climáticas del Valle de Monzón - Huamalies, Región Huánuco, como objetivos específicos: 1) Observar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en las características físicas de las enmiendas orgánicas; y 2) Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en las características químicas de las enmiendas orgánicas. Los indicadores estudiados fueron propiedades físicas (Temperatura y Humedad relativa) evaluadas a frecuencia de dos días durante nueve semanas y Propiedades químicas (Materia orgánica, Relación carbono – Nitrógeno (C/N), Fosforo y Potasio) las cuales fueron evaluados al finalizar la novena semana. De la investigación se concluye que las mejores características físicas encontradas fue en la novena semana para la temperatura del tratamiento T2 y para la humedad el tratamiento T1 características que permitió obtener EM-compost de calidad; y las propiedades químicas evaluadas: materia orgánica (M.O) fue el tratamiento T3; para el nitrógeno (N) fue el tratamiento T2; para el fosforo (P) fue el tratamiento T3; para potasio (K) fue el tratamiento T2 y para la relación carbono nitrógeno (C/N) fue el tratamiento T2, resultados que nos permitió obtener compost con composiciones químicas óptimas para ser usado en la incorporación de nutrientes y mejorar las estructuras físicas de los suelos agrícolas.

Palabras claves: Microorganismos eficaces, Compost

ABSTRACT

The present research work entitled "Effect of effective microorganisms on the physical and chemical characterization of organic amendments, under the climatic conditions of the Monzon Valley - Huamalies, Huánuco Region", is located in the Monzón Valley. The objective of this work is to evaluate the effect of effective microorganisms on the physical and chemical characterization of organic amendments under the climatic conditions of the Monzon - Huamalies Valley, Huánuco Region, as specific objectives: 1) To observe the effect of the application of Microorganisms effective in the physical characteristics of organic amendments; And 2) Evaluate the effect of the application of effective microorganisms on the chemical characteristics of organic amendments. The indicators studied were physical properties (Temperature and Relative Humidity) evaluated at two - day frequency for nine weeks and Chemical Properties (Organic Matter, Carbon - Nitrogen (C / N), Phosphorus and Potassium), which were evaluated at the end of the ninth week. From the research we conclude that the best physical characteristics found was in the ninth week for the T2 treatment temperature and for the moisture treatment T1 characteristics that allowed to obtain EM-compost quality; And the chemical properties evaluated: organic matter (M.O) was the T3 treatment; For nitrogen (N) was the T2 treatment; For phosphorus (P) was the T3 treatment; For potassium (K) was the T2 treatment and for the carbon nitrogen ratio (C / N) was the T2 treatment, results that allowed us to obtain compost with optimal chemical compositions to be used in the incorporation of nutrients and to improve the physical structures of the Agricultural soils.

Key words: Effective microorganisms, Compost

I. INTRODUCCION

La producción de alimentos está regulada de acuerdo al aumento de población humana a nivel mundial. De todos los alimentos generados por el sector agropecuario, aproximadamente el 40% es de origen animal. Existen algunos grupos ambientalistas consideran que el sector pecuario tiene gran responsabilidad en el calentamiento global por la generación de contaminantes vertidos al suelo, agua y atmósfera. Además cabe mencionar que la ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS - OCDE Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO (2013) reportan que el crecimiento más lento de la producción agrícola mundial de los productos básicos se proyecta en un crecimiento del 1.5% anual en promedio, en comparación con 2.1% en la década anterior, esta proyección es desde el 2013 al 2022. Según la OCDE/FAO se espera que todos los sectores de cultivos y la producción ganadera muestren este crecimiento más lento. Estas tendencias reflejan los costos al alza, crecientes limitaciones de recursos y el aumento de presiones ambientales, y se prevé que dichas características inhibirán la respuesta de la oferta en casi todas las regiones del mundo.

Corporación Educativa para el desarrollo Costarricense - CEDECO (2005) señala que la materia orgánica es indispensable para mantener la fertilidad del suelo, y su incorporación en forma de abono es indispensable en sistemas de producción ecológica, ello conjuntamente con otras buenas prácticas agrícolas nos permite alcanzar 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 estiércol de los animales en la agricultura es utilizado de forma directa en los suelos, siendo una práctica difundida en nuestro país, pero con esta práctica el estiércol necesita más tiempo para que los elementos nutricionales que contienen en los estiércoles sea asimilado por las plantas,

pero sin embargo ayuda a mejorar las características físicas del suelo de forma natural y equilibrada. Además el CEDECO (2005) reporta que son varios los tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar en las fincas ecológicas para tal fin. Algunos ejemplos son el compost, los biofermentos, bocashi y los abonos verdes; donde 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, éstos tienen su origen desde que nació la agricultura, nuestros abuelos y las generaciones anteriores, los usaban pues era lo único que existía. En contraste con lo anterior, el uso de fertilizantes y otros insumos químicos, surgió hace apenas unas cuantas décadas; sin embargo, desplazaron rápidamente a los insumos naturales de nuestros abuelos, quizá por su agresiva promoción por parte de los técnicos, de las casas comerciales de agroquímicos e inclusive los centros de educación.

Los microorganismos eficaces utilizados en la elaboración de compost siendo seleccionados de la misma naturaleza que normalmente son llamados microorganismos benéficos (bacterias de ácidos lácticos, bacterias fotosintéticas y levaduras) que ayudan a una rápida descomposición de los estiércoles y restos vegetales que se utilizan en la preparación de distintos tipos de compost.

En nuestro país en el distrito de Monzón existen grandes cantidades de suelos agrícolas que se encuentra abandonados tras la post erradicación de la hoja de coca, los pobladores comentan que sus suelos son infértiles ya que no producen de forma adecuada cultivos de importancia económica en nuestro país y el exterior, tampoco cultivos de pan llevar. Sus suelos se encuentra acidificados muchos de ellos tienen pH 3.1.

La elaboración de enmiendas orgánicas a base de estiércol de animales que ellos crían, restos vegetales del valle de Monzón y usando tecnología de inoculación de microorganismos eficaces es una alternativa para producir compostaje que serán aplicados después de la maduración a los suelos, ayudando así a mejorar a los suelos en sus características físicas y químicas; viéndose reflejado en mejor desarrollo de las plantas que elijan sembrar los agricultores y pobladores.

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en las características físicas y químicas de las enmiendas orgánicas en el proceso de compostaje, que constituye un aporte para brindar alternativas de solución en la elaboración de enmiendas orgánicas para ser usados por la población y así buscar mejorar sus suelos que se encuentran deteriorados en sus características física y químicas.

Por lo expuesto planteamos los siguientes objetivos, para cumplir con las expectativas de esta presente investigación.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en la caracterización físico y químico de las enmiendas orgánicas bajo condiciones climáticas del Valle de Monzón - Huamalies, Región Huánuco

Objetivos específicos

- a. Observar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en las características físicas de las enmiendas orgánicas.
- b. Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en las características químicas de las enmiendas orgánicas

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Microorganismos eficaces

2.1.1.1. Historia

Ramírez (2006) menciona que el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus – Okinawa- Japón es el padre de la tecnología de Microorganismos eficaces (EM), el profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas en las primeras etapas de su carrera científica, siendo un seguidor de la agricultura moderna en la cual se usaban grandes cantidades de químicos y fertilizantes. Mientras trabajaba como instructor de granjas sufrió de enfermedades como urticaria y alergias por los químicos que usados en estas áreas.

2.1.1.2. Concepto

Ramírez (2006) indica que la tecnología de microorganismos eficaces consiste en un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos naturales benévolos o buenos que coexisten en un medio líquido con un pH de 3.5 los microbios del EM no son dañosos, ni patógenos genéticamente modificados, tampoco químicamente sintetizados, mucho menos son una medicina.

2.1.1.3. Grupos básicos que conforman los microorganismos eficaces

Las especies principales de microorganismos dentro del cultivo microbiano son:

a **Bacterias del ácido lácticas**

Ramírez et. al. (2011) describen que las bacterias lácticas, son un grupo de microorganismos representados por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las bacterias lácticas son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y bencidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico

como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos.

Además las bacterias lácticas son ácido tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2 otras a valores tan altos como 9.6 y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos. (Carr y Col 2002)

b Bacterias fotosintéticas

Solid Converter (2009) dice que la diversidad de bacterias fotosintéticas, existen numerosos mecanismos por los cuales la luz es convertida en energía para el metabolismo. Todos los organismos fotosintéticos localizan sus centros de reacción fotosintéticos dentro de membranas, que pueden ser invaginaciones de la membrana citoplásmica (bacterias púrpuras), membranas del tilacoide (Cyanobacteria), estructuras en antena especializadas llamadas los clorosomas (las bacterias verdes del azufre y no del azufre) o la membrana citoplásmica en sí misma (heliobacteria). Diversas bacterias fotosintéticas también contienen diversos pigmentos fotosintéticos tales como clorofilas y carotenoides permitiendo que se aprovechen diversas porciones del espectro electromagnético y de este modo habiten diversas zonas. Algunos grupos de organismos contienen estructuras captadoras de luz más especializadas, por ejemplo, ficobilisomas en Cyanobacteria y clorosomas en las bacterias verdes del azufre y no del azufre, aumentando la eficiencia en la utilización de la luz.

c Las levaduras

Son hongos que crecen generalmente por gemación, en forma de agregados sueltos de células independientes, que pueden ser globosas, ovoides, cilíndricas o alargadas. En algunos casos, forman cadenas de células alargadas (pseudohifas), adheridas de modo suelto (blastospora), semejantes a un micelio, por lo que se les denomina pseudomicelio. Algunas especies forman breves

extensiones de verdadero micelio, con frecuencia septado (tabicado). Hay especies de levaduras esporógenas. No existe, por tanto, un límite de separación definido entre levaduras y otros hongos que forman un micelio típico. Algunos hongos patógenos para el hombre presentan dimorfismo, pueden existir en la naturaleza en forma de levadura (forma parasitaria) o en forma filamentosa (forma saprófita). Las levaduras, cuando crecen sobre medios sólidos, forman colonias de aspecto característico que recuerdan a las colonias bacterianas. En casi todas las especies de interés industrial, el modo habitual de reproducción vegetativa es por gemación.

2.1.2. Enmiendas orgánicas

Cabrera (2007) define diciendo que son sustancias orgánicas que se aplican a los suelos con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

2.1.2.1. Tipos de enmiendas orgánicas

Hirzel y Salazar (2011) mencionan que existen distintos tipos de enmiendas orgánicas disponibles en el país, las cuales son subproductos o residuos de las distintas actividades productivas. En términos generales las podemos clasificar en:

- a. **Subproductos orgánicos de origen animal:** guanos, estiércol y purines.
- b. **Lodos del tratamiento de residuos industriales líquidos.** Entre éstos se encuentran los lodos de aguas servidas, lodos de industrias, lodos de procesos productivos como pisciculturas, además de otros.
- c. **Subproductos de la industria o actividades productivas.** Cal de la industria de azúcar, conchas de envasadoras de mariscos, mataderos y otros.

2.1.2.2. Composición química de estiércol

Tapia (2014) manifiesta que el estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para

ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo.

De todos los forrajes que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina. Explicando que la composición química para el estiércol seco de vacuno contiene en materia seca 10%, nitrógeno 0,58%; fósforo 0,01% y potasio 0,49%. Para el estiércol fresco de cuy contiene en materia seca 14%, nitrógeno 0,60%; fósforo 0,03% y potasio 0,18%.

Para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0,5 por ciento de nitrógeno, 0,25 por ciento de fósforo y 0,5 de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general su valor.

2.1.2.3. Composición química de restos vegetales

Pérez et. al. (2008) menciona la composición química de la pulpa de café orgánica con pH 7,7; materia orgánica 47,5; nitrógeno 2,19%; fósforo 4,12% y potasio 0,57%.

Ruiloba (2011) reporta las composiciones químicas de la planta de kudzu en la hoja y el tallo contiene fósforo de 0,3% y en la solubilidad de nitrógeno en borato/fosfato en la hoja es de 23,1% y en el tallo 45,6%.

Palacin (2012) indica que la composición química de la cáscara de fruto de plátano. En nitrógeno 1,4%; en fosforo 0,18% y en potasio 3,4%

2.1.3. Compostaje

Avendaño (2003) indica que la palabra compost viene del latín componer (juntar), por lo tanto, es la unión de restos orgánicos que sufren una transformación a través de la oxidación biológica secuencial que convierte materia orgánica heterogénea en un producto homogéneo. Es una descomposición que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación realizada por microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetes), que liberan energía por la actividad metabólica y, gracias a una serie de reacciones bioquímicas, agua, anhídrido carbónico y sales minerales.

2.1.3.1. Materiales para el compostaje

Torres (2007) menciona que el compostaje requiere del suministro de desechos orgánicos, que por su origen se clasifican como:

- a. **Domésticos**, esta categoría considera materiales residuales de la preparación de comidas (partes de frutas, verduras, cascara de huevos entre otros y desechos de origen animal carne, piel, sangre, huesos entre otros).
- b. **De jardín**, incluye los restos de cultivos de las huertas, flores muertas, tallos, pastos y hojarasca.
- c. **Sub productos agrícolas**, los más utilizados son los residuos de cosecha de prácticamente de todo cultivo por ejemplo arroz, trigo, cebada, maíz, caña de azúcar frijol, plátanos entre otros, incluyendo cascarillas y salvados obtenidos de la molienda o lavados.
- d. **Desechos de animales**, los estiércoles, orina y deyecciones de todo tipo de animales son excelente para el compostaje ya que contiene un alto porcentaje de nutrientes.
- e. **Forestales**, los restos de los árboles, hojas caídas son fuente importante de material para la elaboración de compostas. Estos desechos contienen grandes cantidades de celulosa y lignina que se descomponen parcialmente en la pila de compostaje y continúan mineralizándose en el suelo después de aplicados.
- f. **Desechos urbanos y agroindustriales**, constituyen la fracción biodegradable de la basura como cartón, papel, residuos finos de comida y fibras naturales y residuos que proceden de la industria tales como hortalizas cacao, café, arroz, maíz y trigo, etc.

2.1.3.2. Proceso del compostaje

Torres (2007) dice que cuando no se cuenta con una mezcla adecuada de desechos orgánicos, el proceso de composteo es lento y producto final es un material de baja calidad. Para evitar esto, se pueden adicionar otros materiales que mejoren la composición química y la estructura de las pilas. Estos materiales son:

- a. **Activadores**, son sustancias que estimulan la descomposición; contienen gran cantidad de proteínas y aminoácidos, como son los estiércoles y los desechos orgánicos en general; en este grupo figuran el sulfato de amonio, la urea y otros fertilizantes nitrogenados comerciales.
- b. **Inoculantes**, estos son cultivos especiales de bacterias o medios donde se encuentran los organismos encargados de la composición de la materia orgánica entre estos se pueden señalar a las bacterias de género *Azotobacter*, a la composta madura, la fosforita molida, el fosfato de calcio y la tierra, entre otros.
- c. **Enriquecedores**, son fertilizantes comerciales incorporados al proceso; la cantidad de nutrientes obtenidos en la composta se mejora obteniéndose un mejor productos para las plantas.

2.1.3.3. Química y biología del proceso de compostaje

Avendaño (2003) menciona que para lograr reproducirse y crecer, los microorganismos deben degradar los residuos para la formación de energía y sintetizar nuevo material celular. Los dos modos de obtención de energía son la respiración y la fermentación, siendo la primera más eficiente ya que existe una mayor producción de ATP y permite la finalización del compost en un menor tiempo.

Existen dos tipos de respiración, la aeróbica y la anaeróbica, en ésta última los microorganismos utilizan aceptores de electrones diferentes al oxígeno como nitrato (NO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) y carbonatos (CO_3^{2-}) para la obtención de energía, lo cual trae como consecuencia problemas de olor.

Una serie de reacciones se llevan a cabo durante el compostaje, las cuales además de liberar energía, forman una serie de intermediarios orgánicos que sirven como punto de partida de otras reacciones.

Los microorganismos presentes, producen enzimas extracelulares (proteasas, amilasas, lipasas, etc) que digieren los materiales insolubles, de manera de ser transformados a solubles, para finalmente ser utilizados al interior de la célula como nutrientes para su crecimiento.

La actividad de los microorganismos comprometida en el compostaje está dirigida a la síntesis de protoplasma el cual contiene 50%C, 5%N y 0.25-1%P en base a materia seca (Alexander 1977)

Los microorganismos en general utilizan 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno (Wasksman 1938 citado por Mathur, 1991).

Bacterias, actinomicetes y hongos asimilan el carbono y nitrógeno en forma distinta. En una población de microorganismos 5-10% del carbono del sustrato es asimilado por las bacterias, 15-30% por los actinomicetes y 30-40% por los hongos. Ambos, bacterias y actinomicetes tiene una relación C: N protoplasmática de 5:1, mientras que los hongos tienen una relación de 10:1 (Alexander 1977 y Miller 1991).

2.1.3.4. Factores físicos y químicos que influyen en el proceso de compostaje

En el proceso de compostaje el principio básico más importante es el hecho de que se trata de un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, y por tanto, se ve afectado por todos los factores que afectan su desarrollo. Entre estos factores están: sustrato, aireación, contenido de humedad, temperatura, pH y la relación C/N, condiciones que determinarán el desarrollo exitoso del proceso y la obtención de un producto final de alta calidad.

Sustrato, la obtención de un buen compost depende fundamentalmente de la composición y preparación de la materia orgánica inicial. La clasificación de los residuos compostables se puede realizar en base a distintos criterios: Materiales orgánicos: según su naturaleza son los materiales orgánicos (ricos en carbono – ricos en nitrógeno), Materiales minerales (Fosfatos, carbonatos, sulfatos, entre otros) y Materiales artificiales (Urea). Según su estado físico son residuos sólidos (pajas, basuras, verduras, frutas) y residuos líquidos (efluentes agroalimentarios y ganaderos). Según su origen es urbano, Industrial, agrícola y forestal.

Además de las características mencionadas anteriormente, también se deben considerar las características físicas del material, ya que tienen gran influencia sobre el proceso, pudiendo afectar el grado de

descomposición y en algunos casos la habilidad de la pila de mantener las condiciones aeróbicas. Las características principales a considerar son:

Porosidad, relacionada con la aireación e influye en la resistencia al paso de aire a través de la pila.

Tamaño de las partículas, la actividad microbiana ocurre generalmente en la superficie de las partículas orgánicas, por lo tanto el tamaño de éstas debe ser menor, de manera de aumentar el área superficial, y así favorecer la actividad de los microorganismos y la tasa de descomposición. El tamaño ideal es de 2 a 5 cm (INTEC 1997). Por otra parte, cuando las partículas son demasiado pequeñas y compactas, la circulación del aire a través de la pila se ve dificultada, disminuyendo la disponibilidad de oxígeno y por ende la actividad microbiana.

Estructura, Habilidad de las partículas de resistir compactación. Como se puede ver los sustratos cumplen un rol importante dentro de la elaboración del compost. Es muy importante realizar una mezcla de materiales inicial óptima. Es raro que un sólo material residual tenga todas las características requeridas para un compostaje eficaz. Por tanto, es necesario mezclarlo con otros materiales, en proporciones adecuadas, para obtener una mezcla con las características necesarias para llevar a cabo el proceso de compostaje.

Relación carbono nitrógeno (C/N) de los muchos elementos requeridos para la descomposición microbiana, el carbono y el nitrógeno son los más importantes. El carbono proporciona una fuente de energía y además constituye aproximadamente el 50% de la masa de células microbiana (Brock y Madigan, 1991).

El nitrógeno es un componente crucial de las proteínas, de los ácidos nucleicos, aminoácidos, enzimas y de las coenzimas necesarias para el crecimiento y la funcionalidad de la célula. Una célula bacteriana típica tiene de 12 a 15% de nitrógeno (en peso seco) (Brock y Madigan 1991).

A nivel práctico, es un indicador de la velocidad de descomposición y permite una determinación del tiempo de compostaje, siempre y cuando las condiciones de humedad, aireación y temperatura sean las óptimas.

Una relación C/N inicial de 25 a 30 se considera como adecuada para iniciar el proceso (INTEC 1997). Se debe hacer una mezcla de los distintos materiales de manera tal que se logre un balanceado suministro de C y N. El balance entre la inmovilización del nitrógeno y la mineralización se encuentra fuertemente influenciada por la relación C/N de la materia orgánica degradada.

Con una relación mayor a 30, no existe el suficiente nitrógeno para el crecimiento óptimo de las poblaciones microbianas, produciéndose una inmovilización de ésta (NH_4^+ o NO_3^-). Mientras que con coeficientes menores a 30, el nitrógeno se encontrará en exceso y puede perderse como amoniaco (NH_3^+) (Raviv et al. 2002).

En caso que la relación C/N inicial es muy alta, existe la posibilidad de utilizar aditivos (fuentes de nitrógeno). Estas sustancias adicionales permiten ajustar la relación C/N sin alterar el contenido de humedad. Se pueden utilizar fertilizantes como urea, sulfato de amonio, entre otros (Graves, 2000). Si se adicionan fuentes que contienen sulfato o calcio, existe el riesgo que aumente la conductividad eléctrica. (Inbar et al. 1993) relaciona la conductividad eléctrica con el contenido de iones sulfato, calcio y magnesio.

A medida que el compostaje avanza, el coeficiente C/N disminuye gradualmente llegando a alcanzar valores entre 10 y 12 en el producto final "compost". Esto ocurre ya que gran parte del carbono es continuamente liberado (CO_2), mientras que la mayoría del nitrógeno es reciclado, lo que refleja la descomposición de la materia orgánica y su estabilización. (Chefetz et al. 1996).

En general, los materiales que son verdes y húmedos (cortes de pasto, residuos de frutas y verduras) poseen alta concentración de nitrógeno y los que son leñosos y secos (hojas de otoño, virutas de madera, aserrín, papel, entre otros) una alta concentración de carbono.

Temperatura, es un factor importante en el proceso de compostaje, refleja la actividad biológica de los microorganismos, siendo una de las condiciones ambientales determinante de la rapidez con la cual los materiales son metabolizados (Alexander 1977)

Es fundamental en la maduración del compost, ya que la elevación de la temperatura durante el proceso refleja una actividad microbiana óptima y un equilibrio entre la aireación, humedad y composición de la mezcla (Labrador 1996).

La retención y la continua generación de calor están influenciadas por las temperaturas ambientales lo que se relaciona con el tamaño de la pila (capacidad de aislamiento), contenido de agua y relación C/N de sus constituyentes, los de menor relación C/N alcanzan mayores temperaturas (Mathur 1991).

La temperatura varía en función de la actividad microbiana, dividiendo al proceso en dos periodos principalmente:

Activo compostaje, se caracteriza por una gran actividad de los microorganismos y grandes variaciones en la temperatura. Inicialmente, los residuos se encuentran a temperatura ambiente, los microorganismos crecen y la temperatura sube considerablemente alcanzando a los pocos días los 40°C, esta primera fase se denomina mesotérmica, actúan especialmente bacterias mesófilas, las cuales degradan el material de fácil descomposición. La segunda fase es la termofílica, con temperaturas que van desde los 40 a 70°C, en esta fase la microflora mesófila es sustituida por la termófila (resistentes a altas temperaturas) y el material más difícil de descomponer comienza a ser degradado.

Si existen condiciones óptimas de humedad y ventilación se producen visibles emanaciones de vapor de agua. La temperatura máxima en esta fase, no debe superar los 70°C. La configuración geométrica de las pilas es un factor importante que afecta el comportamiento de la temperatura, si esta es inadecuada se pueden alcanzar temperaturas demasiado altas (letales para los microorganismos), siendo necesario reducir las dimensiones para permitir la pérdida de calor y controlar la evolución de la temperatura (Madrid y Castellanos 1997).

El manejo de la temperatura requiere cuidado y control, ya que así como la alta temperatura es capaz de sanitizar patógenos, también puede terminar con la flora benéfica, las enzimas responsables de la degradación

se desnaturalizan y se convierten en no funcionales, provocando que los microorganismos no puedan nutrirse de manera adecuada (Graves 2000).

Las altas temperaturas también son conducentes a una pérdida evaporativa excesiva de agua y emanación de olores (Mathur 1991)

Normalmente en esta etapa, se logran destruir semillas de malezas, esporas de hongos y algunas fitotoxinas que posteriormente significarían un problema al adicionar el compost al suelo (INTEC 1997).

El CO₂ se produce en volúmenes importantes que difunden desde el centro a la superficie de la pila. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos, dado que concentraciones altas de CO₂ resultan letales para las larvas (Graves 2000).

La reducción de patógenos puede ser efectivamente lograda a través del compostaje. Los dos mecanismos de destrucción son la muerte por temperatura y el antagonismo biológico (Makawi 1980 y Millner et al. 1987 citado por Miller 1991).

La sanitización del material está directamente relacionado con la temperatura. Para alcanzar efectivamente la sanitización del material se deben cumplir dos condiciones principalmente: (1) Todo el material tiene que estar expuesto a las condiciones letales y (2) La exposición a altas temperaturas debe ser de por lo menos dos horas, de manera de maximizar su efectividad (Graves, 2000). Para alcanzar una reducción significativa de los patógenos durante el compostaje, se debe tener una temperatura mayor a 55°C por lo menos cuatro horas (Trautmann y Olyncin, 2000). La destrucción de semillas de malezas se logra cuando la pila alcanza temperaturas mayores a 60°C, lo cual puede variar según la especie de la maleza, por ejemplo *Convolvulus arvensis* es muy difícil de eliminar, puede resistir temperaturas de incluso 72°C por tres días (Larney y Blackshaw, 2003). Eghball y Lesoing (2000) reportaron que cuando el guano compostado se mantiene húmedo, la viabilidad de las semillas disminuye a pesar de que no se alcance la temperatura crítica, posiblemente por la producción de fitotoxinas.

La maduración del compost, se encuentra marcada por una baja tasa de actividad microbiana, al agotarse los sustratos se produce una caída

gradual de la temperatura, la cual se iguala a la del medio ambiente, lo que indica el término de la elaboración del compost.

Durante esta etapa los productos resultantes de la etapa de activo compostaje se estabilizan, lo que involucra una descomposición más avanzada de ácidos orgánicos, una disminución de los compuestos resistentes y la formación de compuestos húmicos.

Se debe continuar con un manejo apropiado de la humedad y oxígeno para la mantención de la actividad microbiana (Graves 2000). Se considera finalizado el proceso cuando la pila después de repetidos volteos vuelve a presentar una temperatura similar a la ambiental.

Termogénesis, La temperatura en cualquier punto de la pila durante el compostaje se encuentra en función de cuánto calor está siendo producido por los microorganismos con respecto al que se está perdiendo por conducción, convección, enfriamiento evaporativo o calentamiento sensible del aire.

La conducción es limitada como mecanismo de transferencia ya que la conductividad térmica del compost es baja, aunque puede llegar a ser importante en pilas pequeñas con una alta relación superficie volumen.

El enfriamiento evaporativo tiene un gran potencial de remover calor de la pila. Una gran cantidad de calor se utiliza para el cambio de estado líquido a vapor. Durante el proceso se pierde gran cantidad de agua, principalmente a través del proceso de enfriamiento evaporativo, lo que se traduce en una disminución de la masa total de la pila, en aproximadamente un 49% (Harper et al. 1992).

La aireación del compost puede remover grandes cantidades de calor a través de este mecanismo (Miller 1991).

Y por último la convección no limita el ascenso de la temperatura, excepto en las zonas superiores y externas de la pila de compost.

Humedad, los microorganismos necesitan agua como medio para transportar los nutrientes y otros elementos a través de la membrana celular. El agua es esencial para disolver y transportar los nutrientes y sustratos que los organismos pueden absorber sólo como solución (Mathur 1991). Es requerida para necesidades fisiológicas, solución de sustratos y sales, como

medio de colonización bacteriana y es determinante para el intercambio gaseoso (Pinto 2001).

La humedad óptima del compostaje se puede situar alrededor del 30 a 55% aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. El contenido de humedad ideal para el compostaje debe considerar una adecuada humedad para las necesidades fisiológicas de los microorganismos y un adecuado flujo de oxígeno para mantener las condiciones aeróbicas.

Cuando la humedad es excesiva (mayor a 65°C) la proliferación microbiana es suprimida, no por la sobreabundancia de agua sino debido a que disminuye el intercambio gaseoso y por lo tanto existe menor disponibilidad de oxígeno, generando un ambiente anaeróbico (Alexander 1977).

Por último se debe considerar la producción metabólica de agua. La producción de agua metabólica puede ser de un rango entre 0,29 a 0,71 kg por kg de materia seca perdida (Harper et al. 1992).

pH, es un parámetro importante para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos.

Los microorganismos tienen distintos requerimientos de pH, el rango ideal se encuentra entre 6,5 y 8,0 (Graves 2000)

Los niveles de pH varían en respuesta a los materiales utilizados en la mezcla inicial y a la producción de varios productos y compuestos intermedios producidos durante el compostaje.

Durante el proceso de compostaje se producen diferentes fenómenos o procesos que hacen variar este parámetro. Al comienzo y como consecuencia del metabolismo fundamentalmente bacteriano, los complejos carbonados fácilmente degradables, se transforman en ácidos orgánicos, provocando que el pH descienda. Luego los niveles aumentan como consecuencia de la formación de amoníaco, alcanzando valores más altos (alrededor de 8,5), lo cual coincide con el máximo de actividad de la fase termófila (Guerra et al., 2001). Finalmente, el pH disminuye en la fase

final o de maduración (pH entre 7 y 8) debido a las propiedades naturales de amortiguador o tampón de la materia orgánica (Graves 2000).

Problemas asociados: El exceso de iones OH^- provoca la volatilización del amoníaco (NH_3). El amoníaco se encuentra en equilibrio con el amonio (NH_4^+) hasta valores cercanos a 9, sin embargo cuando éste es mayor, comienza a aumentar el NH_3 y por ende la volatilización.

Altos niveles de pH también provocan la formación de precipitados (insoluble) de elementos biológicos esenciales como cobre (Cu) y zinc (Zn) (Mathur 1991).

En el otro extremo, una excesiva acidez (H^+) puede causar la liberación de iones bases esenciales, como calcio (Ca) y magnesio (Mg) de los organismos, y metales tóxicos como aluminio (Al), manganeso (Mn) y cobre (Cu) o de la materia orgánica (Mathur 1991). También las condiciones muy ácidas son perjudiciales para los microorganismos, particularmente para las bacterias.

Aireación, Es un factor importante en el proceso de compostaje y, por tanto, un parámetro a controlar.

El oxígeno es esencial para el metabolismo y la respiración de los microorganismos aerobios y para oxidar las moléculas orgánicas presentes en los residuos. La aireación tiene varios objetivos, mezclar los materiales, soltarlos (evitar compactación), creación de nuevas superficies de ataque para los microorganismos, aportar el oxígeno suficiente a los microorganismos y permitir al máximo la evacuación del dióxido de carbono producido.

El estatus del oxígeno en una masa de compostaje está dado por las tasas de utilización y suministro (Pinto, 2001). El suministro óptimo es de 0,6-1,8 $\text{m}^3\text{aire/día/kg}$ de sólidos volátiles durante la etapa termofílica del compostaje (Mathur 1991).

La aireación debe mantenerse en unos niveles adecuados (mayor al 5%) durante el proceso, teniendo en cuenta además que las necesidades de oxígeno varían a lo largo del proceso. Al principio de la actividad oxidativa, la concentración de oxígeno en los espacios porosos es cerca de 15-20% (similar a la composición normal del aire), y la concentración de CO_2 entre

0.5-5%. A medida que progresa la actividad biológica, la concentración de oxígeno baja y la de CO₂ aumenta.

Se pueden presentar durante la etapa de enfriamiento un aumento en la utilización de oxígeno debido presumiblemente al uso de sustratos restantes o productos inestables por nuevas poblaciones microbianas (Harper et al. 1992)

La aireación no debe ser excesiva, puesto que pueden producir variaciones en la temperatura y en el contenido en humedad. Así, por ejemplo, un exceso de ventilación podría provocar evaporación que inhibiría la actividad microbiológica hasta parar el proceso de compostaje, con lo que podría dar la impresión de que el proceso ha concluido. Una aireación excesiva también puede contribuir a la volatilización del amoníaco (Graves 2000).

2.2. Antecedentes

Uribe y Estrada *et. al.* (2001) reportan el estudio donde se evaluó el proceso de compostaje de gallinaza de aves de jaula y el efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) sobre la composición física y química del compost. La metodología empleada considera un proceso aeróbico mediante la remoción del material mecánicamente, se tomaron muestras semanales para mediciones de humedad y pH, al final del proceso se realizaron análisis químico para determinar la calidad del producto. Se trabajó bajo un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con un grupo testigo y dos tratamientos con cinco réplicas para cada uno, mezcla de gallinaza + aserrín más microorganismos eficaces una sola vez y mezcla de gallinaza + aserrín en proporción 1 :1+E M.

El proceso de compostación se produjo de la segunda a la cuarta semana y el secado de la quinta a la sexta semana para todos los tratamientos; sin embargo la mezcla de la gallinaza con EM, presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto a la formulación de gallinaza, aserrín y EM en pH, mostrando un descenso más rápido, por debajo de 8.5, lo cual indica una aceleración en el proceso de estabilización del compost. Las pruebas físico-químicas realizadas al final muestran mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de

gallinaza con EM. Los valores en la relación Carbono/Nitrógeno y en la Capacidad de Intercambio catiónico, fueron adecuados para este tipo de compostajes en los tres tratamientos.

Perez y Cespedes et. al. (2008) menciona que los beneficios de la aplicación de enmiendas orgánicas en la agricultura son conocidos a nivel mundial; sin embargo, existen muy pocos estudios sobre los contenidos nutricionales y actividad biológica de estos fertilizantes orgánicos. En República Dominicana estas enmiendas son aplicadas en la agricultura hace más de dos décadas; pero no han sido estudiadas. El objetivo de la investigación fue determinar las características física-químicas y microbiológicas de las enmiendas orgánicas de mayor uso en República Dominicana, así como las fuentes utilizadas para su preparación. Las muestras de enmiendas orgánicas fueron recolectadas en las localidades de Jarabacoa, Espaillat, La Vega y Montecristi durante el periodo enero del 2005 a julio 2006. En total se analizaron 43 muestras. Los resultados demostraron que el tipo compostaje de la planta Jarabacoa "BPJ" (gallinaza, pulpa de café, tierra de bosque y una proporción menor de residuos vegetales) presentó valores superiores de materia orgánica (MO) con 44%, P (6.1%), K (3.6%), Ca (21.7%) y micro nutrientes (Mn y Zn) que los otros bokashi evaluados. El mayor contenido de MO (52%) entre los materiales compostados se observó en el tipo CEP tiene en M.O 42.8% N 2,28% P 0,57% K 1,05% (Ceniza de cascarilla de arroz, pulpa de café, gallinaza, leguminosas, residuos de bananos picados y agua). de M.O, CFCJ para M.O 27,9% N 0,82% P 0,785 % y K 0,21 % (pulpa de café, residuos de bananos picados y residuos de malezas, suelo, gallinaza, cal y agua). y CMC tiene en M.O 25,4 %, N 1,19% P 0,60% K 1,25% (estiércol caprino, estiércol vacuno, gallinaza, pulpa de café, "tuza" de maíz molida, residuos de plantas leguminosas, ceniza de cascarilla de arroz y agua). CPM tiene en M.O 25,4 % N 1,12% P 0,64% y K 1,24% (ceniza de cascarilla de arroz, pulpa de café, gallinaza, leguminosas y agua). El contenido de MO fue superior en humus de lombriz (76% promedio) comparado con los bokashi y los compost. Los resultados mostraron que las características físicas, químicas y biológicas de las enmiendas orgánicas evaluadas varían con las condiciones de manejo,

tipo de material utilizado en su preparación, condiciones ambientales y procesos de elaboración.

Tituaña (2009) reporta que la Fuente de Microorganismos que permitió la mejor descomposición de los desechos orgánicos fue f1 (Compost treet), presentando los mejores resultados en las siguientes variables: Temperatura a diferentes semanas: semana 1 (57.16°C), semana 5 (36.33°C), semana 9 (22.66°C); pH (8.51), humedad (68.63%), Tiempo de descomposición (72.33 días) y grado de conversión (81.21% M.S.), así como también presentó los más altos valores de Macronutrientes y materia orgánica.

La mejor dosis de aplicación de los Microorganismos para la elaboración de compost fue la dosis alta d3 (Más el 50% de la dosis recomendada), pues presentó los mejores resultados en las siguientes variables: Temperatura semana 1 (53.39°C), semana 5 (34.44°C), semana 9 (20.75°C), pH (8.51) y se obtuvo en un tiempo de 71.42 días. En cuanto a los análisis químicos, la d1 (Menos del 50% de la dosis recomendada) fue la mejor.

La mejor interacción fue f2d1 (PE Compost 7.5 g en 10 litros de agua x m3), la cual presentó los mejores resultados referentes al proceso, como también presentó los mejores resultados una mayor cantidad de elementos nutrimentales y una mejor relación B/C de 1.69.

En la prueba de eficacia, realizado en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* var. Green Salad Bowl), se observó que la interacción f1d2 (Compost treet 96 g) presentó el mayor porcentaje de germinación con 85%, además presentó la mejor altura de plántula con 9.37 cm al transplante, el mayor peso radicular con 1.97 gramos y el mayor peso del follaje fresco con 11.37 gramos.

Desde el punto de vista económico la mejor relación Beneficio/Costo, se obtuvo con la interacción f2d1 (PE Compost 7.5 g en 10 litros de agua x m3) que alcanzó una relación B/C de 1.69; es decir que, por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de sesenta y nueve centavos.

Parra (2008) menciona que realizó en el Centro Agropecuario Marengo, (propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, Mosquera –

Cundinamarca) la caracterización de la mezcla de dos tipos de estiércol (gallinaza y bovinaza), durante el proceso de compostaje, se realizó a todos los tratamientos, los análisis de laboratorio para determinar la caracterización física, química y microbiológica. Se elaboraron nueve pilas en condiciones aeróbicas, Cada pila se dispuso con dimensiones de 0.80m de alto con 1.50m de ancho y 1.50 largo, con un peso de 200 Kg por pila durante un periodo de dieciocho semanas. Se evaluaron durante las semanas uno, cinco, diez, catorce y dieciocho, las características físico-químicas de temperatura y pH, a estos se les realizaron recuentos de microorganismos en placa durante el proceso de degradación de los estiércoles. En el producto final de los tratamientos de compostaje se hizo la evaluación respecto a los parámetros de calidad, Norma ICONTEC NTC 5167 análisis de las propiedades fisicoquímicas humedad, pH, conductividad eléctrica, porcentaje de cenizas, CO total, N, relación C/N, P, Ca, K, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn, análisis de la detección por ausencia y presencia de **Salmonella sp**, Enterobacterias, Fitopatógenos y microorganismos solubilizadores de fósforo. Se halló estadísticamente una diferencia significativa entre todos los tratamientos y sus características determinantes respecto a sus propiedades como abonos orgánicos. Se evidencio la posibilidad de obtener un buen compost con todo los parámetros de calidad a base de gallinaza sola como el tratamiento 1 y de bovinaza sola como el T5, esto nos disminuye los costos, no hay necesidad de adición de aditivos, y se convierte en una alternativa eficiente para la solución a estos residuos dentro de las fincas brindando un valor agregado a estos dos tratamientos. Solo es necesario controlar los parámetros básicos de humedad y aireación por medio de volteos semanales.

Tortarolo y Pereda et. al. (2008) dicen que el hombre por su actividad genera un enorme volumen de residuos que en la actualidad están ocasionando severos problemas de almacenamiento a nivel mundial. Frente a esta problemática, una alternativa posible es el compostaje.

El objetivo del presente trabajo fue medir la evolución de la temperatura durante el proceso de compostaje de materiales orgánicos con distinta relación C/N, con y sin inoculación de microorganismos con la finalidad de

seleccionar la metodología más adecuada para conseguir el producto final en el menor período de tiempo. Este proceso se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, sobre tres materiales iniciales: residuos orgánicos de origen vegetal y residuos orgánicos de origen vegetal con estiércol de caballo en dos proporciones: 1:1 y 3:1, respectivamente. Los tratamientos realizados por triplicado consistieron en: i) la inoculación de microorganismos (bacterias, hongos y bacterias + hongos), ii) la incorporación de compost maduro y la adición de aminoácidos como fuente de nitrógeno y controles para cada uno. Los tratamientos que recibieron inóculo alcanzaron temperaturas más altas y la fluctuación de las mismas fue menor durante la fase termófila ($P < 0,05$); no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin adición de nitrógeno. Los picos más marcados de temperatura en los tratamientos inoculados se alcanzaron entre el segundo y cuarto día de inicio del proceso, mientras que en los controles se alcanzó en el octavo día. La relación C/N del material inicial condicionó el tiempo de compostado siendo menor en aquellos materiales con la menor relación y en los que fueron inoculados con microorganismos y con adición de nitrógeno.

Hurtado (2014) reporta el trabajo propuesto que desarrolló en la Granja Experimental Bengala de la Universidad del Quindío. El trabajo demostró la acción aceleradora de los microorganismos transformadores de materia orgánica (TMO) cuando son inoculados en los procesos de compostaje realizados con las deyecciones de bovinos, porcinos y conejos. El proyecto propende por una mejor disposición de las excretas de los animales de la granja en mención, proponiendo como sistema de disposición el proceso de compostaje, agilizado con la adición del acelerador (microorganismos transformadores de materia orgánica TMO). El sistema mejora sin duda los modelos de disposición tradicionales (estercoleros o disposición indiscriminada en la granja), los cuales impactan negativamente las condiciones sanitarias de las instalaciones y los potreros de las unidades productivas.

En campo se establecieron 15 tratamientos, tres de ellos (excretas de bovino, porcino y conejo) actuaron como tratamientos testigo, los cuales

no se intervinieron con el producto en estudio; tres más con adición del producto: (microorganismos transformadores de materia orgánica TMO) a razón de 1 l/ton de materia orgánica (excretas de bovino, porcino y conejo), otros tres tratamientos con adición del mismo producto a razón de 2 l/ton de materia orgánica (excretas de bovino, porcino y conejo), otros tres tratamientos con adición del mismo producto a razón de 3 l/ton de materia orgánica (excretas de bovino, porcino y conejo) y otros tres tratamientos con adición del mismo producto a razón de 4 l/ton de materia orgánica (excretas de bovino, porcino y conejo).

La investigación demostró claramente que los tratamientos intervenidos con el producto acelerante, acortaron el tiempo de maduración y por ende su habilitación frente a los tratamientos testigo sin adición del producto en estudio, en este sentido se destacan en el trabajo los siguientes resultados: En los compostajes realizados con Bovinaza, se redujo el tiempo de maduración en 85 días entre el tratamiento testigo sin acelerante T1B y el tratamiento T4B adicionado con 3 l/ton de biomasa. En los compostajes realizados con Porcinaza, se redujo el tiempo de maduración en 40 días entre el tratamiento testigo sin acelerante T1P y el tratamiento T4P adicionado 3 l/ton de biomasa. En los compostajes realizados con Conejaza, se redujo el tiempo de maduración en 55 días entre el tratamiento testigo sin acelerante T1C y el tratamiento T3C adicionado con 2 l/ton de biomasa.

2.3. Hipótesis de investigación

Hipótesis general

Si aplicamos microorganismos eficaces, entonces tendremos efectos significativos en la caracterización física y química de las enmiendas orgánicas en condiciones climáticas del Valle de Monzón - Huamalies, Región Huánuco.

Hipótesis específicos

Si aplicamos microorganismos eficaces en las enmiendas orgánicas, entonces tendremos efectos significativos en la caracterización física.

Si aplicamos microorganismos eficaces en las enmiendas orgánicas, entonces tendremos efectos significativos en la caracterización química.

2.4. Variables y operacionalización de variables

Cuadro 01. Variables e indicadores

VARIABLES		INDICADORES
Independiente	Microorganismos eficaces (EM)	<p>T₁: 1Lt. EM (Microorganismos Eficaces) + estiércol de vacuno+ restos vegetales (plátano, cascarilla de café y kudzu)</p> <p>T₂: 1Lt. EM (Microorganismos Eficaces) + estiércol de vacuno + estiércol de cuy + restos vegetales (plátano, cascarilla de café y kudzu)</p> <p>T₃: 1Lt. EM (Microorganismos Eficaces) + estiércol de cuy +restos vegetales (plátano, cascarilla de café y kudzu)</p>
Dependiente	Característica físicas	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad - Temperatura
	Características químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Nitrógeno - Fosforo - Potasio - Materia orgánica - Relación C/N
Interviniente	Condiciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Humedad - Precipitación

Fuente: Elaboración propia

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Es aplicada porque se recurrió a los principios de la ciencia sobre el uso de microorganismos eficaces ampliamente estudiados para mejorar las características físicas y químicas de las enmiendas orgánicas en condiciones climáticas del valle de Monzón, para solucionar así el uso de enmiendas orgánicas de buena calidad elaborados con sus propios insumos y en su misma zona, aplicándolos en sus suelos degradados como enmiendas orgánicas.

3.1.2. Nivel de investigación

Es experimental porque se manipulará la variable independiente (microorganismos eficaces), se medirá la variable dependientes (características físicas y químicas) y se comparará con un testigo (sin aplicación de microorganismos eficaces)

3.2. Lugar de ejecución

El presente trabajo se desarrolló en la ex hacienda perteneciente a uno de los beneficiarios del Proyecto Recuperación de Suelos Degradados en la Cuenca Alta del Rio Monzón, Provincia de Huamalies, cuya ubicación política corresponde:

Ubicación política

Región : Huánuco
Provincia : Huamalies
Distrito : Monzón
Lugar : Valle de Monzón

Posición geográfica

Altitud : 980 msnm
Coordenadas : 340698 E, 8973908 N

Zona de Vida

Joseph A y Tossi (1976) indica que la zona de vida a la que pertenece es de Bosque muy humedo – Premontano Tropical (bmh-PT), La temperatura promedio anual es de 25.6°C, el promedio de precipitación anual es de 4,376 y mínimo de 2,193 mm.

Topografía

La configuración topográfica es generalmente abrupta con gradientes sobre 7% y muy susceptibles a la erosión, presentan suelos ácidos medianamente profundos a superficiales de tonos rojizo amarillo y pertenecientes a grupos edafogenéticos como Acrisoles orticos (horizonte B corto), Cambisoles distintos (pocos fértiles) y Eutricos (fértiles).

Hidrografía

El sistema hidrográfico se encuentra el Rio Monzón, siendo el más predominante.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

Población

Estuvo constituido por 9 composteras con la aplicación de microorganismos eficaces, estiércol de animales (vacunos y cuyes) y restos vegetales de plátanos, cascarilla de café y kutso.

Muestra

Se tomaron pilas composteras áreas netas experimentales haciendo un total de 9 muestras por todas las áreas netas experimentales a evaluar.

Tipo de muestreo

Probabilístico estadístico porque todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de formar parte de uno de los tres tratamientos, del mismo que para análisis se recolecto 1 kg de muestra por cada pila, es decir por cada unidad experimental.

Unidad de análisis

Estuvo constituido por las pilas de cada compostera

Características de las camas de compostaje.

Longitud de pila	: 1.50 m
Ancho de la pila	: 1.50 m
Área total de la pila	: 2.25 m ²

Característica del campo experimental.

Número de tratamientos	: 3
Repeticiones por tratamiento	: 3
Total de unidades experimentales	: 9
Ancho del campo experimental	: 8.50 m
Largo del campo experimental	: 8.50 m
Ancho de los caminos	: 1.00 m
Área total del campo	: 72.25 m ²

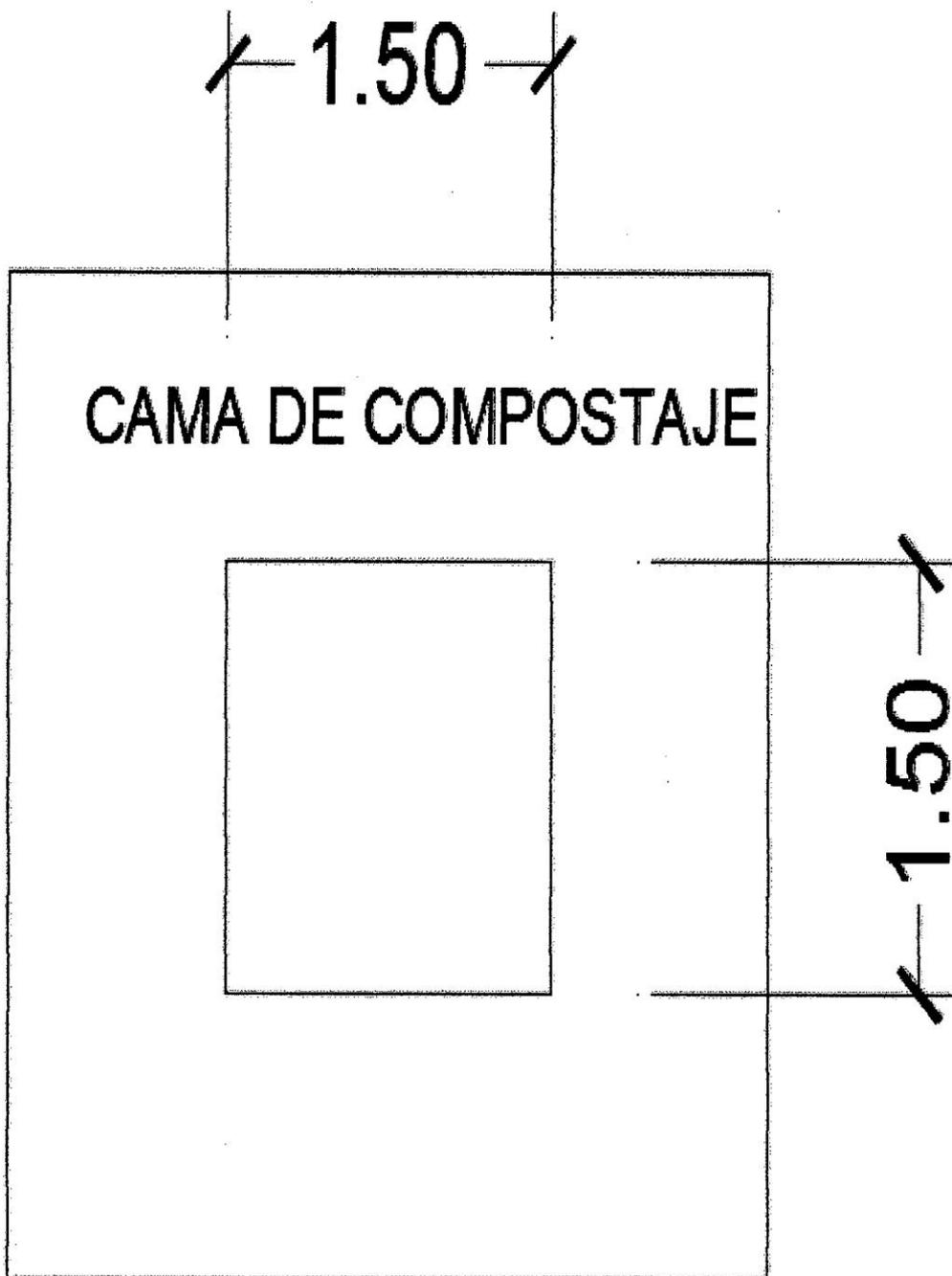


Figura 01. Plano de cama de enmienda orgánica

Escala: 1/20

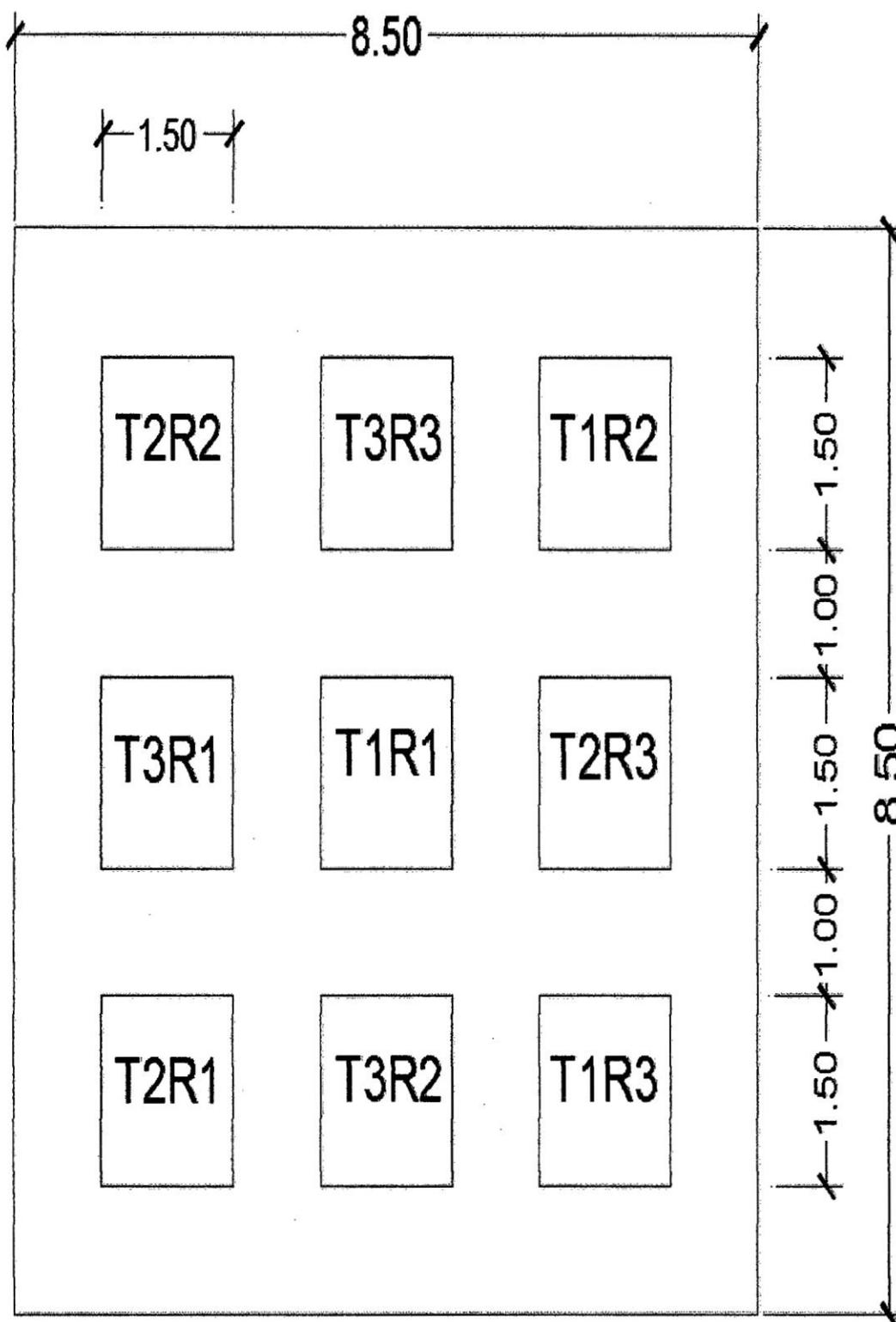


Figura 02. Plano de distribución de las camas de enmiendas orgánicas

Escala: 1/20

3.4. Tratamientos en estudio

Cuadro 02. Factores y tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	DOSIS
T ₁	1 Lt. EM (Microorganismos Eficaces) + 150 kg estiércol de vacuno, restos vegetales (40 kg plátano, 30 kg cascarilla de café y 30 kg kudzu)
T ₂	1 Lt. EM (Microorganismos Eficaces)+ 75 kg estiércol de vacuno, 75 kg de estiércol de cuy, restos vegetales (40 kg plátano, 30 kg cascarilla de café y 30 kg kudzu)
T ₃	1 Lt. EM (Microorganismos Eficaces)+ 150 kg estiércol de cuy, restos vegetales (40 kg plátano, 30 kg cascarilla de café y 30 kg kudzu)

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Prueba de hipótesis

H1: Con la aplicación de microorganismos eficaces tendremos efectos significativos en la caracterización física y química de las enmiendas orgánicas.

H0: Con la aplicación de microorganismos eficaces no tendremos efectos significativos en la caracterización física y química de las enmiendas orgánicas.

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental con Diseño Completo al Azar (DCA), constituido de tres tratamientos (EM + Residuos) con tres repeticiones por cada tratamiento.

- a. El modelo estadístico lineal para un diseño completamente al azar .El análisis se ajusta a la siguiente ecuación

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

$$i = 1,2,3,\dots, t \text{ y } j = 1,2,3,\dots, n$$

Dónde:

Y_{ij} = es la respuesta (variable de interés o variable medida)

U = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i .

E_{ij} = es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij} , donde

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

Análisis de la Varianza para el modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás

b. Metodología

Se utilizará el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 5 y 1%, para determinar la significación estadística entre repeticiones y tratamientos aplicando la prueba de Fisher "F". Para la comparación de los promedios la Prueba Rangos Múltiples de DUNCAN, al 5 y 1% de nivel de significancia.

Cuadro 03. Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DCA).

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (GL)	
Tratamientos	(t-1)	2
Error experimental	(r-1)(t)	6
TOTAL	(rt-1)	8

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Datos registrados

Evaluación de características físicas

- a. Temperatura, la evaluación de la temperatura se registraron cada dos días, durante las nueve semanas que duró la evaluación.
- b. Humedad, la evaluación de la humedad se registraron cada dos días, durante las nueve semanas que duró la evaluación.

Evaluación de características químicas

- a. Análisis químico en el proceso de compostaje, se realizó el análisis químico en el proceso o desarrollo de la tesis, para lo cual se colectaran muestras de 1.00 kg por pila, haciendo un total de 9.00

kg, para ser trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; a la tercera semana de la instalación de la tesis.

- b. Análisis químico en el proceso de compostaje, se realizó el análisis químico en el proceso o desarrollo de la tesis, para lo cual se colectaran muestras de 1.00 kg por pila, haciendo un total de 9.00 kg a la sexta semana después de la instalación, para ser trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- c. Análisis final del compost, al finalizar la tesis a la novena semana también se realizó los análisis químicos.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

Técnicas bibliográficas

Fichaje

Fueron de gran utilidad en el estudio y análisis de manera objetiva y sistematización de los documentos leídos para elaborar el sustento teórico.

Análisis de contenido

Elaborar el sustento teórico

Técnicas de campo

Observación

Porque permitió directamente la recolección de datos en cuanto a temperatura y humedad a partir de los 3 días del inicio de la tesis y durante las 9 semanas consecutivas.

Técnica de laboratorio y evaluación en campo

Permitió tener la información del análisis de laboratorio y evaluación en campo con ayuda de equipos para medir la humedad y la temperatura a los 3 días de la instalación de la tesis y durante las 9 semanas restantes.

3.5.4. Instrumentos de recolección de información

a. Instrumentos bibliográficos

Fichas

Permitirá anotar la información existente en los libros, revistas, etc, con respecto al estudio.

Fichas de localización

Bibliográficas

Se utilizará para recopilar información de los libros, tesis, etc.

Hemerográficas

Se utilizará para recopilar información del Internet, revistas, etc, existentes sobre el cultivo en estudio.

Fichas de Investigación**Textuales**

Se utilizará para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos.

Comentarios

Se utilizará para la recopilación de información a manera de comentario de los textos bibliográficos y hemerográficos.

Resumen

Se utilizará para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos y hemerográficos.

b. Instrumentos de campo**Libreta de campo**

Donde se registraron los datos de las características físicas y químicas desde el inicio en el proceso y al finalizar la tesis.

La Observación

Permitió recolectar los datos directamente del campo experimental.

3.6. Materiales, equipos y recursos humanos**Insumos:**

Microorganismos eficaces activados, estiércol de vacuno y cuy, restos de plátanos, cascarilla de café y kudzu.

Equipos y herramientas

Cámara fotográfica, balanza digital, GPS, machete, cordel, wincha, pala, envases de plásticos con medida.

Equipos para procesar datos:

Computador (impresora, papel, lapicero, corrector, fotocopias), USB.

Recursos humanos:

Personas que participarán en el proyecto de la investigación:

Investigador: Ortiz Ríos, Wilser Carbonel

3.7. Conducción de la investigación

Inicio de la instalación de las camas composteras

Se instalaron 9 pilas de 250 kg de acuerdo a los tratamientos establecidos en el diseño estadístico.

Cronograma de volteo y riego

Los volteos de cada pila se realizaron cada 7 días durante 9 semanas haciendo un total de nueve volteos. El riego se realizó con ayuda de una regadera con el cual se inoculo los microorganismos activados.

Observación y evaluación de las características físicas

Se colectaron muestras de 1.00 kg por cada tratamiento y sus repeticiones, las muestras recogieron cada 3 semanas desde la instalación hasta la novena semana, después se trasladó al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se realizará los análisis químicos plateados.

3.8. Recursos de materiales y financieros

Recursos materiales e insumos

Los materiales usados en el transcurso de la investigación fueron financiados por el tesista.

Recursos financieros

Los recursos financieros son cubiertos en su totalidad por el tesista

IV. RESULTADOS

Los resultados se expresaron en promedios que se presentaron en cuadros y figuras interpretadas estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANDEVA) a través de las cuales se estableció las diferencias significativas entre tratamientos, donde los parámetros son iguales se denotan con (ns) mientras (*) representa que es significativo y (**) altamente significativo.

Para comparar los promedios de los tratamientos para cada una de las variables evaluadas, test de Rangos múltiples de Duncan al nivel de significación 0,05 y 0,01 de probabilidad, donde los tratamientos con la misma letra indican que entre ellas no existen diferencias estadísticas significativas y las que no están unidas representan diferencias estadísticas significativas.

4.1. Evaluación de las características físicas del EM-Compost

4.1.1. Temperatura (°C)

a. Primera evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza nos indica un valor altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4,12% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,82$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 04. Análisis de varianza para la Temperatura - Primera evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	228.62	114.31	19.69**	5.14	10.96
Error	6	34.83	5.81			
Total	8	263.45	32.93			

CV= 4,12%

SX= $\pm 0,82$

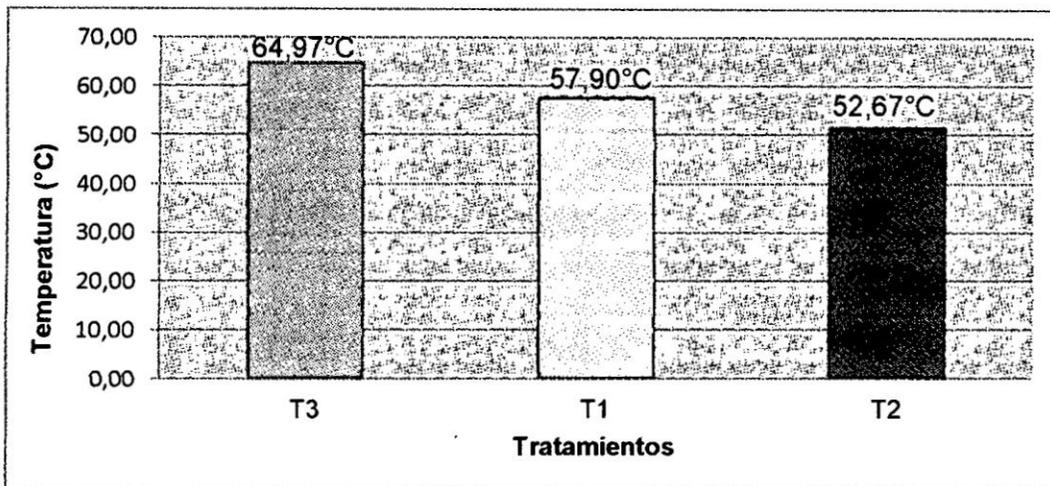
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, ocupando el tratamiento T3 el Orden de Mérito Uno con 64,97°C de promedio. Al nivel de significación del 0,01 se muestran dos grupos diferentes la primera entre T1 y T3 unidos por la letra a y otro grupo entre T2 y T1 unidos por la letra b.

Cuadro 05. Prueba de Duncan para la Temperatura - Primera evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	64,97	a	a
2	T1	57,90	b	a b
3	T2	52,67	c	b

$\bar{Y} = 58,51$

Figura 03. Promedios de Temperatura – Primera evaluación



b. Segunda evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,28% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,85$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 06. Análisis de varianza para la Temperatura - Segunda evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	170.99	85.49	24.39**	5.14	10.96
Error	6	21.03	3.51			
Total	8	192.02	24.00			

CV= 3,28%

SX= $\pm 0,85$

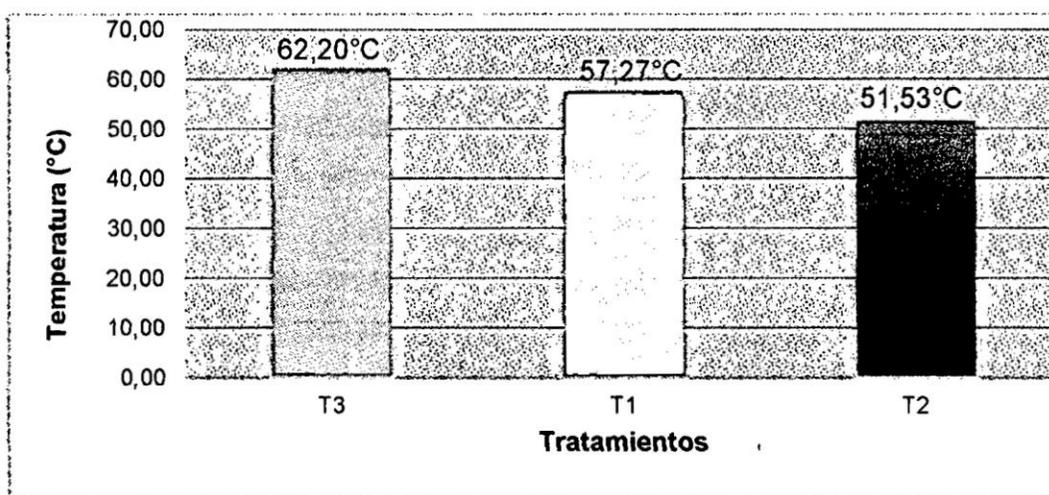
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, ocupando el tratamiento T3 el Orden de Mérito Uno con 62,20°C de promedio. Al nivel de significación del 0,01 los tratamientos T3 y T1 son estadísticamente idénticos, y superiores al tratamiento T2.

Cuadro 07. Prueba de Duncan para la Temperatura - Primera evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	62,20	a	a
2	T1	57,27	b	a
3	T2	51,53	c	b

$$\bar{Y} = 57,00$$

Figura 04. Promedios de Temperatura – Segunda evaluación



c. Tercera evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,78% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,87$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 08. Análisis de varianza para la Temperatura - Tercera evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	135.55	67.77	28.10**	5.14	10.96
Error	6	14.47	2.41			
Total	8	150.02	18.75			

$$CV = 2,78\%$$

$$SX = \pm 0,87$$

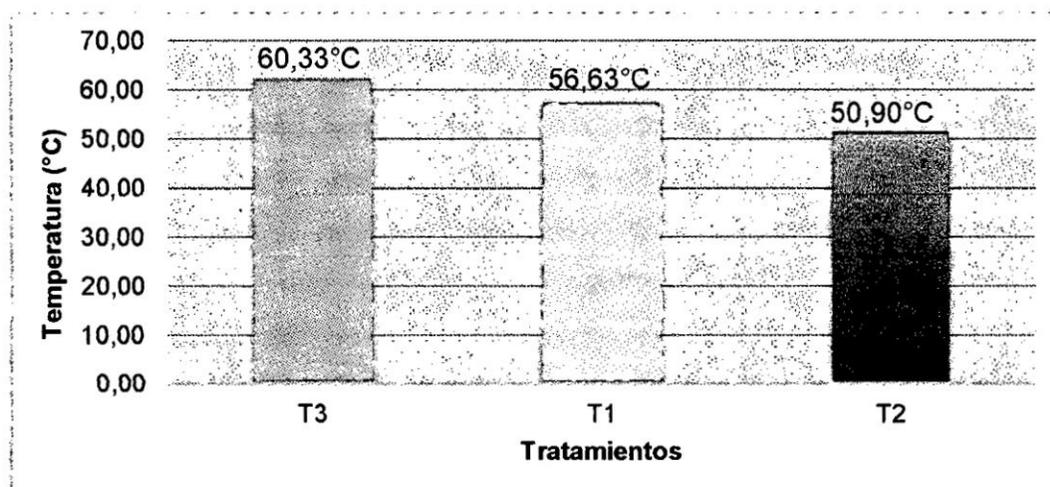
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, ocupando el tratamiento T3 el Orden de Mérito Uno con 60,33°C de promedio. Al nivel de significación del 0,01 los tratamientos T3 y T1 son estadísticamente idénticos, y superiores al tratamiento T2, el mismo que ocupó el tercer lugar de Orden de Mérito con 50,90°C de promedio.

Cuadro 09. Prueba de Duncan para la Temperatura - Tercera evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	60,33	a	a
2	T1	56,63	b	a
3	T2	50,90	c	b

$$\bar{Y} = 55,96$$

Figura 05. Promedios de Temperatura – Tercera evaluación



d. Cuarta evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,84% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,86$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la Temperatura - Cuarta evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	122.53	61.26	25.90**	5.14	10.96
Error	6	14.19	2.37			
Total	8	136.72	17.09			

CV= 2,84%

SX= ± 0,86

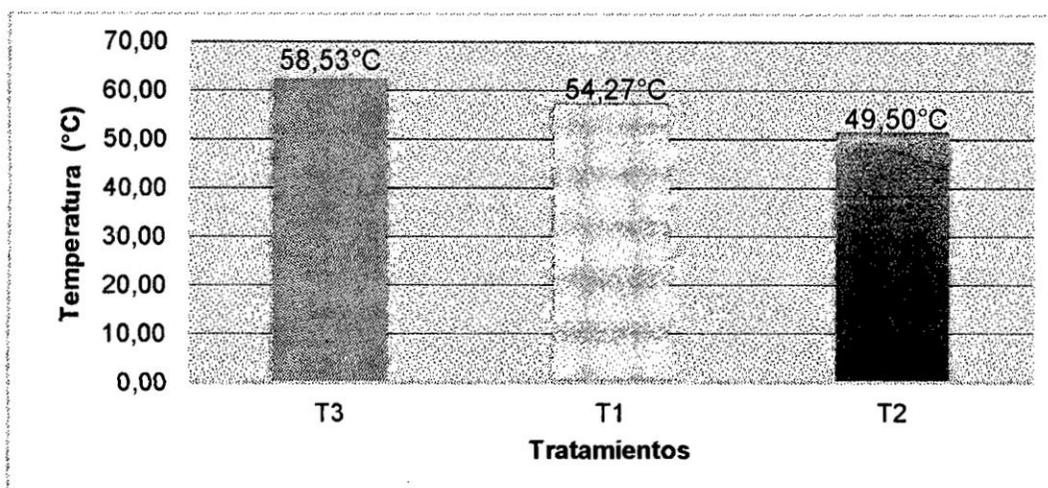
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 todos los tratamientos son estadísticamente diferentes, ocupando el tratamiento T3 el Orden de Mérito Uno con 58,53°C de promedio. Al nivel de significación del 0,01 los tratamientos T3 y T1 son estadísticamente idénticos, y superiores al tratamiento T2. El mayor promedio lo obtuvo T3 con 58,53°C seguido de 54,27°C de promedios respectivamente, el tratamiento T2 alcanzó el promedio más bajo con 49,50°C.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para la Temperatura - Cuarta evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	58,53	a	a
2	T1	54,27	b	a
3	T2	49,50	c	b

 $\bar{Y} = 55,96$

Figura 06. Promedios de Temperatura – Cuarta evaluación



e. Quinta evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,09% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,85$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la Temperatura - Quinta evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	112.44	56.22	23.50**	5.14	10.96
Error	6	14.35	2.39			
Total	8	126.79	15.85			

CV= 3,09%

SX= $\pm 0,85$

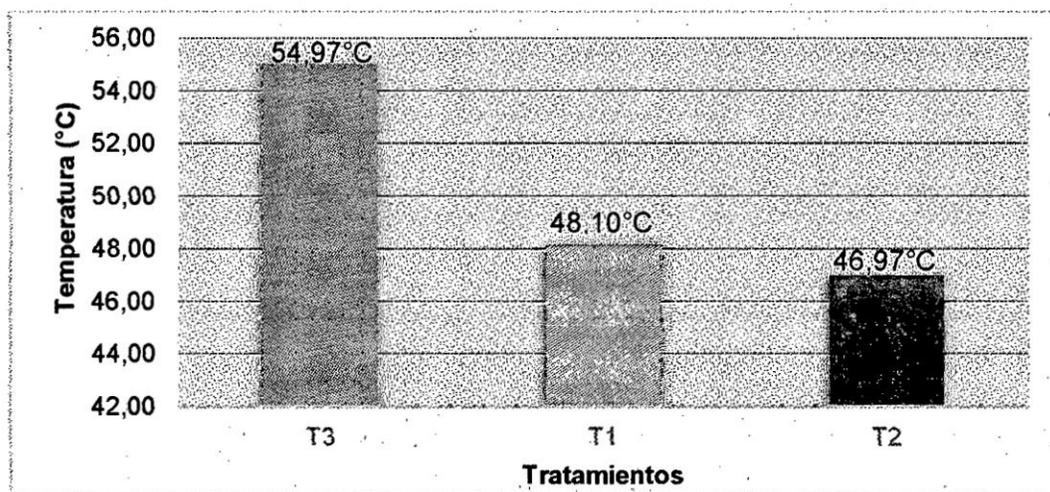
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 con 54,97°C de promedio es estadísticamente superior a los tratamientos T1 con 48,10°C y T2 con 46,97°C, estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la Temperatura - Quinta evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	54,97	a	a
2	T1	48,10	b	b
3	T2	46,97	b	b

$$\bar{Y} = 50,01$$

Figura 07. Promedios de Temperatura – Quinta evaluación



f. Sexta evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,24% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,65$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la Temperatura - Sexta evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	40.33	20.16	8.48*	5.14	10.96
Error	6	14.27	2.38			
Total	8	54.60	6.82			

$$CV = 3,24\%$$

$$SX = \pm 0,65$$

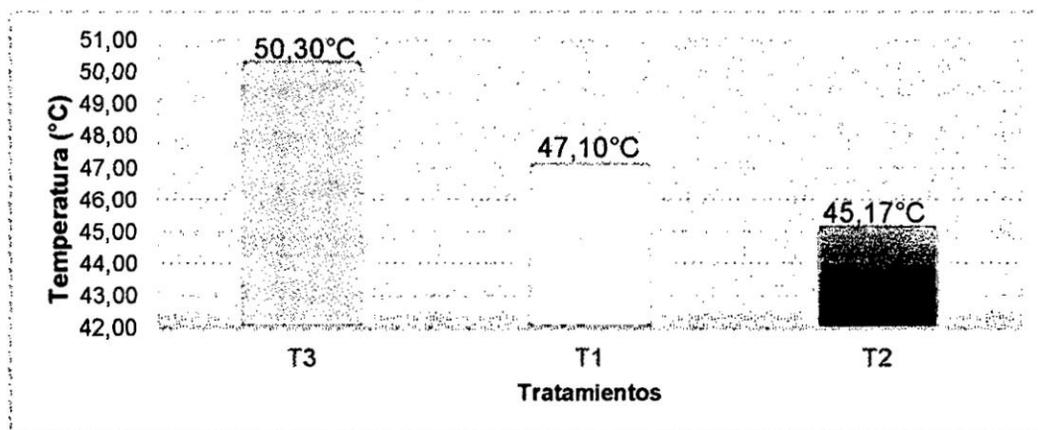
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 (50,30°C) es estadísticamente superior a los tratamientos T1 (47,10°C) y T2 (45,17°C), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la Temperatura - Sexta evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	50,30	a	a
2	T1	47,10	b	a b
3	T2	45,17	b	b

$$\bar{Y} = 47,52$$

Figura 08. Promedios de Temperatura – Sexta evaluación



g. Séptima evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,35% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,69$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la Temperatura - Séptima evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	12.70	6.35	9.70*	5.14	10.96
Error	6	3.93	0.65			
Total	8	16.63	2.08			

CV= 2,35%

SX= ± 0,69

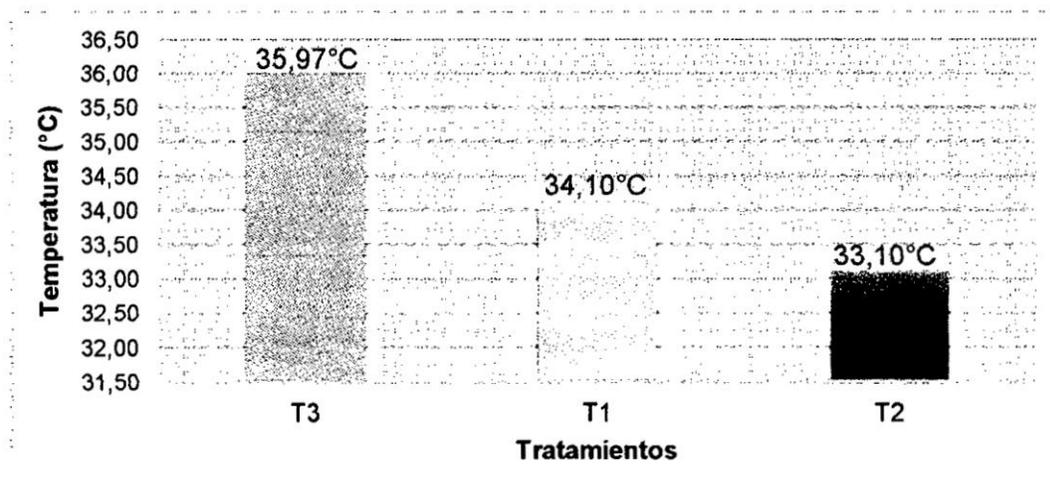
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 (35,97°C) es estadísticamente superior a los tratamientos T1 (34,10°C) y T2 (33,10°C), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para la Temperatura - Séptima evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	35,97	a	a
2	T1	34,10	b	a b
3	T2	33,10	b	b

 $\bar{Y} = 34,39$

Figura 09. Promedios de Temperatura – Séptima evaluación



h. Octava evaluación de promedios de temperatura

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,12% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,56$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la Temperatura - Octava evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	5.79	2.89	6.08*	5.14	10.96
Error	6	2.85	0.48			
Total	8	8.64	1.08			

CV= 2,12%

SX= $\pm 0,56$

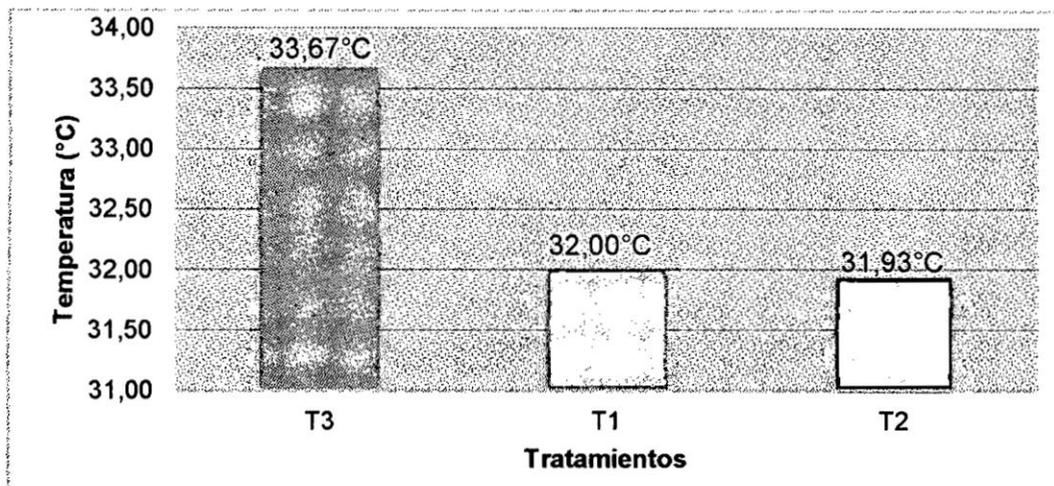
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 (33,67°C) es estadísticamente superior a los tratamientos T1 (32,00°C) y T2 (31,93°C), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para la Temperatura - Octava evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	33,67	a	a
2	T1	32,00	b	a
3	T2	31,93	b	a

$\bar{Y} = 32,53$

Figura 10. Promedios de Temperatura – Octava evaluación



i. **Novena evaluación de promedios de temperatura**

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,81% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,25$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la Temperatura - Novena evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.42	0.71	2.35 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	1.81	0.30			
Total	8	3.22	0.40			

CV= 1,81%

SX= $\pm 0,25$

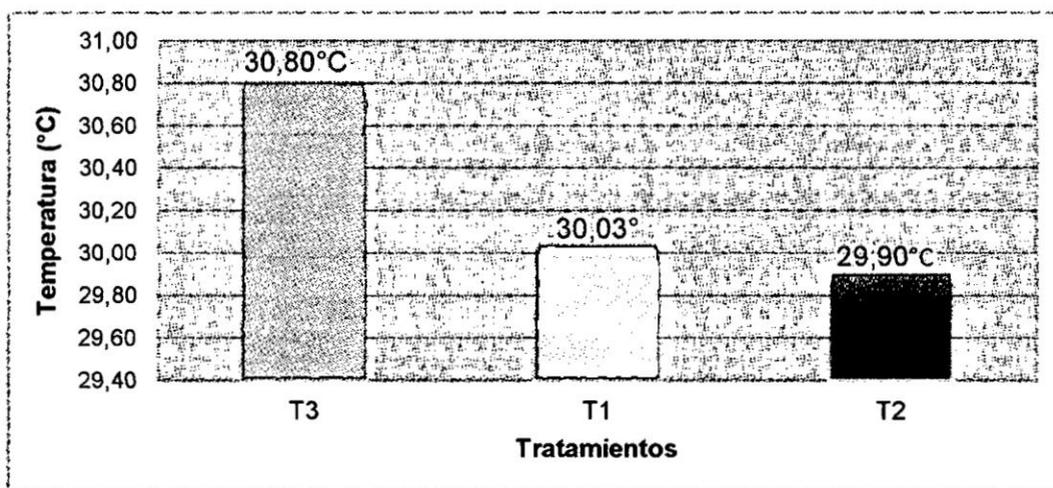
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen un solo grupo representado por la letra a y en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 (30,80°C) es estadísticamente superior a los tratamientos T1 (30,03°C) y T2 (29,90°C).

Cuadro 21. Prueba de Duncan para la Temperatura - Novena evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	30.80	a	a
2	T1	30.03	a	a
3	T2	29.90	a	a

$$\bar{Y} = 30,24$$

Figura 11. Promedios de Temperatura – Novena evaluación



4.1.2. Humedad relativa (%)

a. Primera evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,68% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,54$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la humedad – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	44.67	22.33	5.74*	5.14	10.96
Error	6	23.33	3.89			
Total	8	68.00	8.50			

CV= 2,68%

SX= ± 0,54

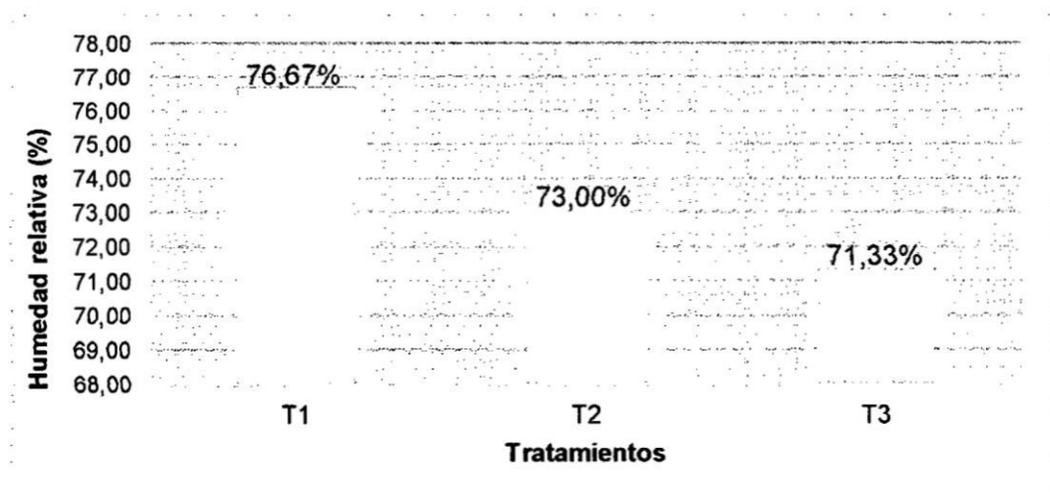
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 el tratamiento T1 es estadísticamente superior a los tratamientos T2 y T3 siendo sus promedios de 76,67%; 73,00% y 71,33% respectivamente. Al nivel de significación del 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente similares.

Cuadro 23. Prueba de Duncan para la humedad - Primera evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	76.67	a	a
2	T2	73.00	a b	a
3	T3	71.33	b	a

 $\bar{Y} = 73,67$

Figura 12. Promedios de humedad relativa – Primera evaluación



b. Segunda evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,05% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,62$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la humedad – segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	8.22	4.11	7.40*	5.14	10.96
Error	6	3.33	0.56			
Total	8	11.56	1.44			

CV= 1,05%

SX= $\pm 0,62$

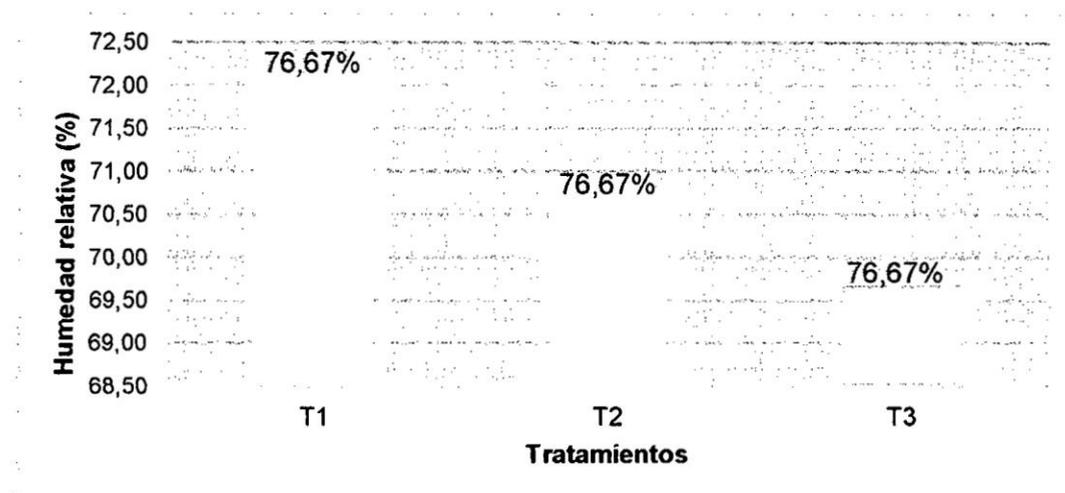
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 el tratamiento T1 es estadísticamente superior a los tratamientos T2 y T3 siendo sus promedios de 72,00%; 70,67% y 69,67% respectivamente. Al nivel de significación del 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente similares.

Cuadro 25. Prueba de Duncan para la humedad - Segunda evaluación

O M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	72.00	a	a
2	T2	70.67	a b	a
3	T3	69.67	b	a

$\bar{Y} = 73,67$

Figura 13. Promedios de humedad relativa– Segunda evaluación



c. Tercera evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,10% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,43$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la humedad – Tercera evaluación

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.67	0.33	0.60 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	3.33	0.56			
Total	8	4.00	0.50			

CV= 1,10%

SX= $\pm 0,43$

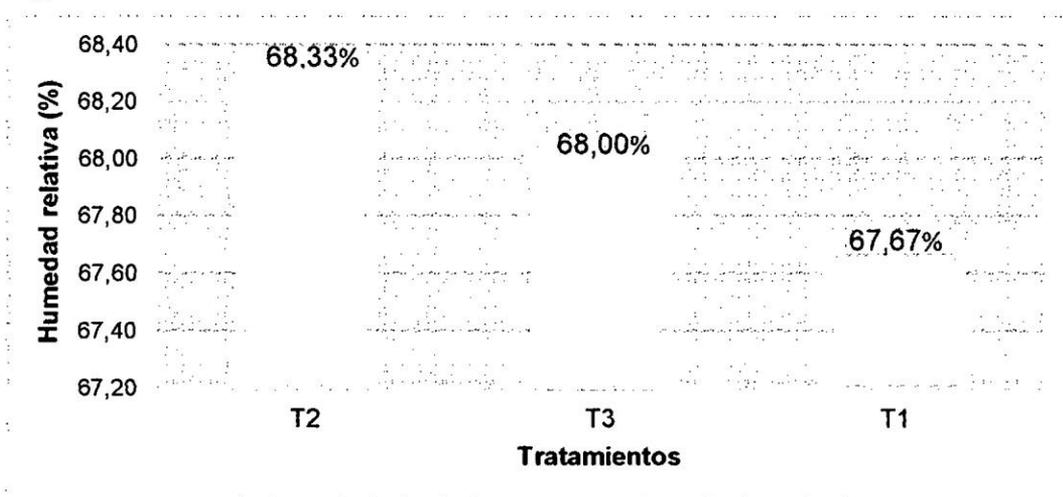
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 no existen diferencias en los promedios entre los tratamientos , es decir que todos los tratamientos son estadísticamente idénticos siendo los órdenes de mérito de la siguiente manera OM 1 - T2 (68,33%), OM 2 – T3 (68,00%) y OM 3 - T1 (67,67%).

Cuadro 27. Prueba de Duncan para la humedad - Tercera evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	68.33	a	a
2	T3	68.00	a	a
3	T1	67.67	a	a

$$\bar{Y} = 68,00$$

Figura 14. Promedios de humedad relativa – Tercera evaluación



d. Cuarta evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,84% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,37$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la humedad – Cuarta evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	9.56	4.78	3.31 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	8.67	1.44			
Total	8	18.22	2.28			

$$CV = 1,84\%$$

$$SX = \pm 0,37$$

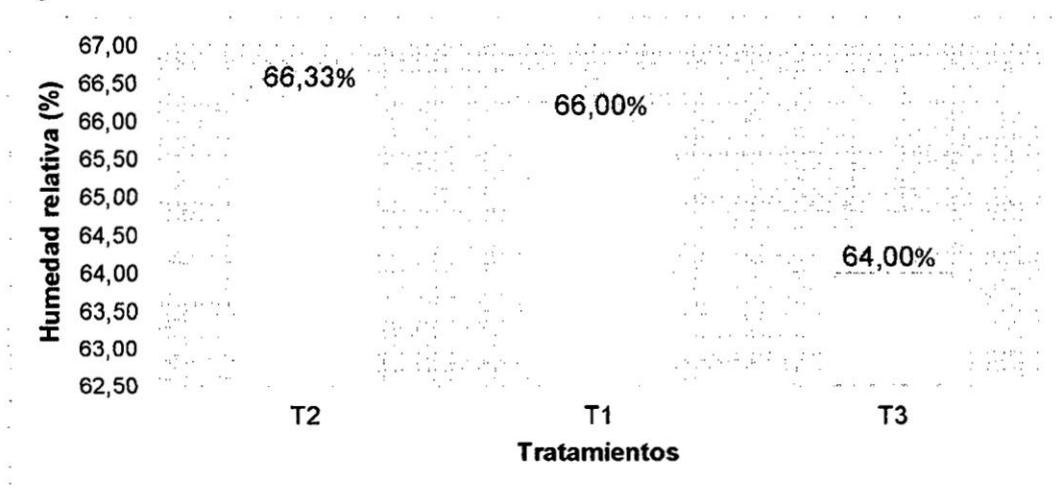
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 no se presentan diferencias entre los promedios de tal modo que no difieran estadísticamente entre ellos. El mayor promedio lo obtuvo T2 con 66,63% y el T1 obtuvo el promedio más bajo con 64,00% de promedio.

Cuadro 29. Prueba de Duncan para la humedad - Cuarta evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	66.33	a	a
2	T3	66.00	a	a
3	T1	64.00	a	a

$$\bar{Y} = 65,44$$

Figura 15. Promedios de humedad relativa – Cuarta evaluación



e. Quinta evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,19% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,43$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 30. Análisis de varianza para la humedad – Quinta evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.67	0.33	0.60 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	3.33	0.56			
Total	8	4.00	0.50			

CV= 1,19%

SX= ± 0,43

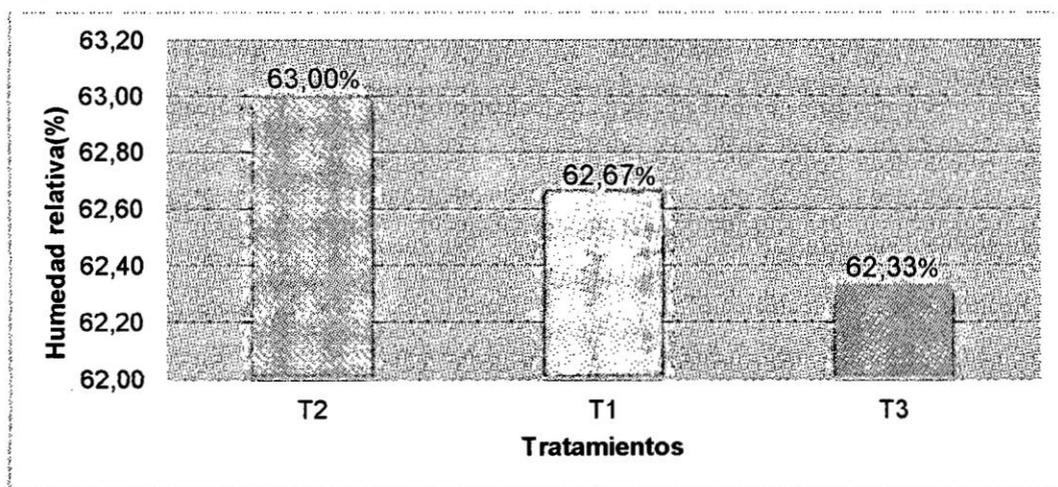
El cuadro Duncan indica que los promedios obtenidos entre los diferentes tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos. Al nivel de significación del 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente idénticos, habiendo obtenido T2 el promedio más alto con 63,00% y T1 62,67%; T3 62,33% de promedio para dicha variable.

Cuadro 28. Prueba de Duncan para la humedad - Quinta evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	63.00	a	a
2	T1	62.67	a	a
3	T3	62.33	a	a

 $\bar{Y} = 62,67$

Figura 16. Promedios de humedad relativa – Quinta evaluación



f. Sexta evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza resulta no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,09% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,38$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 29. Análisis de varianza para la humedad – Sexta evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.22	0.11	0.25 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	2.67	0.44			
Total	8	2.89	0.36			

CV= 1,09%

SX= $\pm 0,38$

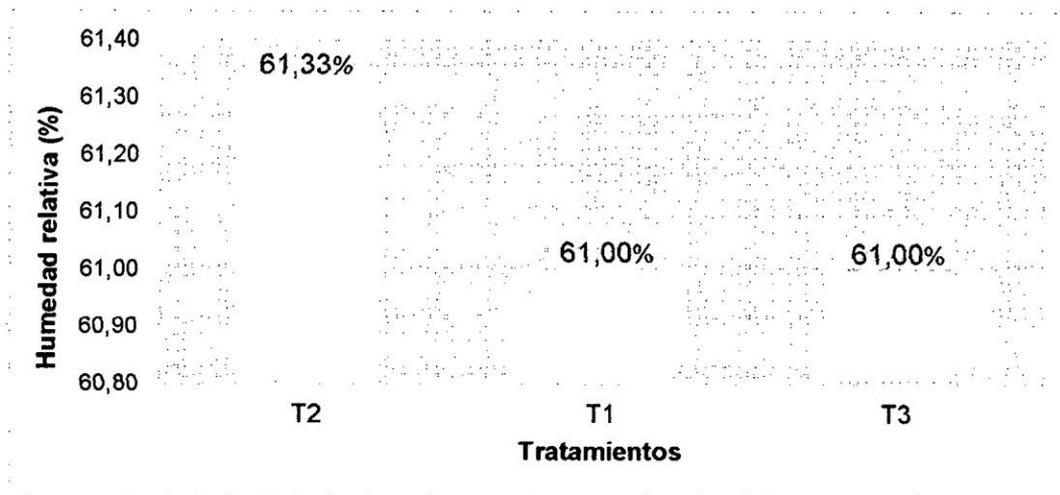
El cuadro Duncan indica que en ambos niveles de significación 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente similares. El tratamiento T2 ocupó el orden de mérito uno con 61,33% de humedad; los tratamientos T1 y T3 obtuvieron el mismo valor 61,00% de promedio de humedad.

Cuadro 30. Prueba de Duncan para la humedad - Sexta evaluación

O M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	61.33	a	a
2	T1	61.00	a	a
3	T3	61.00	a	a

$\bar{Y} = 61,1$

Figura 17. Promedios de humedad relativa – Sexta evaluación



g. Séptima evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,35% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,47$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 31. Análisis de varianza para la humedad – Séptima evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.22	0.11	0.17 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	4.00	0.67			
Total	8	4.22	0.53			

CV= 1,35%

SX= $\pm 0,47$

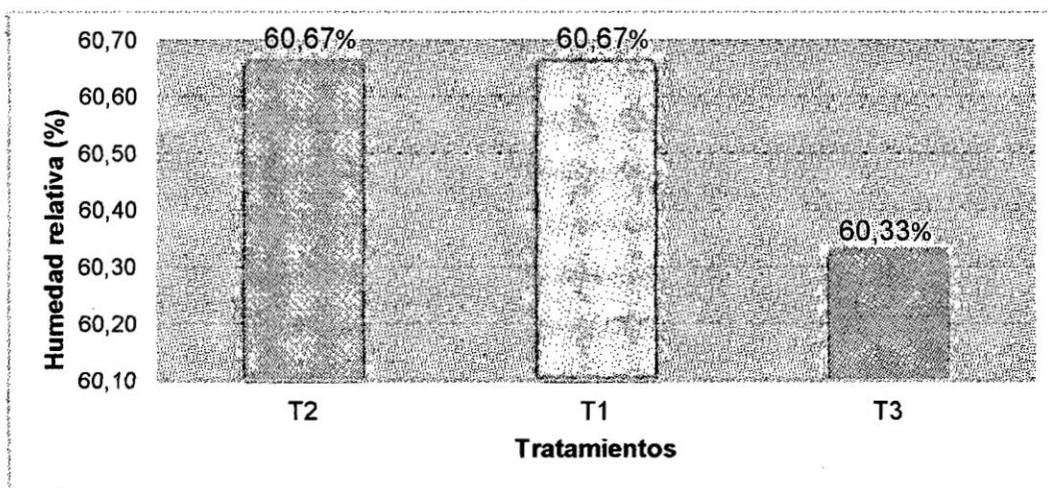
El cuadro Duncan indica que en ambos niveles de significación 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente similares. Los tratamientos T1 y T2 obtuvieron ambos 60,67% de humedad; el tratamiento T3 ocupó el tercer lugar orden de mérito con un promedio de 60,33% humedad.

Cuadro 32. Prueba de Duncan para la humedad - Séptima evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	60.67	a	a
2	T1	60.67	a	a
3	T3	60.33	a	a

$$\bar{Y} = 60,56$$

Figura 18. Promedios de humedad relativa – Séptima evaluación



h. Octava evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 0,96% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,08$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 33. Análisis de varianza para la humedad – Octava evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.89	0.44	1.33 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	2.00	0.33			
Total	8	2.89	0.36			

$$CV = 0,96\%$$

$$SX = \pm 0,08$$

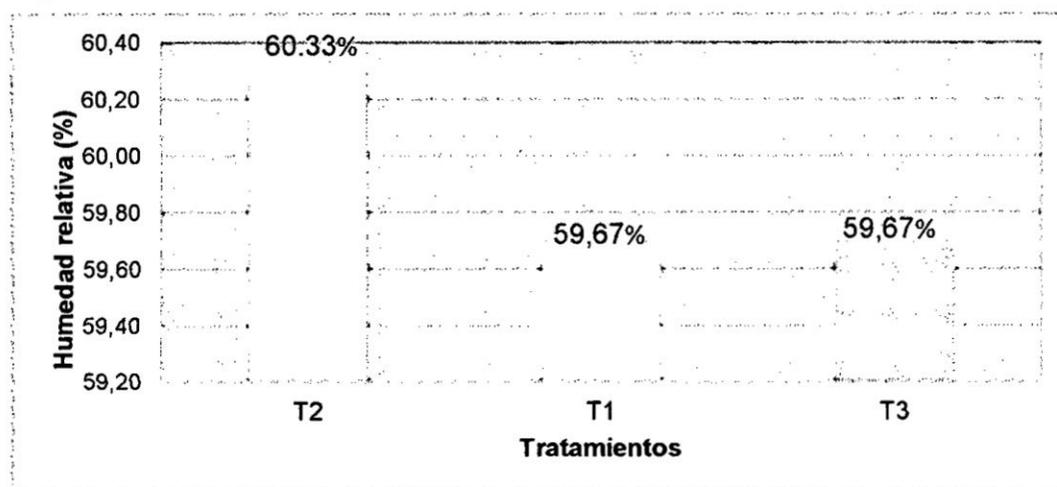
El cuadro Duncan indica que en ambos niveles de significación 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente similares. El tratamiento T2 ocupó el primer lugar en el orden de mérito con 60,33% humedad. Los tratamientos T1 y T3 obtuvieron ambos 59,67% de humedad promedio.

Cuadro 34. Prueba de Duncan para la humedad - Octava evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	60.33	a	a
2	T1	59.67	a	a
3	T3	59.67	a	a

$$\bar{Y} = 59,89$$

Figura 19. Promedios de humedad relativa – Octava evaluación



i. Novena evaluación de promedios de humedad relativa

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,47% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,54$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 35. Análisis de varianza para la humedad – Novena evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.22	0.11	0.14 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	4.67	0.78			
Total	8	4.89	0.61			

CV= 1,47%

SX= ± 0,54

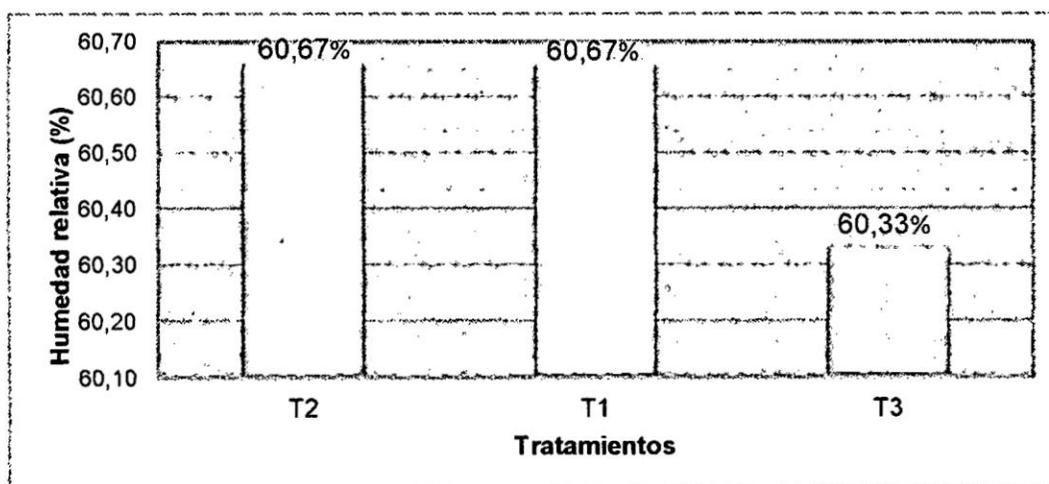
La prueba de Duncan al nivel de 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente idénticos. El promedio más alto lo obtuvo T2 con 60,00% y el último fue para T3 con 59,67% de promedio.

Cuadro 36. Prueba de Duncan para la humedad - Novena evaluación

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	60,00	a	a
2	T1	60,00	a	a
3	T3	59,67	a	a

 $\bar{Y} = 59,89$

Figura 20. Promedios de humedad relativa– Novena evaluación



4.2. Evaluación de las características químicas del EM-Compost

4.2.1. Materia orgánica (M.O)

a. Primera evaluación de promedios de materia orgánica

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 6,40% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,63$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 37. Análisis de varianza para materia orgánica – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	88.02	44.01	7.75*	5.14	10.96
Error	6	34.06	5.68			
Total	8	122.09	15.26			

CV= 6,40% SX= $\pm 0,63$

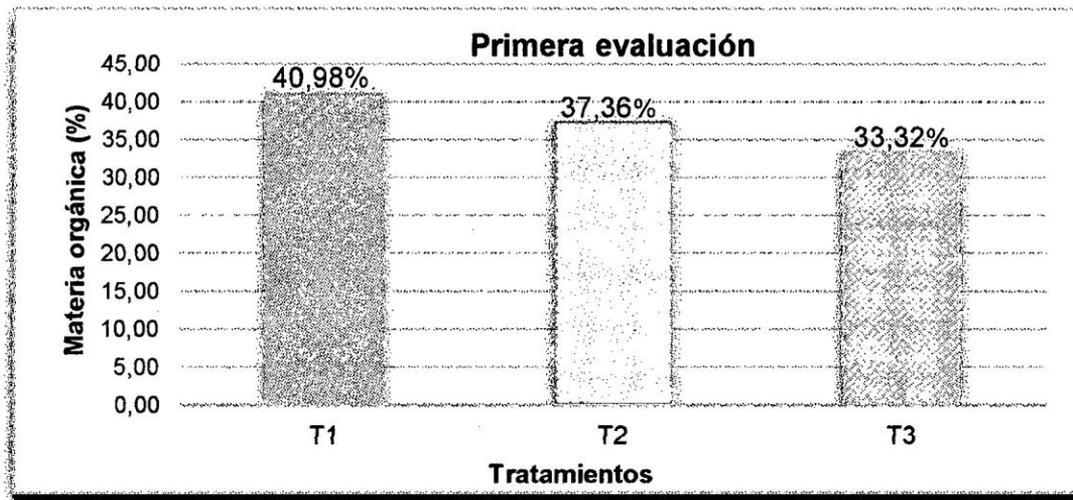
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b. En ambos niveles se muestran que el tratamiento T1 (40,98%) es estadísticamente superior a los tratamientos T2 (37,36%) y T3 (33,32%), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 38. Prueba de Duncan para materia orgánica – Primera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0.05	0.01
1	T1	40.98	a	a
2	T2	37.36	a b	a b
3	T3	33.32	b	b

$$\bar{Y} = 37,22$$

Figura 21. Promedios de materia orgánica – Primera evaluación.



b. Segunda evaluación de promedios de materia orgánica

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,28% y la desviación estándar (SX) es $\pm 2,13$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 39. Análisis de varianza para materia orgánica- Segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.74	0.87	0.06 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	81.34	13.56			
Total	8	83.08	10.39			

CV= 9,28%

SX= $\pm 2,13$

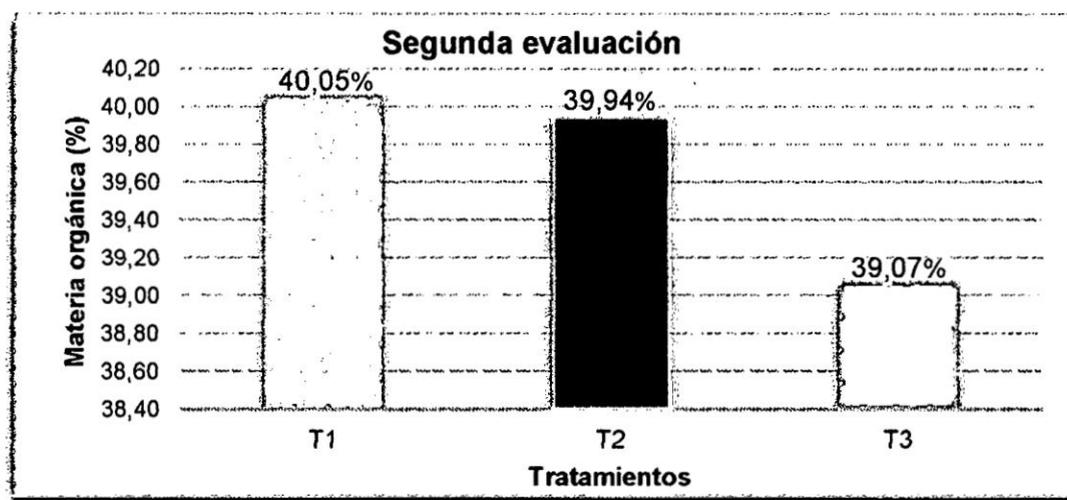
El cuadro Duncan nos señala que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento T1 (40,05%) es superior a los tratamientos T2 (39,94%) y T3 (39,07%), estos últimos ocuparon los dos últimos lugares de orden de mérito.

Cuadro 40. Prueba de Duncan para materia orgánica – Segunda evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	40.05	a	a
2	T2	39.94	a	a
3	T3	39.07	a	a

$$\bar{Y} = 39,69$$

Figura 22. Promedios de materia orgánica – Segunda evaluación.



c. Tercera evaluación de promedios de materia orgánica

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,56% y la desviación estándar (SX) es ± 2 lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 41. Análisis de varianza para materia orgánica - Tercera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	3.63	1.81	0.15 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	72.15	12.02			
Total	8	75.77	9.47			

$$CV = 7,56\%$$

$$SX = \pm 2$$

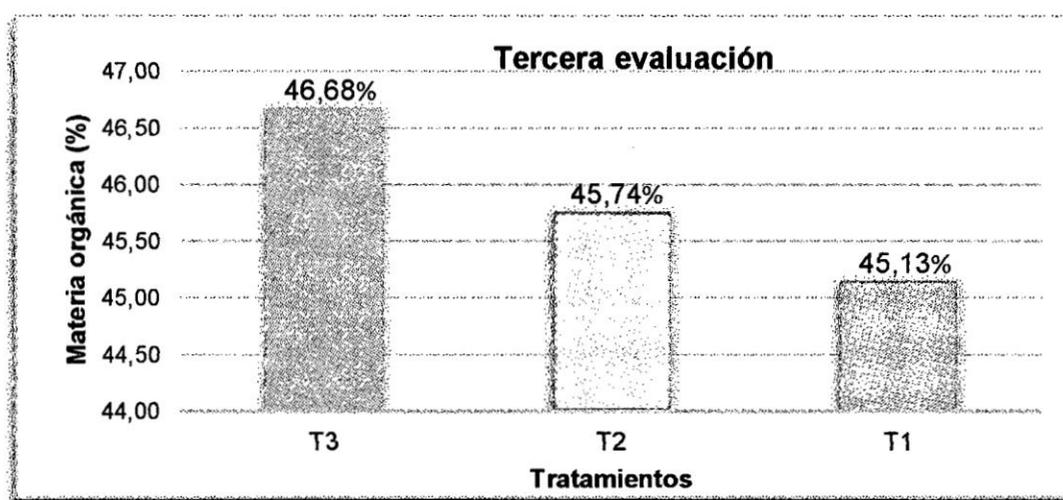
El cuadro Duncan indica que estadísticamente todos los tratamientos presentan promedios idénticos, siendo entre ellos T3 el de mayor promedio con 46,68 % de Materia base seca.

Cuadro 42. Prueba de Duncan para materia orgánica – Tercera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	46.68	a	a
2	T2	45.74	a	a
3	T1	45.13	a	a

$$\bar{Y} = 45,85$$

Figura 23. Promedios de materia orgánica – Tercera evaluación.



4.2.2. Nitrógeno (N)

a. Primera evaluación de promedios de nitrógeno

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 7,31% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,56$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 43. Análisis de varianza para nitrógeno – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.18	0.09	6.18*	5.14	10.96
Error	6	0.09	0.01			
Total	8	0.26	0.03			

CV= 7,31%

SX= ± 0,56

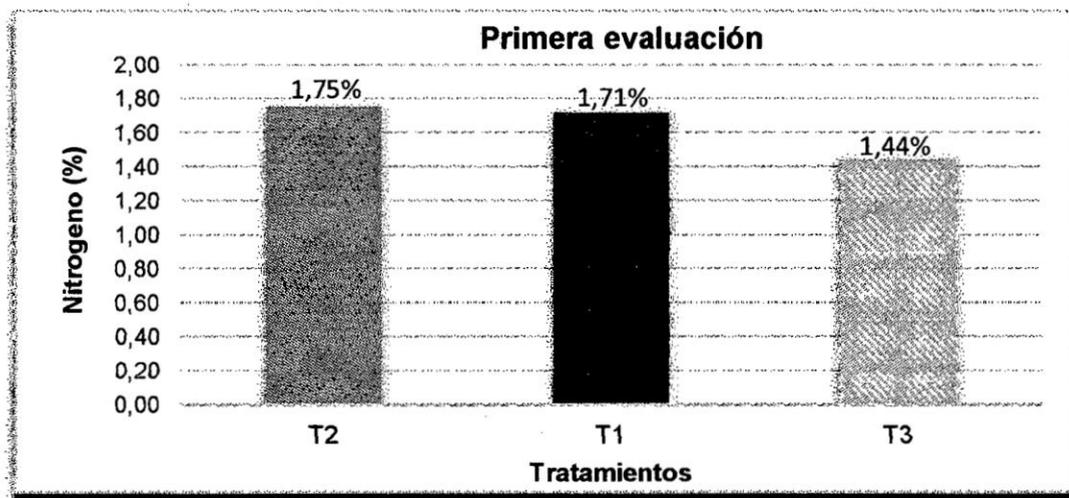
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b; y al 0,01 existe solo un grupo. El tratamiento T2 ocupó el primer lugar en el orden de mérito con 1,75% de promedio y el tratamiento T3 ocupó el último lugar en el orden de mérito con 1,44% de promedio de nitrógeno.

Cuadro 44. Prueba de Duncan para nitrógeno – Primera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	1.75	a	a
2	T1	1.71	a	a
3	T3	1.44	b	a

 $\bar{Y} = 1,63$

Figura 24. Promedios de nitrógeno – Primera evaluación.



b. Segunda evaluación de promedios de nitrógeno

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 4,98% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,41$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 45. Análisis de varianza para nitrógeno – Segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.06	0.03	3.76 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	0.05	0.01			
Total	8	0.11	0.01			

CV= 4,98%

SX= $\pm 0,41$

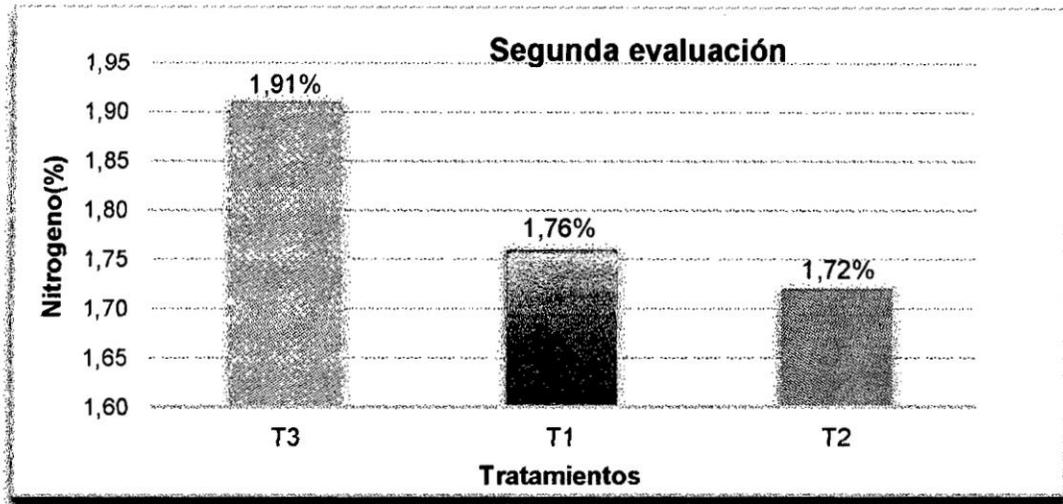
La prueba de Duncan al nivel de 0,05 nos muestra que el tratamiento T3 con 1,91% de promedio es estadísticamente superior a los demás tratamientos. Al nivel del 0,01 todos no existen diferencias entre los mismos.

Cuadro 46. Prueba de Duncan para nitrógeno – Segunda evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	1.91	a	a
2	T1	1.76	a b	a
3	T2	1.72	b	a

$\bar{Y} = 1,80$

Figura 25. Promedios de nitrógeno en base húmeda – Segunda evaluación.



c. Tercera evaluación de promedios de nitrógeno

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,46% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,10$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 47. Análisis de varianza para nitrógeno – Tercera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.02	0.01	0.27 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	0.19	0.03			
Total	8	0.21	0.03			

CV= 9,46%

SX= $\pm 0,10$

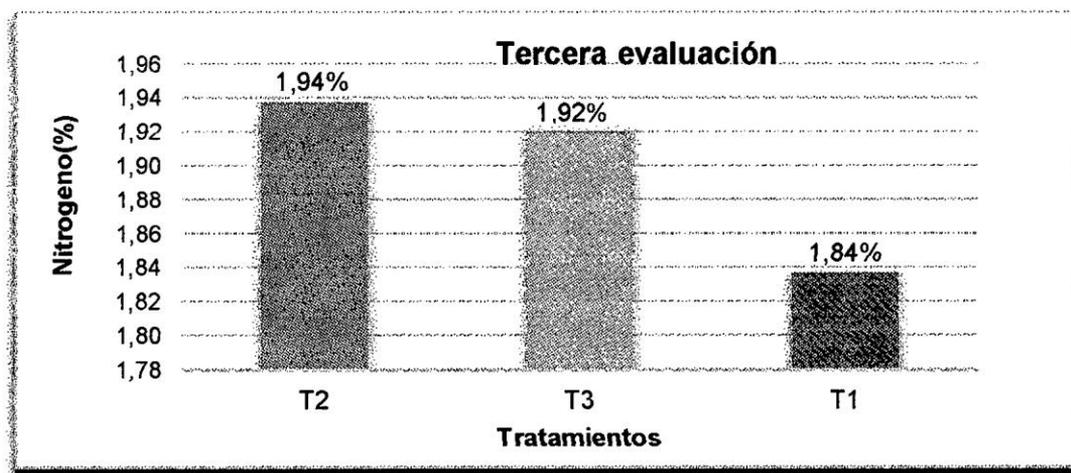
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente idénticos, siendo el tratamiento T2 con 1,94% de promedio el mejor tratamiento con respecto a este parámetro.

Cuadro 48. Prueba de Duncan para nitrógeno – Tercera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0.05	0.01
1	T2	1.94	a	a
2	T3	1.92	a	a
3	T1	1.84	a	a

$$\bar{Y} = 1,90$$

Figura 26. Promedios de nitrógeno – Tercera evaluación.



4.2.3. Fosforo (P)

a. Primera evaluación de promedios de fósforo

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,83% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,86$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 49. Análisis de varianza para fósforo – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.08	0.04	24.91**	5.14	10.96
Error	6	0.01	0.00			
Total	8	0.09	0.01			

CV= 10,83%

SX= ± 0,86

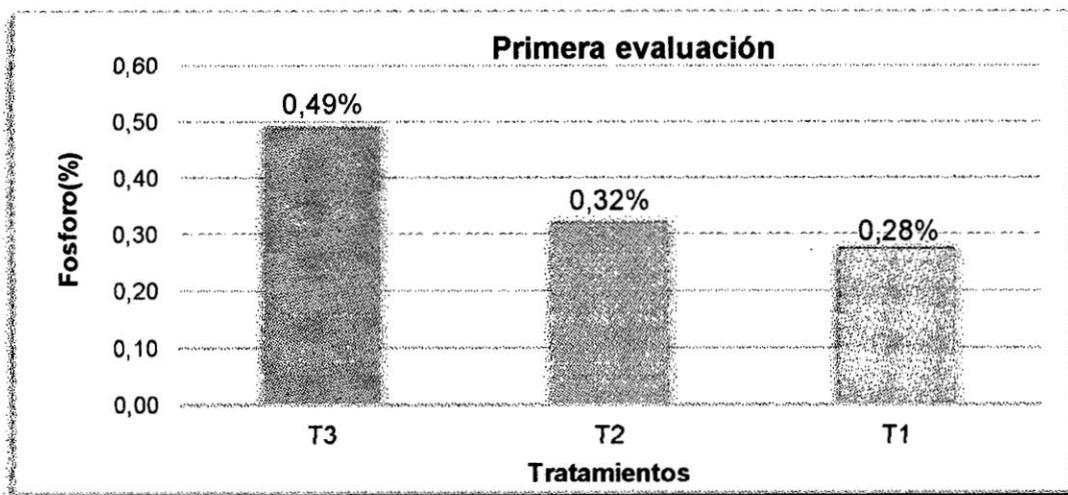
El cuadro Duncan nos indica al nivel de 0,05 el tratamiento T3 es estadísticamente superior a los demás tratamientos, y al nivel de 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente idénticos en sus promedios. El tratamiento T3 ocupó el primer lugar de orden de mérito con 0,49% de promedio y el último fue T1 con 0,28% de promedio.

Cuadro 50. Prueba de Duncan para fósforo – Primera evaluación.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	0.49	a	a
2	T2	0.32	b	a
3	T1	0.28	b	a

 $\bar{Y} = 0,36$

Figura 27. Promedios de fósforo en base húmeda – Primera evaluación.



b. Segunda evaluación de promedios de fósforo

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 15,33% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,75$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 51. Análisis de varianza para fósforo – Segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.13	0.07	13.11**	5.14	10.96
Error	6	0.03	0.01			
Total	8	0.16	0.02			

CV= 15,33%

SX= $\pm 0,75$

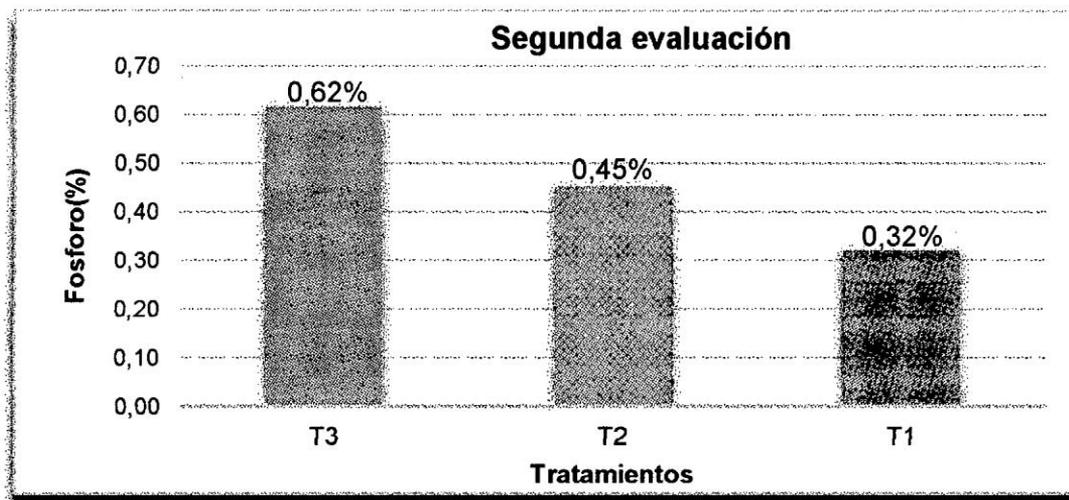
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T3 (0,62) es estadísticamente superior a los tratamientos T2 (0,45) y T1 (0,32), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales.

Cuadro 52. Prueba de Duncan para fósforo – Segunda evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	0.62	a	a
2	T2	0.45	b	a b
3	T1	0.32	b	b

$\bar{Y} = 0,46$

Figura 28. Promedios de fósforo – Segunda evaluación.



c. Tercera evaluación de promedios de fósforo

El cuadro de análisis de varianza es altamente significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 13,90% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,87$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 53. Análisis de varianza para fósforo – Tercera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.26	0.1297	27.66**	5.14	10.96
Error	6	0.03	0.0047			
Total	8	0.29	0.0359			

CV= 13,90%

SX= $\pm 0,87$

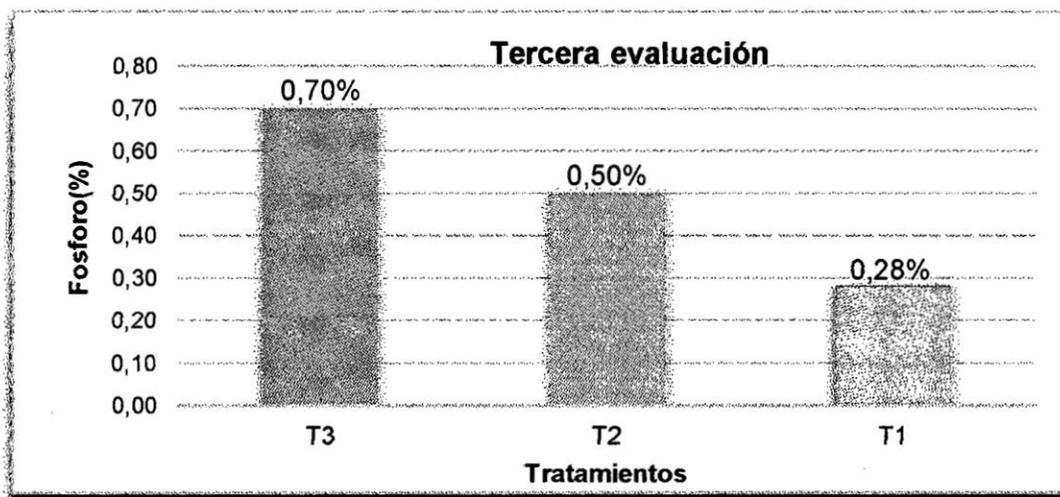
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 existen tres grupos diferenciados por las letras a, b y c siendo estadísticamente diferentes todos los tratamientos. Al nivel de significación de 0,01 los tratamientos T3 y T1 son estadísticamente idénticos pero superiores al tratamiento T2. El promedio más alto fue para T3 (0,62) y el tratamiento con el promedio más bajo fue T1 (0,32)

Cuadro 54. Prueba de Duncan para fósforo – Tercera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	0.70	a	a
2	T2	0.50	b	a
3	T1	0.28	c	b

$$\bar{Y} = 0,49$$

Figura 29. Promedios de fósforo – Tercera evaluación.



4.2.4. Relación Carbono Nitrógeno (C/N)

a. Primera evaluación de promedio de (C/N)

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,47% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,04$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 55. Análisis de varianza para (C/N) – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	2.89	1.44	1.18 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	7.33	1.22			
Total	8	10.22	1.28			

CV= 10,47%

SX= ± 0,04

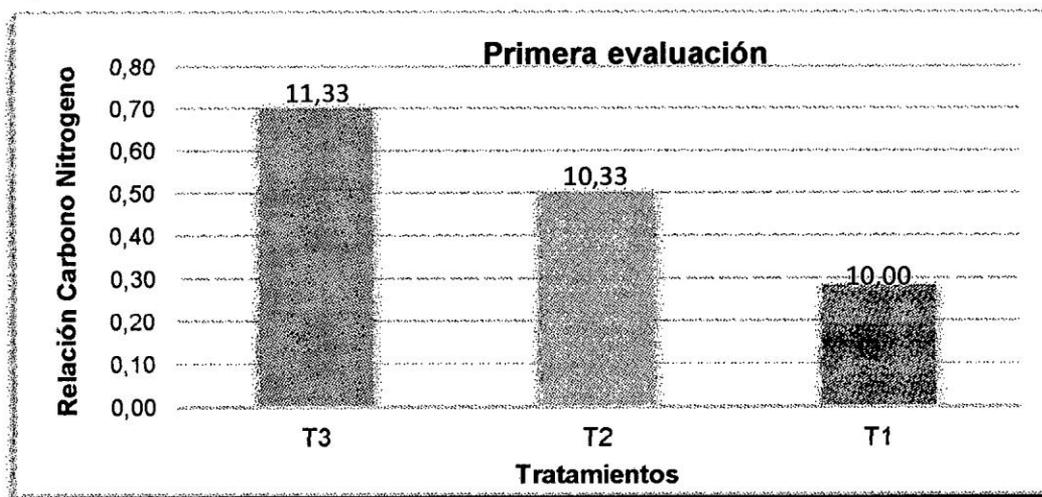
El cuadro Duncan indica que estadísticamente todos los promedios son idénticos tanto al nivel de significación del 0,05 y 0,01. El promedio más alto lo obtuvo T1 con 11,33 y el más bajo T3 con 10,00 de promedio en la relación carbono/nitrógeno.

Cuadro 56. Prueba de Duncan para (C/N) – Primera evaluación.

O M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	11.33	a	a
2	T2	10.33	a	a
3	T3	10.00	a	a

 $\bar{Y} = 10,56$

Figura 30. Promedios de (C/N) – Primera evaluación.



b. Segunda evaluación de promedio de (C/N)

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,04% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,69$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 57. Análisis de varianza para (C/N) – Segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.22	0.11	0.08 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	8.67	1.44			
Total	8	8.89	1.11			

CV= 11,04%

SX= $\pm 0,69$

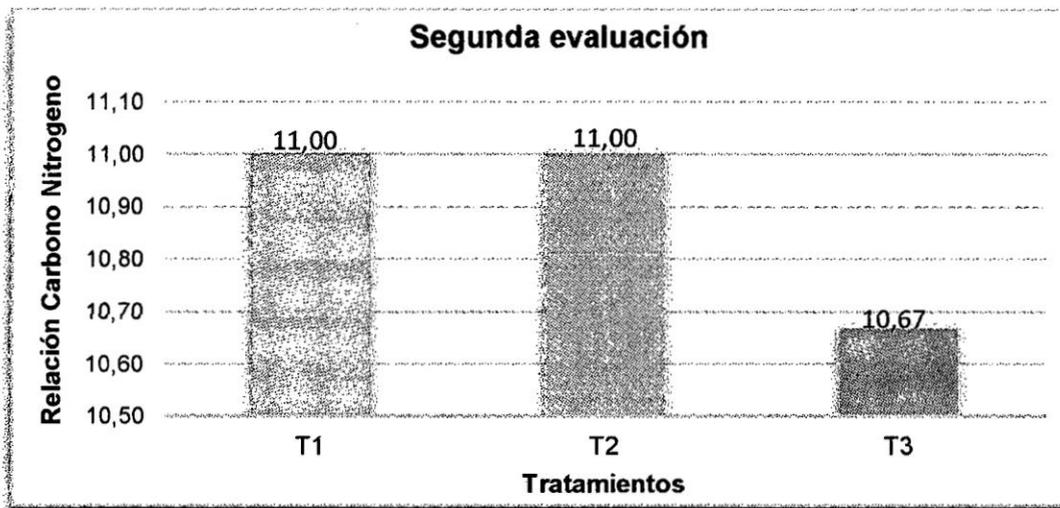
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 no existen grupos diferenciados, es decir todos los tratamientos presentan promedios estadísticamente idénticos. El mayor promedio para este parámetro lo obtuvo T1 con 11,00 de promedio.

Cuadro 58. Prueba de Duncan para (C/N) – Segunda evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	11.00	a	a
2	T2	11.00	a	a
3	T3	10.67	a	a

$\bar{Y} = 10,89$

Figura 31. Promedios de (C/N) – Segunda evaluación.



c. Tercera evaluación de promedio de (C/N)

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,54% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,77$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 59. Análisis de varianza para (C/N) – Tercera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.56	0.78	0.44 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	10.67	1.78			
Total	8	12.22	1.53			

CV= 11,54%

SX= $\pm 0,77$

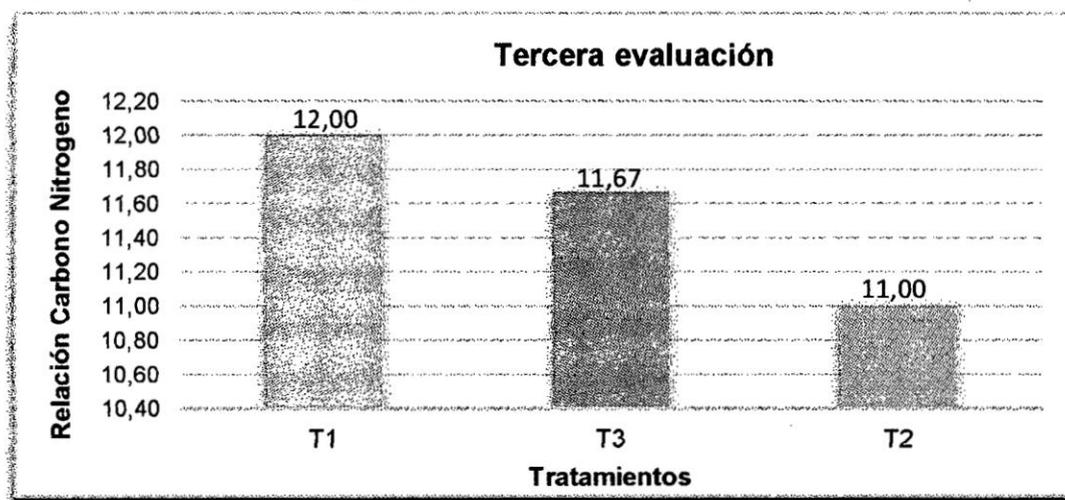
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 no existen grupos diferenciados, es decir todos los tratamientos presentan promedios estadísticamente idénticos. El mayor promedio para este parámetro lo obtuvo T1 con 12,00 de promedio y el menor promedio fue para T2 con 11,00 de relación C/N.

Cuadro 60. Prueba de Duncan (C/N) – Tercera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T1	12.00	a	a
2	T3	11.67	a	a
3	T2	11.00	a	a

$$\bar{Y} = 11,56$$

Figura 32. Promedios de (C/N) – Tercera evaluación.



4.2.5. Potasio (K)

a. Primera evaluación de promedios de potasio

El cuadro de análisis de varianza es no significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10,47% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,04$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 61. Análisis de varianza para potasio – Primera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.13	0.06	1.33 ^{n.s}	5.14	10.96
Error	6	0.28	0.05			
Total	8	0.41	0.05			

CV= 9,52%

SX= ± 0,08

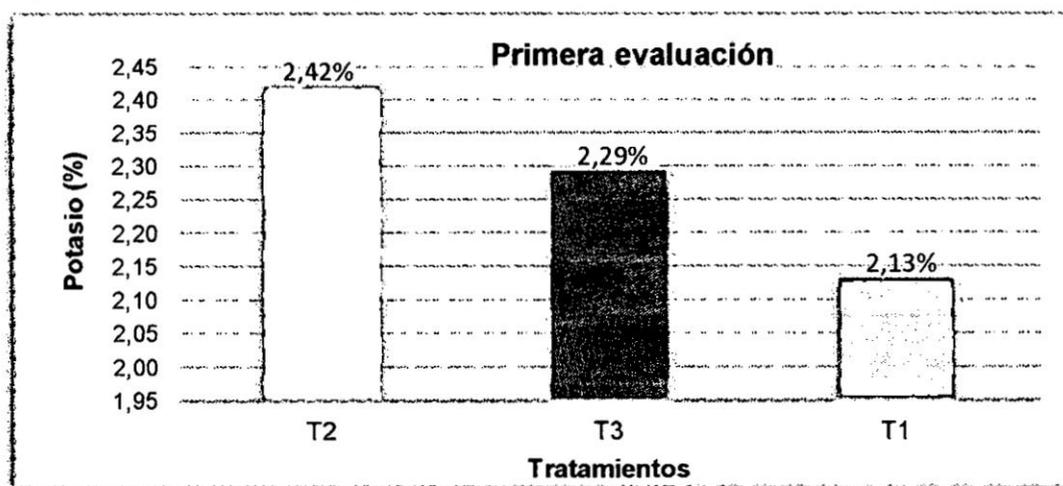
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 los tratamientos no presentan diferencias estadísticas en el promedio de porcentaje de potasio. El promedio más alto fue para T2 con 2,42% y el promedio más bajo lo obtuvo T1 con 2,13% de promedio.

Cuadro 62. Prueba de Duncan para potasio – primera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	2.42	a	a
2	T3	2.29	a	a
3	T1	2.13	a	a

 $\bar{Y} = 2,28$

Figura 33. Promedios de potasio – Primera evaluación.



b. Segunda evaluación de promedios de potasio

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,56% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,58$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 63. Análisis de varianza para potasio – Segunda evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.00	0.50	6.58*	5.14	10.96
Error	6	0.45	0.08			
Total	8	1.45	0.18			

CV= 11,56%

SX= $\pm 0,58$

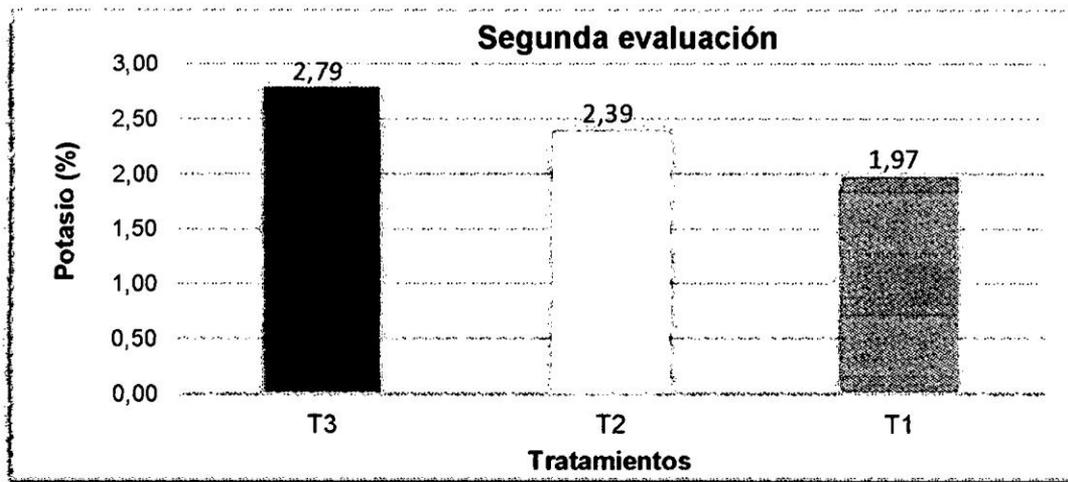
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 el tratamiento T3 con 2,79% de promedio es superior a T2 y T1 que obtuvieron 2,39% y 1,97% de promedio respectivamente. Al nivel de 0,01 todos los tratamientos son estadísticamente idénticos.

Cuadro 64. Prueba de Duncan para potasio – Segunda evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T3	2.79	a	a
2	T2	2.39	a b	a
3	T1	1.97	b	a

$\bar{Y} = 2,38$

Figura 34. Promedios de potasio – Segunda evaluación.



c. Tercera evaluación de promedios de potasio

El cuadro de análisis de varianza es significativo para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,44% y la desviación estándar (SX) es $\pm 0,68$ lo que nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 65. Análisis de varianza para potasio – Tercera evaluación.

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.19	0.09	9.62*	5.14	10.96
Error	6	0.06	0.01			
Total	8	0.24	0.03			

CV= 3,44%

SX= $\pm 0,68$

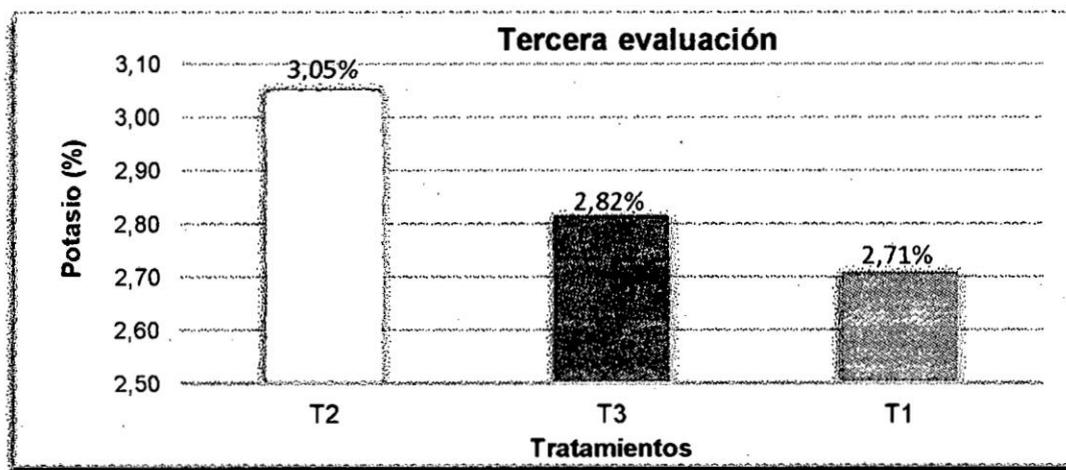
El cuadro Duncan nos muestra que al nivel de significación del 0,05 y 0,01 existen dos grupos diferenciados por las letras a y b en ambos niveles se muestran que el tratamiento T2 (3,05%) es estadísticamente superior a los tratamientos T3 (2,82%) y T1 (2,71%), estos últimos tratamientos son estadísticamente iguales, los cuales ocuparon el segundo y tercer lugar del orden de mérito respectivamente.

Cuadro 66. Prueba de Duncan para potasio – Tercera evaluación.

O.M	Tratamiento	Promedio	Significación	
			0,05	0,01
1	T2	3.05	a	a
2	T3	2.82	b	a b
3	T1	2.71	b	b

$$\bar{Y} = 2,86$$

Figura 35. Promedios de potasio – Tercera evaluación.



V. DISCUSIÓN

5.1 Evaluación de las características físicas del EM-Compost

Los resultados registrados durante las nueve semanas desde la instalación de las camas composteras hasta la obtención del EM- compost nos muestran los siguientes resultados:

Donde los promedios evaluados de la temperatura y humedad de los tratamientos se ordenaron en tres etapas, donde la primera etapa comprende de la primera a la cuarta semana, la segunda etapa comprende de la quinta al sexto semana y la tercera etapa del séptimo al novena semana.

Las temperaturas evaluadas para la primera etapa oscilan para el tratamiento T3 desde 64,97°C hasta 62,20°C; para el tratamiento T1 desde 57,90°C hasta 57,27°C y para el tratamiento T2 desde 51,67°C hasta 51,53°C. Para la segunda etapa oscilan para el tratamiento T3 es 54,97°C hasta 50,30°C; para el tratamiento T1 desde 48,10°C hasta 47,10°C y el para el tratamiento T2 desde 46,97°C hasta 45,17°C. Para la tercera etapa oscilan para el tratamiento T3 desde 35,97°C hasta 30,80°C; para el tratamiento T1 desde 34,10°C hasta 30,03°C y para el tratamiento T2 desde 33,10°C hasta 29,90°C. Resultados que nos permiten comparar con valores obtenidos en la investigación por Tituaña (2009) donde su temperatura del compost f1 registró 22,66°C a la novena semana de evaluación, comparando con estos resultados podemos corroborar que el tratamiento T2 que registra 29,90°C en la tercera etapa (a la novena semana) se ubica cerca a lo evaluado por Tituaña (2009).

La humedad relativa evaluadas para la primera etapa oscilan para el tratamiento T1 desde 76,67% hasta 66,00%; para el tratamiento T2 desde 73,00% hasta 66,33% y para el tratamiento T3 desde 71,33% hasta 64,00%. Para la segunda etapa oscilan para el tratamiento T1 desde 62,67% hasta 61,00%; para el tratamiento T2 desde 63,00% hasta 61,33% y para el tratamiento T3 desde 62,33% hasta 61,00%. Para la tercera etapa oscilan para el tratamiento T1 desde 60,67% hasta 59,67%; para el tratamiento T2 desde 60,67% hasta 60,00% y para el tratamiento T3 desde 60,33% hasta

60,00%. Resultados que al comparar con valores obtenidos en la investigación de Tituaña (2009) donde la humedad del compost f1 registró 68,63% a la novena semana de evaluación, comparando con estos resultados podemos comparar que el tratamiento T1 en la tercera etapa (a la novena semana) que registra 59,67% de humedad es menor, corroborando con la bibliografía de Avendaño (2003) citado por (Alexander, 1977) indica que cuando la humedad es excesiva mayor a 65% la proliferación microbiana es suprimida, no por la sobre abundancia de agua, sino debido a que disminuye el intercambio gaseoso y por lo tanto existe menor disponibilidad de oxígeno, generando un ambiente anaeróbico, por lo tanto se llega a obtener compost de mala calidad.

5.2 Evaluación de las características químico del EM-Compost

Los resultados obtenidos en el tercer análisis químico realizado en el laboratorio nos muestran los siguientes datos.

Los promedios obtenidos en el análisis químico en porcentaje de materia orgánica (M.O) para el tratamiento T3 es de 46,68% que es superior comparando con el promedio de porcentaje alcanzado por Perez et. al. (2008) que obtuvieron en el compost CEP 42.8% de materia orgánica. Y para los tratamientos T2 y T1 que alcanzaron promedios de 45,74% y 45,13% respectivamente, comparando con los compost de CFCJ (27,9%) y CMC (25,4%) también son superiores.

Los promedios obtenidos en el análisis químico en porcentaje de nitrógeno (N) para el tratamiento T2 es de 1,94% que comparado con el porcentaje alcanzado por Pérez et. al. (2008) es ligeramente inferior al CEP de 2,28% pero comparando con CMC, CPM y CFCJ que tienen valores de 0,82% 1,19%; 1,12% respectivamente son ligeramente superiores y para los tratamientos T1 y T3 con promedio de porcentajes 1,84% y 1,92% también son superiores a CMC, CPM Y CFCJ.

Los promedios obtenidos en el análisis químico en porcentaje de fosforo (P) para el tratamiento T3 tiene 0,70% que comparando con el promedio alcanzado por Pérez et. al. (2008) es ligeramente inferior al compost CFCJ con valor 0,78% y comparando los tratamientos T2 y T1 que

obtuvieron valores de 0,50% y 0,28% con los compost CMC, CPM y CEP con valores de 0,60%; 0,64% y 0,57% son inferiores.

Los promedios obtenidos en análisis químico en porcentaje de potasio (K) para el tratamiento T2 con valor de 3,05% es superior comparado con los valores que obtuvieron Pérez et. al. (2008) con los compost CMC (1,25%), CPM (1,24%), CEP (1,05%) y CFCJ (0,21%) de igual manera los tratamientos T3 y T1 con valores de 2,82% y 2,71% siguen siendo superiores.

En los promedios obtenidos en análisis químico en la relación carbono nitrógeno (C/N) para el tratamiento T2 con valor de 11.00 que al comparar con los valores de referencia citados por Avendaño, A (2003) propuesto por (Chafetz et al. 1996) que reporta el coeficiente con valores entre 10 a 12 en el producto final y los tratamientos T1 y T3 que alcanzaron valores de 11,67 y 12,00 también se encuentran dentro valores aceptables para el coeficiente de la relación C/N.

VI. CONCLUSIONES

Del presente estudio de evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en la caracterización físico y químico de las enmiendas orgánicas bajo condiciones climáticas del Valle de Monzón se concluye lo siguiente:

1. Con respecto a las características físicas se puede apreciarse que los tratamientos T3, T1 y T2 sus promedios fluctúan de 64,97°C; 57,90°C y 52,67°C hasta 30,80°C; 30,03°C y 29,90°C respectivamente. Y para la humedad se observó que los tratamientos T1, T2 y T3 que registraron los promedios desde 76,67%; 73,00% y 71,33% hasta 59,67%; 60,00% y 60,00%. Concluyéndose que las mejores características físicas encontradas fue en la novena semana para la temperatura el tratamiento T2 con promedio 29,90°C y para la humedad el tratamiento T1 con promedio 59,67% características que permitió obtener EM-compost de calidad.
2. Las mejores características químicas evaluados en los tratamientos fue a la novena semana (tercer análisis químico) con los siguientes resultados para la materia orgánica (M.O) fue el tratamiento T3 con promedio de 46,68%; para el nitrógeno (N) fue el tratamiento T2 con promedio 1,94%; para el fósforo (P) fue el tratamiento T3 con promedio 0,70%; para potasio (K) fue el tratamiento T2 con promedio 3,05% y para la relación carbono nitrógeno (C/N) fue el tratamiento T2 con promedio 11,00 de coeficiente, resultados que nos permitió obtener compost con composiciones químicas óptimas para ser usado en la incorporación de nutrientes y mejorar las estructuras físicas de los suelos agrícolas.

VII. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados alcanzados en la presente investigación se puede realizar las siguientes recomendaciones:

1. Para obtener los insumos principales para la elaboración de compost se recomienda la crianza de animales (cuyes y vacunos)
2. En la elaboración de compost se recomienda utilizar los insumos (estiércol de cuy, estiércol de vacuno, y restos vegetales de plátano, kudzu y cascarilla de café) usados en el tratamiento T2 ya que estos insumos aportan nutrientes de importancia para mejorar la fertilidad y la estructura de los suelos de forma natural y con productos que se encuentran en la zona del Valle de Monzón.
3. Impulsar a los agricultores del Valle de Monzón que elaboren sus propios abonos orgánicos con insumos de la zona ya que les permitirá ahorrar económicamente a la misma vez recuperar sus suelos degradados existentes y fertilizar sus cultivos de pan llevar de forma orgánica.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Avendaño. 2003. El proceso de compostaje. (En línea). Consultado el 05 de mayo del 2016. Chile. Disponible en sitio web: <http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Compostaje.pdf>
2. Cabrera. 2007. Material orgánica del suelo: papel de las enmiendas orgánicas. (En línea). Consultado el 02 de mayo del 2016. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/28751/3/Materia%20org%C3%A1nica.pdf>
3. Corporación Educativa para el desarrollo Costarricense (CEDECO). 2005. Preparación y Uso de Abonos Orgánicos Sólidos y Líquidos - Serie Agricultura Orgánica N°8. San José, Costa Rica. 64 pág. Disponible en: http://cedeco.or.cr/files/Abonos_organicos.pdf
4. Hirzel y Salazar. 2011. Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos. visto el 04 de mayo del 2016. Disponible en: http://www2.inia.cl/medios/raihuen/Descargas/cap_05_enmiendas_organicas.pdf
5. Hurtado. 2014. Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Consultado el 04/05/2016. Colombia. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1901/1/Trabajo%20Grado%20Jaime%20Hurtado%20Villegas%20V%20Cohorte.pdf>
6. Joseph y Tossi 1976. Mapa Ecológico del Perú, Publicado por INRENA, Segunda reimpresión. Pag 213.
7. ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS - OCDE Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. 2013. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2022. Texcoco,

Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en:
http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es

8. Palacin. 2012. Efecto de recubrimientos de almidón de yuca, ácido ascórbico, N-acetil-cisteína en la calidad del plátano (*Musa paradisiaca*). (En línea). Consultado el 15 de enero del 2017. Colombia. Disponible en:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/8997/1/9094341.2012.PDF>
9. Parra. 2008. Caracterización de poblaciones microbianas en dos tipos de estiércol, durante el proceso de compostaje. (En línea). Consultado el 03 de mayo del 2016. Colombia. Disponible en:
<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8813/1/tesis760.pdf>
10. Pérez et. al. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos. Consultado el 03 /05 del 2016. República Dominicana. Disponible en:
<http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n3/art02.pdf>
11. Ramírez. et. al. 2011. Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud. (En línea). Consultado el 03 de mayo del 2016. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
12. Ramírez. 2006. Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. (En línea). Consultado el 04 de mayo del 2016. Colombia. Disponible en:
<file:///C:/Users/user/Downloads/MICROORGANISMOS%20EFICIENTES%20TESJS.pdf>
13. Rubiola. 2011. Banco de kudzu como fuente de proteína para la producción de leche en Panamá. (En línea). Consultado el 15 de enero del 2016. Panamá. Disponible en :[http://www. Tropical grasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/1990-vol12-rev1-2-3/Vol12_rev1_90_art9.pdf](http://www.Tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/1990-vol12-rev1-2-3/Vol12_rev1_90_art9.pdf)
14. Solid converter 2009. Fototrofia. (En línea). Consultado el 03 de mayo el 2016. Disponible en página web:
http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Octubre_2011/IF_DECHECO%20EGUSQUIZA_FIPA/CAPITULO%20N%BA%2009.pdf

15. Tapia. 2014. Abonos orgánicos. (En línea). Consultado el 30 de diciembre del 2016. Disponible en Web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
16. Tituaña. 2009. Elaboración de compost mediante la inoculación de tres fuentes de microorganismos a tres dosis. (En línea). Consultado el 03 de mayo del 2016. Ecuador. Disponible en página web: [https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Composting_Flower_Waste_2\(Spanish\).pdf](https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Composting_Flower_Waste_2(Spanish).pdf)
17. Tortarolo. et. al. 2008. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. (En línea). Consultado el 04 de mayo del 2016. Argentina. Disponible en: http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_26n1/Tortarolo%2026-1.pdf
18. Torres. 2007. Elaboración de composta. (En línea). Consultado el 04 de mayo del 2016. Disponible en página web: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>
19. Uribe. et. al. 2001. Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula (en línea). Medellín - Colombia. Consultado el 01 de mayo del 2016. Disponible en <file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLosMicroorganismosEficacesEMEnProduccion3243655.pdf>

IX. ANEXOS

Foto N° 1. Midiendo tamaño de las camas para la instalación de las camas composteras

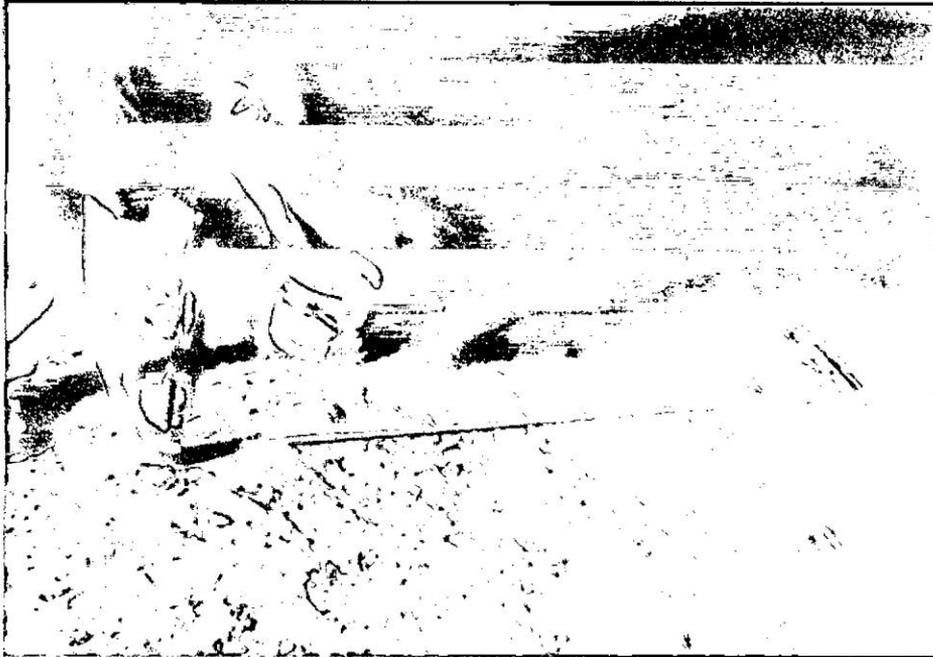


Foto N° 2. Realizando la instalacion de las composteras con todos los materiales e insumos.



Foto N° 3. Realizando las evaluaciones de cada cama con ayuda de equipos para medir la humedad y temperatura.



Foto N° 4. Realizando el bolteo de las composteras.

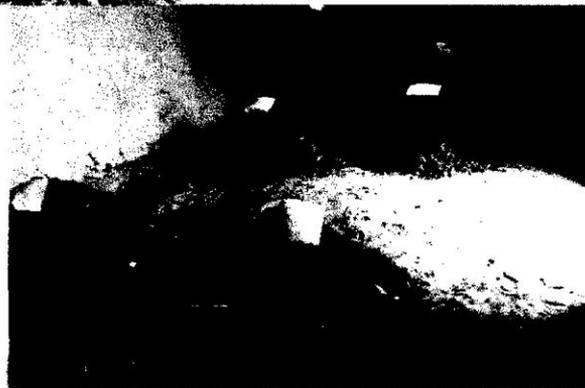


Foto N° 5. Realizando la preparación de los EM (microorganismos eficaces) para ser aplicados en forma de riego a las camas de composteras.



Foto N° 6. Toma de muestras del compost para mandar al laboratorio para su respectivo análisis químico.



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS
COMPOSTERAS**

TEMPERATURA 1RA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	58.9	57.9	56.9	173.70	57.90
T2	49.9	54.3	53.8	158.00	52.67
T3	62.7	68.7	63.5	194.90	64.97
TOTAL				526.60	58.51

TEMPERATURA 2DA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	58.3	56.8	56.7	171.80	57.27
T2	48.5	53.2	52.9	154.60	51.53
T3	60.4	63.7	62.5	186.60	62.20
TOTAL				513.00	57.00

TEMPERATURA 3RA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	57.6	56.2	56.1	169.90	56.63
T2	48.4	52.8	51.5	152.70	50.90
T3	59.0	61.3	60.7	181.00	60.33
TOTAL				503.60	55.96

TEMPERATURA 4TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	53.9	54.2	54.7	162.80	54.27
T2	46.9	50.8	50.8	148.50	49.50
T3	57.6	60.1	57.9	175.60	58.53
TOTAL				486.90	54.10

TEMPERATURA 5TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	46.7	48.5	49.1	144.30	48.10
T2	45.6	47.7	47.6	140.90	46.97
T3	55.5	52.7	56.7	164.90	54.97
TOTAL				450.10	50.01

TEMPERATURA 6TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	45.8	46.7	48.8	141.30	47.10
T2	43.2	46.7	45.6	135.50	45.17
T3	49.9	49.3	51.7	150.90	50.30
TOTAL				427.70	47.52

TEMPERATURA 7MA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	32.7	34.8	34.8	102.30	34.10
T2	32.9	32.6	33.8	99.30	33.10
T3	35.6	36.2	36.1	107.90	35.97
TOTAL				309.50	34.39

TEMPERATURA 8VA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	31.2	32.8	31.8	95.80	31.93
T2	32.1	31.8	32.1	96.00	32.00
T3	34.6	32.9	33.5	101.00	33.67
TOTAL				292.80	32.53

TEMPERATURA 9NA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	30.2	29.8	30.1	90.10	30.03
T2	29.2	30.9	29.6	89.70	29.90
T3	30.6	30.7	31.1	92.40	30.80
TOTAL				272.20	30.24

HUMEDAD 1RA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	78	73	79	230.00	76.67
T2	72	74	73	219.00	73.00
T3	71	72	71	214.00	71.33
TOTAL				663.00	73.67

HUMEDAD 2DA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	72	71	73	216.00	72.00
T2	70	71	71	212.00	70.67
T3	70	70	69	209.00	69.67
TOTAL				637.00	70.78

HUMEDAD 3RA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	68	68	67	203.00	67.67
T2	68	69	68	205.00	68.33
T3	67	68	69	204.00	68.00
TOTAL				612.00	68.00

HUMEDAD 4TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	67	65	66	198.00	66.00
T2	66	68	65	199.00	66.33
T3	65	64	63	192.00	64.00
TOTAL				589.00	65.44

HUMEDAD 5TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	63	63	62	188.00	62.67
T2	63	64	62	189.00	63.00
T3	62	62	63	187.00	62.33
TOTAL				564.00	62.67

HUMEDAD 6TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	61	61	61	183.00	61.00
T2	62	61	61	184.00	61.33
T3	60	62	61	183.00	61.00
TOTAL				550.00	61.11

HUMEDAD 7TA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	61	60	61	182.00	60.67
T2	61	61	60	182.00	60.67
T3	59	61	61	181.00	60.33
TOTAL				545.00	60.56

HUMEDAD 8VA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	60	60	59	179.00	59.67
T2	61	60	60	181.00	60.33
T3	59	60	60	179.00	59.67
TOTAL				539.00	59.89

HUMEDAD 9NA EVALUACION

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	60	60	59	179.00	59.67
T2	60	59	61	180.00	60.00
T3	60	61	59	180.00	60.00
TOTAL				539.00	59.89

**DATOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
DE LAS COMPOSTERAS**

DATOS DE MATERIA ORGÁNICA

M.O 1EVA.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	43.02	39.55	40.37	122.94	40.98
T2	37.67	38.39	36.01	112.07	37.36
T3	36.41	34.04	29.52	99.97	33.32
TOTAL				334.98	37.22

M.O 2EVA.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	42.01	38.84	39.31	120.16	40.05
T2	46.35	36.34	37.12	119.81	39.94
T3	41.90	38.50	36.80	117.20	39.07
TOTAL				357.17	39.69

M.O 3EVA.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	46.89	44.74	43.77	135.40	45.13
T2	50.61	45.26	41.36	137.23	45.74
T3	50.32	46.27	43.44	140.03	46.68
TOTAL				412.66	45.85

DATOS DE NITRÓGENO

NITROGENO 1EV.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	1.85	1.58	1.71	5.14	1.71
T2	1.74	1.90	1.61	5.25	1.75
T3	1.46	1.48	1.37	4.31	1.44
TOTAL				14.70	1.63

NITROGENO 2EV.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	1.71	1.78	1.79	5.28	1.76
T2	1.73	1.75	1.68	5.16	1.72
T3	1.79	2.07	1.87	5.73	1.91
TOTAL				16.17	1.80

NITROGENO 3EV.

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	1.87	1.79	1.85	5.51	1.84
T2	1.76	1.76	2.29	5.81	1.94
T3	1.95	1.88	1.93	5.76	1.92
TOTAL				17.08	1.90

DATOS DE FOSFORO

FOSFORO (%) 1EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	0.291	0.273	0.263	0.83	0.28
T2	0.373	0.246	0.343	0.96	0.32
T3	0.493	0.489	0.488	1.47	0.49
TOTAL				3.26	0.36

FOSFORO (%) 2EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	0.261	0.268	0.430	0.96	0.32
T2	0.419	0.526	0.408	1.35	0.45
T3	0.575	0.656	0.614	1.85	0.62
TOTAL				4.16	0.46

FOSFORO (%) 3EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	0.282	0.291	0.272	0.85	0.28
T2	0.436	0.634	0.425	1.50	0.50
T3	0.711	0.691	0.690	2.09	0.70
TOTAL				4.43	0.49

DATOS DE RELACIÓN DE CARBONO NITRÓGENO

RELACION C/N 1EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	11	12	11	34.00	11.33
T2	10	10	11	31.00	10.33
T3	12	9	9	30.00	10.00
TOTAL				95.00	10.56

RELACION C/N 2EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	12	10	11	33.00	11.00
T2	12	10	11	33.00	11.00
T3	12	9	11	32.00	10.67
TOTAL				98.00	10.89

RELACION C/N 3EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	12	11	13	36.00	12.00
T2	12	12	9	33.00	11.00
T3	13	11	11	35.00	11.67
TOTAL				104.00	11.56

DATOS DE POTASIO

POTASIO (%) 1ER EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	2.103	2.053	2.238	6.39	2.13
T2	2.351	2.319	2.589	7.26	2.42
T3	2.098	2.675	2.101	6.87	2.29
TOTAL				20.53	2.28

POTASIO (%) 2DO EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	2.164	1.829	1.916	5.91	1.97
T2	2.837	2.246	2.085	7.17	2.39
T3	2.582	2.984	2.789	8.36	2.79
TOTAL				21.43	2.38

POTASIO (%) 3ER EVA

Tratamientos	Replicas			Sumatoria	Promedios
	R1	R2	R3		
T1	2.651	2.798	2.678	8.13	2.71
T2	3.039	2.933	3.186	9.16	3.05
T3	2.723	2.844	2.879	8.45	2.82
TOTAL				25.73	2.86

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 - 982047050 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			WILSER ORTIZ RIOS					PROCEDENCIA:					HUANUCO				
Datos de la muestra			Porcentaje								PARTES POR MILLON (mg/Kg)						
			Materia Seca (%)	Humedad (%)	Ceniza en base seca (%)	Materia Organica en base seca (%)	N (base húmeda) (%)	P ₂ O ₅ (%)	C/N	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
Código	Tipo	Referencia															
M01180	Compost	T1R1	38.72	61.28	66.98	43.02	1.95	0.291	11	2.203	--	--	--	--	--	--	
M01181	Compost	T1R2	39.80	60.14	61.45	38.55	1.58	0.273	12	2.153	--	--	--	--	--	--	
M01182	Compost	T1R3	42.85	57.15	59.63	40.37	1.71	0.263	11	2.438	--	--	--	--	--	--	
M01183	Compost	T2R1	46.51	53.49	62.33	37.67	1.74	0.373	10	2.351	--	--	--	--	--	--	
M01184	Compost	T2R2	47.52	52.48	61.61	38.39	1.90	0.246	10	2.319	--	--	--	--	--	--	
M01185	Compost	T2R3	43.25	56.75	63.99	36.01	1.61	0.343	11	2.389	--	--	--	--	--	--	
M01186	Compost	T3R1	46.13	53.87	63.59	36.41	1.46	0.493	12	2.098	--	--	--	--	--	--	
M01187	Compost	T3R2	48.05	51.95	76.96	23.04	1.28	0.489	9	2.675	--	--	--	--	--	--	
M01188	Compost	T3R3	40.16	59.85	73.48	26.52	1.37	0.486	9	2.101	--	--	--	--	--	--	
M0673	Compost	T1R1	40.70	59.30	57.99	42.01	1.73	0.261	12	2.164	--	--	--	--	--	--	
M0674	Compost	T1R2	42.90	57.10	61.16	38.84	1.79	0.288	10	1.829	--	--	--	--	--	--	
M0675	Compost	T1R3	44.69	55.31	60.69	39.31	1.79	0.230	11	1.416	--	--	--	--	--	--	
M0676	Compost	T2R1	49.76	50.24	53.65	46.35	1.83	0.419	12	2.837	--	--	--	--	--	--	
M0677	Compost	T2R2	49.62	50.38	63.66	36.34	1.75	0.426	10	2.246	--	--	--	--	--	--	
M0678	Compost	T2R3	49.81	50.19	62.88	37.12	1.68	0.408	11	2.085	--	--	--	--	--	--	
M0679	Compost	T3R1	45.00	55.00	58.10	41.90	1.70	0.575	12	2.182	--	--	--	--	--	--	
M0680	Compost	T3R2	41.75	58.25	61.50	38.50	2.07	0.656	9	2.984	--	--	--	--	--	--	
M0681	Compost	T3R3	35.07	64.93	63.20	36.80	1.67	0.614	11	2.789	--	--	--	--	--	--	

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M. Sc. Digo. Miguel Huayra Rojas
JEFE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (062) 562342 - Celular 941531359 - 982047050 Aptdo. 156

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			WILSER ORTIZ RIOS							PROCEDENCIA:			HUANUCO					
Datos de la muestra			Porcentaje							PARTES POR MILLON (mg/Kg)								
			Materia Seca (%)	Humedad (%)	Ceniza en base seca (%)	Materia Organica en base seca (%)	N (base húmeda) (%)	P ₂ O ₅ (%)	C/N	K (%)	Na (%)	Cd ppm	Pb ppm	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	
Código	Tipo	Referencia																
M0819	Compost	T1R1	56.89	43.11	53.11	46.89	1.87	0.282	12	2.651	--	--	--	--	--	--		
M0820	Compost	T1R2	55.34	44.66	55.06	44.94	1.90	0.291	11	2.798	--	--	--	--	--	--		
M0821	Compost	T1R3	62.14	37.86	51.23	48.77	1.85	0.272	13	2.678	--	--	--	--	--	--		
M0822	Compost	T2R1	56.56	43.44	49.39	50.61	1.96	0.436	12	3.039	--	--	--	--	--	--		
M0823	Compost	T2R2	64.55	45.45	54.74	45.26	1.76	0.434	12	2.933	--	--	--	--	--	--		
M0824	Compost	T2R3	57.72	42.28	58.64	41.36	2.29	0.425	9	3.186	--	--	--	--	--	--		
M0825	Compost	T3R1	49.45	50.55	47.88	52.32	1.76	0.711	14	2.723	--	--	--	--	--	--		
M0826	Compost	T3R2	45.46	54.54	57.73	42.27	1.78	0.691	11	2.644	--	--	--	--	--	--		
M0827	Compost	T3R3	40.80	59.20	58.56	43.44	1.83	0.690	11	2.879	--	--	--	--	--	--		

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Dgo. Miguel Haaya Rojas
J E F E





UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

HUANUCO - PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y TITULACIÓN PROFESIONAL- PROCATP

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO POR LA MODALIDAD DE
PROCATP**

En la ciudad de Huánuco a los 24 días del mes de **diciembre** del año 2016, siendo las **10:00 a.m.** Horas, de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la **UNHEVAL**, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 0671-2016-UNHEVAL/FCA-D, de fecha 21/12/2016, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

" EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO Y QUÍMICO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL VALLE DE MONZÓN, HUAMALIES – HUÁNUCO 2016"

Presentado por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

WILSER CARBONEL ORTIZ RÍOS.

Bajo el asesoramiento de **ING. JUAN VILLANUEVA REÁTEGUI,**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE : **ING. JUAN CASTAÑEDA ALPAS.**
- SECRETARIO : **ING. GRIFELIO VARGAS GARCÍA.**
- VOCAL : **ING. RUBEN MAX ROJAS PORTAL.**
- ACCESITARIO : **ING. SANTOS JACOBO SALINAS.**

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO POR LA MODALIDAD DE PROCATP.**

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:00 horas.

Huánuco, 24 de DICIEMBRE, del 2016

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

Redacción

Otras observaciones

Huánuco, 19 de ENERO del 2017


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

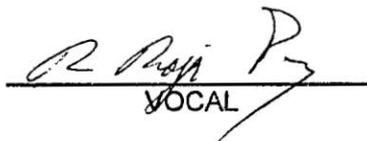
LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

*Se procedio a corregir todas las observaciones
estando apto*

Huánuco, 19 de ENERO del 2017


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL