

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM)
EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum
tuberosum* L.) VARIEDAD YUNGAY EN CONDICIONES
DE HUACRACHUCO – HUÁNUCO - 2014**

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

Alex José, PIMENTEL VIDAL

**HUÁNUCO – PERÚ
2016**

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos.

A mis hermanos, por ser el con cariño y gratitud, pensar en ellos, representó estímulo indeclinable de superación

A todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Me complace de sobre manera a través de este trabajo exteriorizar mi sincero agradecimiento a la a la Sede Descentralizada Huacrachuco de la Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" – Huánuco, en ella a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética puesto de manifiesto en las aulas enrumban a cada uno de los que acudimos con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

A mi Asesor, el Ing. Agr. Flely Jara Claudio y a mi Co asesor Alex Campos Félix, quienes con su experiencia como docente ha sido el guía idóneo, durante el proceso que ha llevado el realizar esta tesis, me ha brindado el tiempo necesario, como la información para que este anhelo llegue a ser felizmente culminado.

EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD YUNGAY EN CONDICIONES DE HUACRACHUCO – HUÁNUCO - 2014

RESUMEN

La degradación de los suelos cultivados en el mundo constituye un 75% debido que la producción de los cultivos se basa en el uso de cantidades crecientes de fertilizantes y pesticidas. Uno de los cultivos que demanda una mayor cantidad de estos insumos es el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), que ocupa un lugar trascendental en la alimentación humana. Sin embargo, el desconocimiento de nuevas alternativas de fertilización, hace que esta problemática se agrave. Es por ello que el objetivo del estudio es evaluar efecto de los microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de papa variedad Yungay, en la localidad de Huacrachuco. El diseño utilizado fue DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), con 9 tratamientos que correspondió a las concentraciones de EM 1 activado (5 y 10%), dosis de EM - Bokashi (20 y 30 t/ha) y la interacción entre estos, comparados con un testigo (sin EM). Se determinó que el tratamiento T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi) destacó en la altura de plantas a la cosecha (70.17 cm), en el peso de tubérculos de primera (23.72 kg/ANE), peso total de tubérculos por área neta experimental (ANE) (30.20 kg.) y en el rendimiento estimado (47 187.50 kg/ha). Sin embargo, este tratamiento no resultó ser rentable, al analizarlo económicamente, que obtuvo un índice de rentabilidad (IR) de- 34.53% y un Ratio beneficio – costo (B/C) de 0.65; mientras que los tratamientos T3 (5% de EM 1 activado) y T4 (10% de EM 1 activado) obtuvieron un IR aceptable de 39.15 y 45.15%, al igual que en el B/C de 1.39 y 1.45, lo que significa que por cada sol que se invierta se gana S/. 0.39 y 0.45 nuevos soles, debido al bajo costo de los insumos utilizados y al rendimiento de los tratamientos. Se concluye que la aplicación del EM 1 activado debe ser incluida como parte del manejo nutricional de la papa, por lo que es necesario fomentar, promocionar y difundir los beneficios del EM 1 activado entre los agricultores dedicados al cultivo de papa

Palabras clave: EM Bokashi, EM 1 activado, bacterias, hongos, levaduras, actinomicetos

**EFFECT OF EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM) PERFORMANCE OF THE
POTATO CROP VARIETY YUNGAY IN THE TOWN OF HUACRACHUCO –
HUANUCO - 2014**

ABSTRACT

Degradation of cultivated soil in the world is 75% due to crop production is based on the use of increasing amounts of fertilizers and pesticides. One crop that demands more of these inputs is the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.), which occupies a major place in the human diet. However, the lack of new alternatives for fertilization, makes this problem from escalating. That is why the aim of the study is to evaluate the effect of effective microorganisms (EM) performance of the potato crop variety Yungay, in the town of Huacrachuco. The design was RCBD (design randomized complete block), with 9 treatments that corresponded to concentrations ME 1 set (5 to 10%), doses of EM - Bokashi (20 and 30 t / ha) and the interaction between these, compared to a control (without EM). It was determined that the treatment T8 (10% of EM-1 Activated + 30 t / ha of EM Bokashi) highlighted in plant height at harvest (70.17 cm) in the first weight of tubers (23.72 kg / ANE), total weight of tubers per experimental net area (ANE) (30.20 kg.) and the estimated yield (47 187.50 kg/ha). However, this treatment was not being profitable, analyzing it financially, which obtained a rate of profitability (IR) - 34.53% and a Ratio benefit - cost (b/c) of 0.65; While the treatments T3 (5% of EM 1 activated) and T4 (10% of activated EM 1) obtained an acceptable go 39.15 and 45.15%, as in the b/c of 1.39 and 1.45, which means that every Sun that reversed earns S / . 0.45 and 0.39 nuevos soles, due to the low cost of the inputs used and the performance of treatments. It is concluded that the application of the activated EM 1 must be included as part of the nutritional management of the Pope, so it is necessary to encourage, promote and spread the benefits of the EM 1 activated between farmers engaged in the cultivation of potatoes

Keywords: EM Bokashi, EM 1 activated, bacteria, fungi, yeasts, actinomycetes

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Fundamentación teórica.....	5
2.1.1. Origen de la papa.....	5
2.1.2. Taxonomía.....	5
2.1.3. Características de la planta.....	5
2.1.3.1. Planta.....	6
2.1.3.2. Raíz.....	6
2.1.3.3. Tallo.....	7
2.1.3.4. Hojas.....	7
2.1.3.5. Inflorescencia y flor.....	7
2.1.3.6. Fruto y semilla.....	8
2.1.3.7. Estolón.....	8
2.1.3.8. Tubérculo.....	8
2.1.3.9. Brote.....	9
2.1.4. Condiciones agroecológicas del cultivo de papa.....	9
2.1.4.1. Temperatura.....	9
2.1.4.2. Precipitación.....	10
2.1.4.3. Luz.....	10
2.1.4.4. Humedad.....	10
2.1.4.5. Suelo.....	11
2.1.5. Requerimientos nutricionales.....	11
2.1.6. Producción del cultivo de papa.....	13

2.1.6.1. Producción mundial.....	13
2.1.6.2. Producción en Sudamérica.....	13
2.1.6.3. Producción, superficie cosechada rendimiento de papa en Perú.....	14
2.1.6.4. Producción, superficie cosechada rendimiento de papa en Huánuco.....	19
2.1.7. Microorganismos Eficaces (EM).....	22
2.1.7.1. Bacterias fotosintéticas.....	23
2.1.7.2. Bacterias ácido lácticas.....	23
2.1.7.3. Levaduras.....	24
2.1.7.4. Actinomicetos.....	24
2.1.8. EM - 1 Activado.....	26
2.1.9. EM Bokashi.....	27
2.1.10. Efectos negativos de los fertilizantes.....	29
2.2. Antecedentes.....	30
2.3. Hipótesis	32
2.3.1. Hipótesis general.....	32
2.3.2. Hipótesis específicas.....	32
2.4. Variables	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Tipo y nivel de investigación	34
3.2. Lugar de ejecución.....	34
3.3. Población y muestra.....	35
3.3.1. Población.....	35
3.3.2. Muestra.....	36
3.4. Tratamientos en estudio.....	36
3.5. Prueba de hipótesis.....	36
3.5.1. Diseño de la investigación.....	36
3.5.2. Datos registrados.....	42

3.5.2.1. Altura de plantas a la cosecha.....	42
3.5.2.5. Peso de tubérculos.....	42
3.5.2.6. Análisis económico.....	43
3.6. Conducción de la investigación.....	43
3.6.1. Análisis de suelo.....	43
3.6.2. Preparación del terreno definitivo.....	43
3.6.3. Surcado.....	43
3.6.4. Trazado del experimento.....	44
3.6.5. Siembra.....	44
3.6.6. Riegos.....	44
3.6.7. Abonamiento.....	44
3.6.8. Deshierbo y aporque.....	45
3.6.9. Control de plagas y enfermedades.....	45
3.6.10. Cosecha.....	45
IV. RESULTADOS.....	46
4.1. Altura de plantas a la cosecha.....	47
4.2. Peso de tubérculos.....	49
4.3. Análisis económico.....	56
4.3.1. Costos de producción.....	56
4.3.2. Indicadores de rentabilidad.....	66
V. DISCUSIÓN.....	70
5.1. Altura de plantas a la cosecha.....	70
5.2. Peso de tubérculos.....	71
5.2.1. Peso de tubérculos de primera.....	71
5.2.2. Peso de tubérculos de segunda y tercera.....	71
5.2.3. Peso total de tubérculos por área neta experimental.....	71
5.2.4. Rendimiento estimado por hectárea.....	72
5.3. Análisis económico.....	73

CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	75
LITERATURA CITADA.....	76
ANEXOS.....	84

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los suelos agrícolas a nivel mundial se encuentran desequilibrados física, química y biológicamente, en un 75% debido a la erosión o degradación de los suelos cultivados, el cual genera serios problemas ambientales (Imeson y Cuirfs, 2006), mientras que en América Latina, el 50% de los suelos se encuentran degradados (Pla, 2006). En países en desarrollo como el Perú, los suelos presentan el 54% de degradación entre moderada a muy severa, por encima de países como Chile, Brasil, México, Holanda, Noruega, Egipto, etc. (Escudero y Paredes, 2013).

Una de los sectores que participa en la degradación de los suelos es la agricultura, sector en el que basa especialmente en el uso de cantidades crecientes de fertilizantes y pesticidas para la producción de alimentos, el cual pone en duda la sostenibilidad de dichos sistemas de producción (Pla, 2006). Ante esta problemática, el uso de métodos microbiales y tecnologías coordinados con los sistemas de producción agrícola, son alternativas que se han planteado para solventar estos problemas, entre ellos el uso de Microorganismos Eficaces (EM) (Higa y Parr, 1994).

Los Microorganismos Eficaces (EM), es una tecnología desarrollada por Teruo Higa en 1991, el cual logra la recuperación de la biodiversidad, mejora la estructura y disponibilidad de nutrimentos en el suelo y favorece el intercambio de metabolitos secundarios y fitorreguladores entre raíces y

microorganismos, además la resistencia a patógenos del suelo (Higa y Parr, 1994; González *et al*, 2008 y Em-info, 2014).

En América Latina, se han realizado estudios utilizando la tecnología EM, con resultados satisfactorios en los países de Costa Rica, en el cultivo de banano (Cedrico y Muñoz, 2002) y Nicaragua, en frijol (Rivera y Torres, 1998). En el Perú, en los cultivos de brócoli (Mariño *et al*, 2007) y ajos (Segura, 2006), resultados que demuestran el potencial productivo de esta tecnología en la producción orgánica de los cultivos. En Huánuco, el uso de la tecnología EM, todavía se encuentra en desarrollo, los trabajos realizados son escasos, sin embargo se obtuvo resultados satisfactorios en el rendimiento del cultivo de maracuyá, según lo reportado por Pérez (2013).

Por lo tanto, el reto de la tecnología de los Microorganismos Eficaces (EM) es el mejoramiento de la calidad del suelo, construyendo una microflora balanceada con la mayoría de especies de microorganismos benéficos, el cual hace posible que las plantas tengan un mejor ambiente para su crecimiento y desarrollo, cuyo efecto repercute en niveles altos de producción con productos de calidad en apariencia y sabor, además de generar la resistencia de las plantas a enfermedades del suelo.

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) a lo largo de la historia ha ocupado un lugar trascendental en la alimentación humana, tuvo su origen en el área cercana al Lago Titicaca, en la actual zona limítrofe entre Perú y Bolivia, con el transcurrir del tiempo ocupó las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Hawkes, 1994; citado por Trujillo, 2004).

Constituye el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo, después del arroz y el trigo en términos de consumo humano. Más de mil millones de personas en todo el mundo come papa, y la producción mundial de cultivos total supera los 300 millones de toneladas métricas (CIP, 2015).

En América Latina, la producción de papa representa el 41%, teniendo como principales productores a: Perú, Brasil, Argentina, Colombia, México, Chile, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Guatemala y Cuba. (FAOSTAT, 2015). En el Perú, la producción de papa entre los años 2003-2013, se incrementó de 2.54 a 3.80 millones de toneladas, del que destacan las regiones de Huánuco, Junín, La Libertad, Cusco y Cajamarca que juntos aportan el 55% de la producción nacional (MINAGRI, 2015). La región Huánuco es el primer productor de papa (MINAGRI, 2015), en la campaña agrícola 2012 – 2013, registró una producción de 409 877 toneladas, siendo el principal productor de papa la Provincia de Pachitea con 147 580 toneladas (Dirección Regional de Agricultura Huánuco, 2015).

La provincia de Marañón, presenta las condiciones adecuadas para el cultivo de papa, sin embargo se obtienen bajos rendimientos que solamente llegan a las 11.00 toneladas/hectárea que se encuentran por debajo del promedio internacional, esto debido a la no aplicación de paquetes tecnológicos adecuados de producción.

Por las razones expuestas, la determinación de la concentración y dosis adecuada de los Microorganismos Eficaces (EM) posibilitará el afianzamiento de una nueva tecnología en la Provincia de Marañón para

mejorar la rentabilidad del cultivo de papa debido a la mejora de la calidad del suelo y de esta manera incrementar el rendimiento del cultivo. Asimismo, será posible llevar a los agricultores los beneficios de la tecnología de los Microorganismos Eficaces (EM) contribuyendo a la mejora de la dinámica de nuestro país y en particular la limitada economía de los agricultores de Huacrachuco dedicados al cultivo de papa.

Esta realidad permitió plantear el objetivo general y los específicos de la siguiente manera:

Objetivo general

Determinar el efecto de los microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Yungay en condiciones de Huacrachuco – Huánuco

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de las concentraciones de EM-1 Activado al 5 y 10% en la altura de planta, el tamaño y peso de tubérculos de papa
2. Estimar la influencia de las dosis de EM – Bokashi de 20 y 30 t/ha en la altura de planta y en el tamaño y peso de tubérculos de papa
3. Determinar el efecto de la interacción de las concentraciones de EM-1 Activado y las dosis EM– Bokashi en la altura de planta, el tamaño y peso de tubérculos de papa.
4. Hallar la rentabilidad económica mediante el análisis marginal de los tratamientos

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Origen de la papa

La región andina y más específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia son el principal centro de domesticación de las diferentes especies de papas. Un centro secundario de origen se ubica en la isla de Chiloé, en el sur de Chile (Tapia y Fries, 2007).

Bukasov (1981) afirma que en esta zona, existe una gran variabilidad, concentrándose las ocho especies primitivas con 24, 36 y 60 cromosomas: *Solanum ajanhuiri* Juz. et Buk, *S. juzepczukii* Buk., *S. phureja* Juz. et Buk, *S. stenotomun* Juz. et Buk, *S. chaucha* Juz. et Buk, *S. mamilliferum* Juz. et Buk, *S. curtilobum* Juz. et Buk y *S. tenuifilamentum* Juz. et Buk. En el centro del Perú, se encuentran las especies primitivas *S. goniocayx* Juz. et Buk y *S. andigenum*.

2.1.2. Taxonomía

Egúsqiza (2000) indica que la taxonomía de la papa se basa en características florales, que conjuntamente con Huamán (1986) y Sánchez (2003) clasifican la papa de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Subclase	: Simpétala
Sección	: Anisocárpeas
Orden	: Tubifloríneas

Familia	: Solanaceae
Género	: Solanum L.
Sección	: <i>Petota</i> Dumortier
Especie	: <i>Solanum tuberosum</i>

2.1.3. Características de la planta

2.1.3.1. Planta

Es una planta dicotiledónea constituida de un sistema aéreo y subterráneo de naturaleza herbácea, anual, pero puede ser considerada como perenne potencial debido a su capacidad de reproducirse vegetativamente por medio de tubérculos. El hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de las especies. Los de tallos cortos son cuando todas las hojas se encuentran cerca o tan cerca de su base y los de hábito arrosetado o semi arrosetado es cuando las hojas están cerca del suelo, en las especies *Solanum x juzepczukii*, *S. x curtilobum* *S. x ajanhuiri*. Mientras que en otras especies los hábitos son rastrero, decumbente, semierecto y erecto (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000; Pardavé, 2004).

2.1.3.2. Raíz

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una raíz principal axomorfa y muy delicada, a partir de la cual aparecen ramificaciones laterales que forman un sistema fibroso. Cuando crecen de un tubérculo la raíz es fasciculada muy fina, larga y poseen muchas raíces adventicias. (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000; Román y Hurtado, 2002; Sánchez, 2003).

2.1.3.3. Tallo

El sistema de tallos especializados está compuesto por tallos aéreos (sostener hojas y flores), estolones (transportar azúcares), y tubérculos (almacenar almidones). Los tallos aéreos son erectos, rastreros o semirastreros, gruesos, fuertes y angulosos de color verde pardo, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo, se originan en la yema del tubérculo siendo su altura variable entre 0.5 y 1 m (Huamán, 1986; Sánchez, 2003; Egúsqiza, 2000).

2.1.3.4. Hojas

Son compuestas imparipinadas y con foliolos primarios secundarios e intercalares. La nerviación de las hojas es reticulada, con la densidad mayor en los nervios y bordes del limbo. Los foliolos de la hoja consta de 9 a más cuyo tamaño aumenta cada vez que se va alejando del nudo; la cantidad de foliolos determina su disectividad (Huamán, 1986; Egúsqiza, 2000; Sánchez, 2003).

2.1.3.5. Inflorescencia y flor

La inflorescencia de la papa presenta un pedúnculo que se encuentra dividido generalmente en dos ramas y cada una de ellas en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa que puede ser simple o compuesta. La flor es hermafrodita, pentámera, tetracíclica, posee 5 estambres de color amarillo, anaranjado con un solo pistilo y pasan abiertas de 3 a 5 días luego comienzan a formar una baya donde se desarrollan las semillas. Las flores son autógamas, siendo su androestirilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones

climáticas. El color de las flores es variable: rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de 2 colores (Huamán, 1986; Egúsqüiza, 2000; Román y Hurtado, 2002; Sánchez, 2003)

2.1.3.6. Fruto y semilla

Los frutos tienen forma de baya redondeada, alargada, cortiforme, ovaladas o cónicas de color verde de 1 a 3 cm de diámetro, que se tornan amarillos al madurar, en algunas variedades cultivadas, tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas. Estas pueden contener desde cero hasta 400 semillas amarillas o castaño amarillentas, pequeñas, ovaless y uniformes por baya. El peso de una semilla equivale a 0.5 mg. pudiendo existir en un gramo aproximadamente 1600 semillas (Huamán, 1986; Egúsqüiza, 2000; Román y Hurtado, 2002; Sánchez, 2003; Pardavé, 2004)

2.1.3.7. Estolón

Son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos, pudiendo formar tubérculos, por un agrandamiento en su extremo apical que tiene la forma de un gancho. Es un tallo especializado encargado del transporte de azúcares producidas en las hojas (Huamán, 1986; Egúsqüiza, 2000; Sánchez, 2003; Pardavé, 2004).

2.1.3.8. Tubérculo

Es un tallo especializado subterráneo engrosado, acortado y constituye el principal órgano para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón), provisto de yemas u ojos distribuidos en forma de espiral

sobre la superficie del tubérculo, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de las hojas escamosas llamadas cejas. Los ojos del tubérculo de papa corresponde a los nudos de los tallos; las cejas del ojo representan las hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares (Huamán, 1986; Egúsquiza, 2000; Sánchez, 2003; Pardavé, 2004).

2.1.3.9. Brote

Es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo, su tamaño y apariencia del brote varía según las condiciones en las que se almacena el tubérculo. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o en el ápice, o casi totalmente coloreados (Egúsquiza, 2000).

El extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. El extremo apical da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento mismo (Huamán, 1986).

2.1.4. Condiciones agroecológicas del cultivo de papa

2.1.4.1. Temperatura

Egúsquiza (2000); Sánchez (2003), Román y Hurtado (2002), manifiestan que para una buena producción de papa las temperaturas promedio diarias deben ser menores de 25 °C, es decir se trata de una planta termoperiódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C. El frío excesivo hace que los tubérculos queden pequeños y sin desarrollar y si la temperatura es demasiado elevada afecta a la formación de tubérculos. Mientras que las

temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos.

2.1.4.2. Precipitación

La precipitación requerida para una buena producción de papa se alcanza si la cantidad total de lluvia es de 500 mm a 1200 mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas (etapa crítica) se dan en las etapas de germinación, floración y tuberización (formación de tubérculos) las lluvias excesivas producen condiciones favorables a las enfermedades causadas por hongos (rancha) y bacterias (producción de tubérculos) (Egúsqiza y Catalán, 2011; Román y Hurtado, 2002; Lucero, 2011)

2.1.4.3. Luz

Sánchez (2003), señala que la luz posee una incidencia directa sobre el fotoperíodo, los fotoperiodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen al crecimiento. La incidencia luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación.

Egúsqiza (2000), indica que si mayor es la intensidad de luz, mayor es la fotosíntesis. La relación entre el desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve favorecido por estímulos como nitrógeno, días largos, temperaturas elevadas y alta humedad.

2.1.4.4. Humedad

Es un factor muy importante para el éxito del cultivo de papa. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta la maduración del tubérculo

resulta nociva debido a que favorece al ataque de enfermedades fungosas (Sánchez, 2003).

2.1.4.5. Suelo

El cultivo de papa prefiere los suelos son los francos, franco - arenosos, franco - limosos y franco -arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundos mayor de los 0.50 m que permiten el libre crecimiento de los estolones y tubérculos y faciliten la cosecha. El cultivo soporta un pH ácido entre 5.5 a 6, en general la papa es considerada como muy resistente, pero sobre todo con amplia tolerancia a la salinidad (Román y Hurtado, 2002; Sánchez, 2003).

2.1.5. Requerimientos nutricionales

El requerimiento nutricional diario del cultivo por hectárea puede alcanzar los 4.5 kg de Nitrógeno, 0.3 kg de Fósforo, 6.0 kg de Potasio, 1.3 kg de Calcio, 0.6 kg de Magnesio y 0.34 kg de Azufre. Mientras que para una producción de 30 mil kilogramos de papa por hectárea puede ser de 150 unidades de nitrógeno, 100 unidades de P_2O_5 y 300 unidades de K_2O . Estas cantidades pueden disminuir sensiblemente, si se cultiva después de una leguminosa, si existían cantidades en el suelo de materia orgánica, fósforo o potasio, etc. (Rottenberg, 2010; Sánchez, 2003).

El nitrógeno en cantidades muy altas, en relación con la disponibilidad de los otros elementos, se induce a la producción de papas extra grandes, pero se reduce su contenido de almidones. Además aumenta la

susceptibilidad de las plantas a las plagas, especialmente a las enfermedades causadas por hongos y bacterias (Román y Hurtado, 2002)

El Fósforo es un elemento determinante en el crecimiento inicial del cultivo, especialmente en las raíces, por lo que su déficit produce plantas pequeñas de color violáceo o morado por el efecto de acumulación de antocianinas. Se requiere en cantidades muy inferiores al Nitrógeno, las recomendaciones de aplicación de Fósforo varían de 100 – 150 kg/ha. Los requerimientos de Fósforo para una cosecha potencial de 50 toneladas pueden variar de 60 – 130 kg. (Sierra *et al*, 2002; Rottenberg, 2010)

El Potasio, es un elemento responsable de más de 48 funciones distintas en las plantas, en la papa una de las funciones importantes es el de activador para la síntesis de carbohidratos, debido al gran contenido de carbohidratos que debe formar y almacenar en los tubérculos, es por ello que este elemento juega un papel muy importante en la nutrición. Su déficit en la papa produce manchas cloróticas y los tallos son débiles y quebradizos. El requerimiento de Potasio para una cosecha potencial de 50 toneladas se requiere 460 kg de K_2O , no obstante, en ciertos suelos actúan como excelentes fuentes de Potasio, estas contribuciones pueden descontarse o tomarse como una fuente parcial de los requerimientos totales del cultivo. (Sierra *et al*, 2002; Rottenberg, 2010)

Algunas veces la papa acusa la carencia de magnesio, aunque normalmente los estiércoles suelen contener este elemento, hay que tener

cuidado con los abonos cuantiosos de potasio, pues bloquean al Magnesio (Sánchez, 2003)

2.1.6. Producción del cultivo de papa

2.1.6.1. Producción mundial

La producción mundial de papa se aprecia en la Figura 01, la producción en el 2013 creció el 1.58% con respecto al año 2012 (FAOSTAT, 2015).

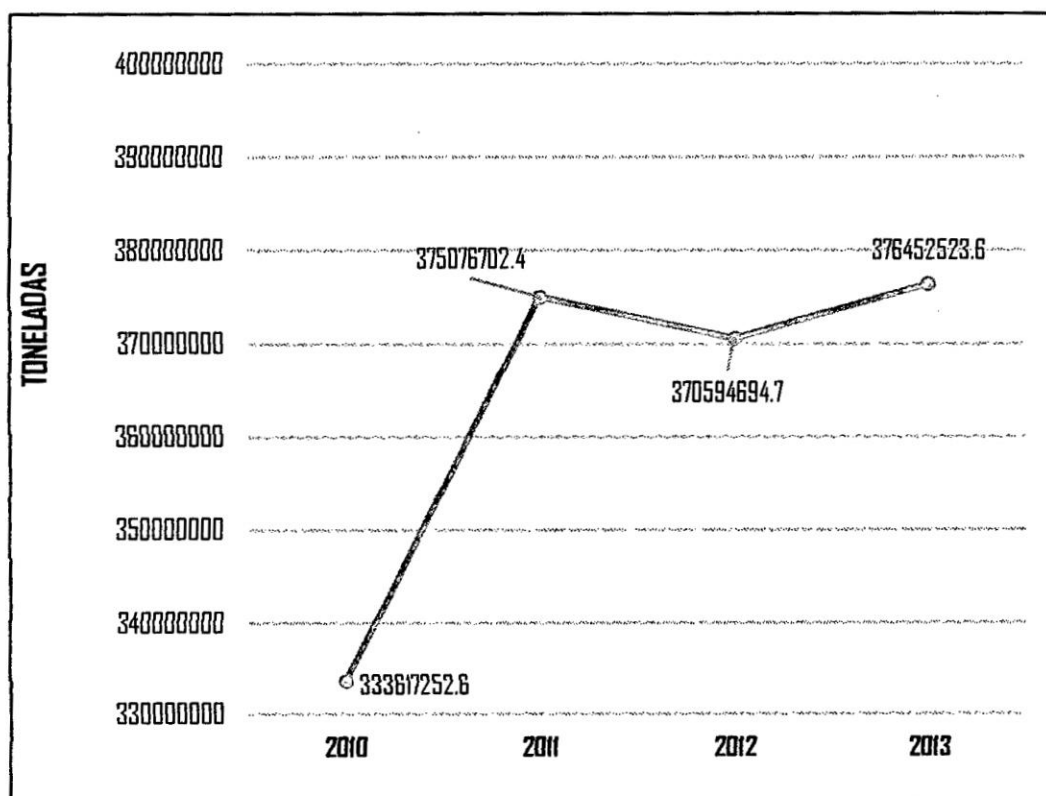


Figura 01. Producción mundial de papa en los años 2010 – 2013

2.1.6.2. Producción en Sudamérica

En el año 2013, FAOSTAT (2015) reporta que la producción de papa en Sudamérica fue de 12 050 828.75 toneladas, dicha producción representa el 3.20% de la producción mundial. El país que más producción de papa registra fue el Perú, esta producción representa el 1.21% con respecto a la

producción mundial. En la Figura 02 se muestra la producción de papa en Sudamérica.

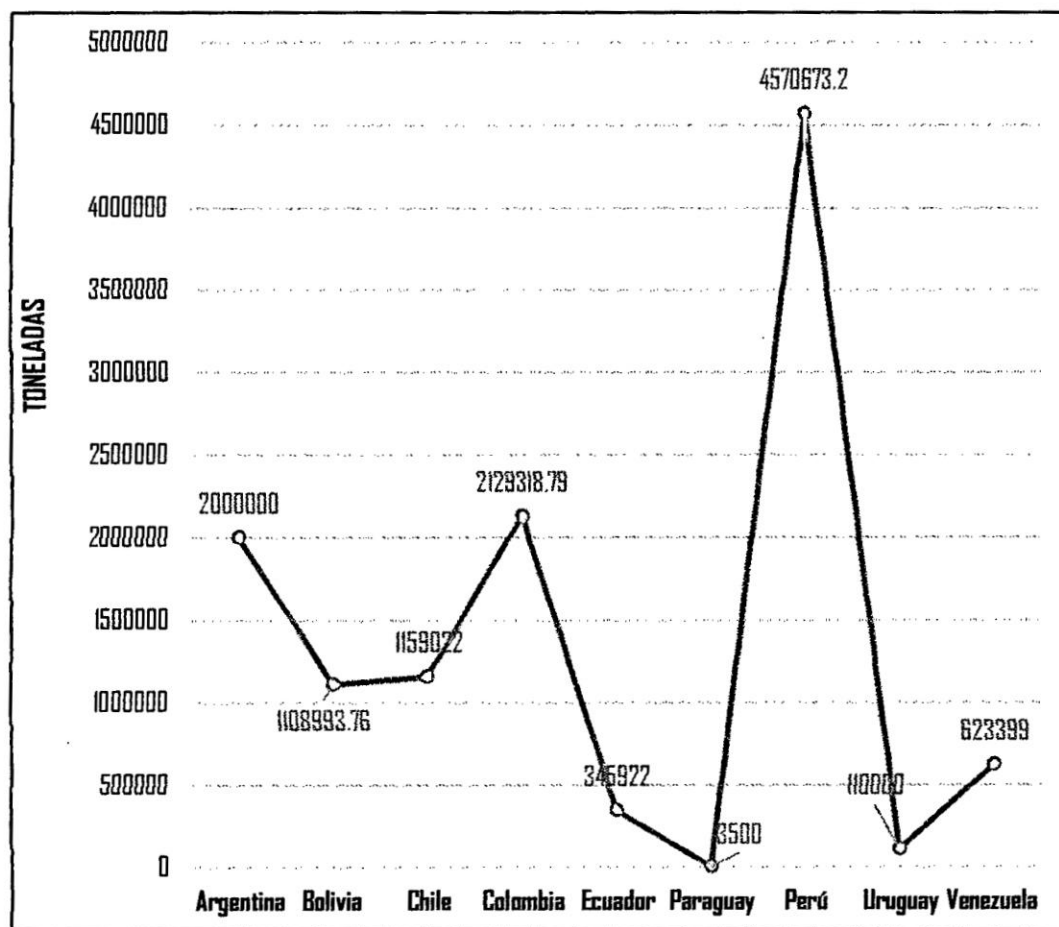


Figura 02. Producción sudamericana de papa en el año 2013

2.1.6.3. Producción, superficie cosechada rendimiento de papa en Perú

Producción

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2015) registra en el Cuadro 01, a las regiones de Puno y Huánuco como las regiones con mayor producción de papa, tal como se muestra en la Figura 03

Cuadro 01. Producción de papa por regiones del 2010 - 2013

REGIONES	2010	2011	2012	2013
Amazonas	66 088.00	51 551.00	59 051.00	66 423.00
Ancash	107 992.00	97 479.00	106 273.00	109 423.00
Apurímac	243 325.00	261 773.00	341 438.00	351 053.00
Arequipa	277 971.00	263 439.00	297 427.00	284 323.00
Ayacucho	191 923.00	137 887.00	329 853.00	285 836.00
Cajamarca	294 594.00	298 773.00	309 724.00	341 739.00
Cuzco	289 531.00	352 980.00	432 127.00	425 946.00
Huancavelica	170 585.00	270 258.00	283 473.00	269 290.00
Huánuco	426 873.00	516 514.00	566 988.00	618 671.00
Ica	63 785.00	80 347.00	87 889.00	83 941.00
Junín	356 138.00	407 072.00	409 402.00	402 733.00
La Libertad	362 989.00	338 847.00	379 030.00	407 933.00
Lambayeque	5 510.00	5 240.00	4 819.00	5 429.00
Lima	249 495.00	213 515.00	170 328.00	149 306.00
Moquegua	8 811.00	8 952.00	8 582.00	8 331.00
Pasco	96 478.00	150 802.00	94 226.00	85 238.00
Piura	18 338.00	21 793.00	17 662.00	22 929.00
Puno	575 913.00	588 819.00	567 612.00	643 035.00
Tacna	8 036.00	6 504.00	8 809.00	8 050.00
TOTAL	3 814 375.00	4 072 545.00	4 474 713.00	4 569 629.00

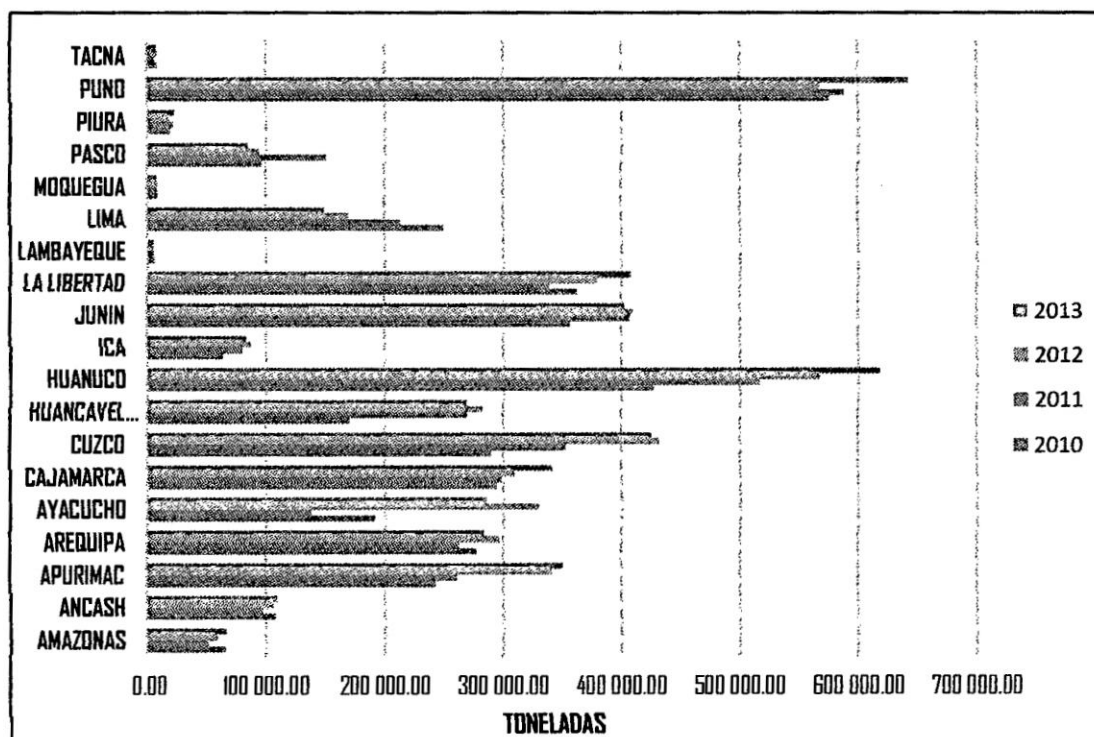


Figura 03. Producción de papa por Regiones entre los años 2010 - 2013

Superficie cosechada

En el Cuadro 02, MINAGRI (2015) reporta la superficie cosechada de papa por regiones entre los años 2010 – 2013, en el que destaca la Región Puno, tal como se aprecia en la Figura 04

Cuadro 02. Superficie cosechada de papa por regiones entre el 2010 - 2013

REGIONES	2010	2011	2012	2013
Amazonas	4 579.00	3 579.00	4 396.00	4 591.00
Ancash	10 813.00	9 540.00	10 451.00	10 590.00
Apurímac	19 385.00	19 214.00	19 057.00	19 791.00
Arequipa	8 660.00	8 037.00	9 295.00	8 724.00
Ayacucho	14 852.00	14 595.00	19 743.00	19 143.00
Cajamarca	26 959.00	27 066.00	28 201.00	29 719.00
Cuzco	31 346.00	30 827.00	34 784.00	33 291.00
Huancavelica	16 379.00	24 937.00	27 345.00	25 808.00
Huánuco	31 847.00	35 341.00	37 508.00	39 622.00
Ica	2 018.00	2 360.00	2 691.00	2 375.00
Junín	22 834.00	23 168.00	23 392.00	23 037.00
La Libertad	24 581.00	22 786.00	23 535.00	25 010.00
Lambayeque	930.00	875.00	893.00	908.00
Lima	9 744.00	8 689.00	7 730.00	6 080.00
Moquegua	665.00	611.00	624.00	618.00
Pasco	10 175.00	10 069.00	8 464.00	9 031.00
Piura	1 784.00	2 368.00	2 123.00	2 578.00
Puno	51 744.00	51 780.00	51 429.00	55 532.00
Tacna	579.00	389.00	508.00	459.00
TOTAL	289 874.00	296 231.00	312 169.00	316 907.00

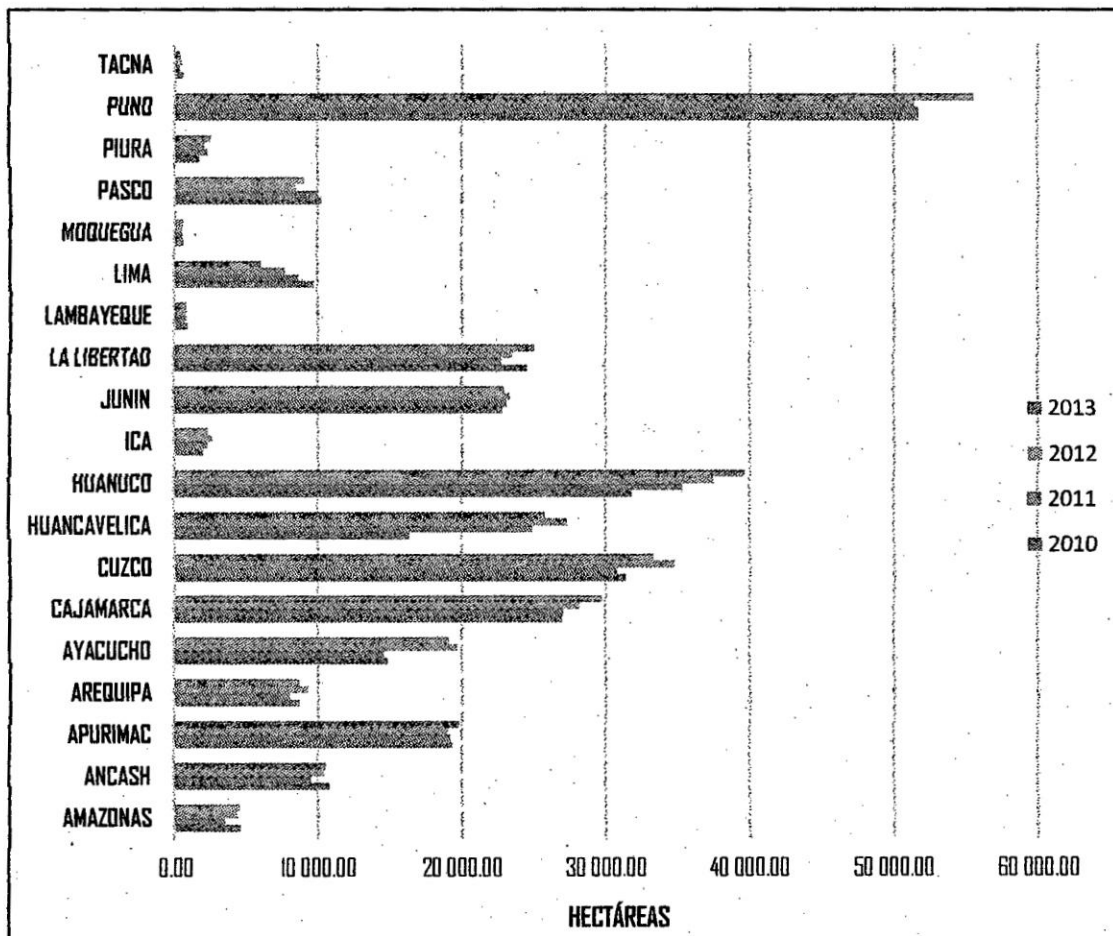


Figura 04. Superficie cosechada de papa por Regiones entre los años 2010 - 2013

Rendimiento

En el Cuadro 03, MINAGRI (2015) reporta el rendimiento de papa por regiones entre los años 2010 – 2013, en el que destaca las Regiones de Ica y Arequipa, tal como se aprecia en la Figura 05

Cuadro 03. Rendimiento de papa por regiones entre el 2010 - 2013

REGIONES	2010	2011	2012	2013
Amazonas	14 433.00	14 404.00	13 432.00	14 470.00
Ancash	9 987.00	10 218.00	10 169.00	10 333.00
Apurímac	12 552.00	13 624.00	17 916.00	17 738.00
Arequipa	32 098.00	32 778.00	31 999.00	32 591.00
Ayacucho	12 922.00	9 448.00	16 707.00	14 932.00
Cajamarca	10 927.00	11 039.00	10 983.00	11 499.00
Cuzco	9 237.00	11 450.00	12 423.00	12 795.00
Huancavelica	10 415.00	10 837.00	10 366.00	10 434.00
Huánuco	13 404.00	14 615.00	15 117.00	15 614.00
Ica	31 606.00	34 042.00	32 666.00	35 344.00
Junín	15 597.00	17 570.00	17 502.00	17 482.00
La Libertad	14 767.00	14 871.00	16 105.00	16 311.00
Lambayeque	5 925.00	5 989.00	5 396.00	5 979.00
Lima	25 605.00	23 903.00	21 356.00	23 904.00
Moquegua	13 249.00	14 652.00	13 752.00	13 481.00
Pasco	9 482.00	14 977.00	11 133.00	9 438.00
Piura	10 279.00	9 203.00	8 319.00	8 894.00
Puno	11 130.00	11 372.00	11 037.00	11 580.00
Tacna	13 879.00	16 720.00	17 341.00	17 538.00
PROMEDIO	14 604.95	15 353.26	15 458.89	15 808.26

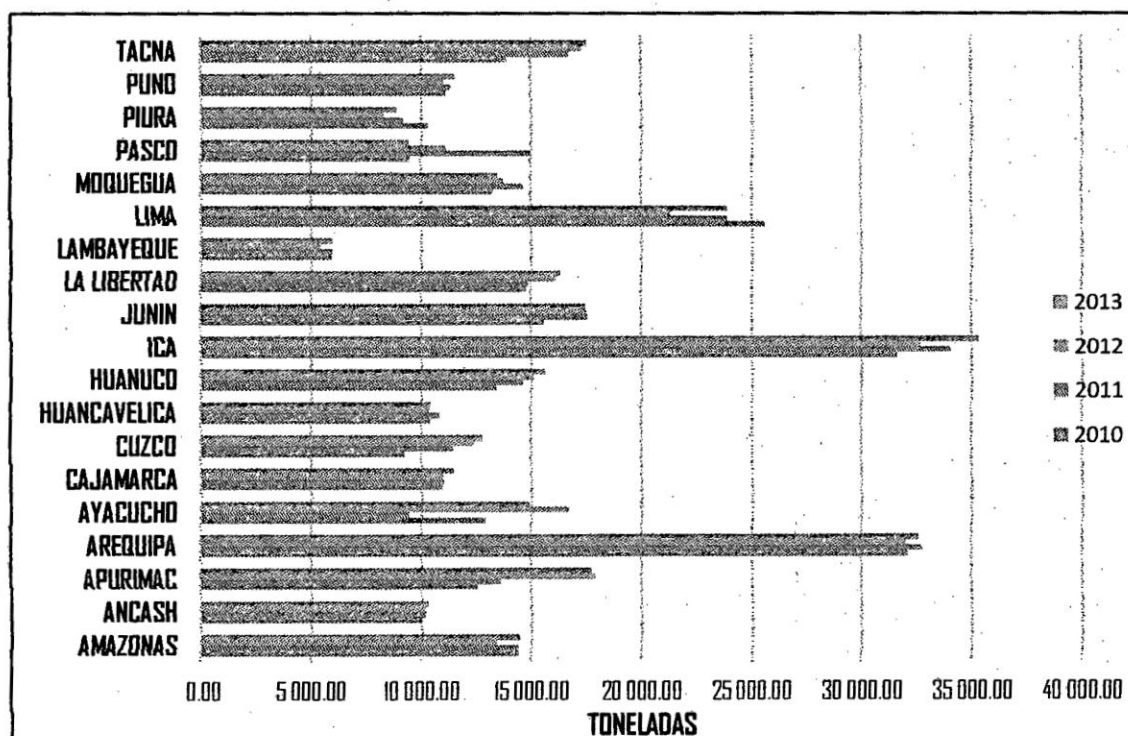


Figura 05. Rendimiento de papa por Regiones entre los años 2010 - 2013

2.1.6.4. Producción, superficie cosechada rendimiento de papa en Huánuco

Producción

En el Cuadro 04, la Dirección Regional de Agricultura Huánuco (DRA) (2015) registra desde la campaña agrícola 2010/2011 hasta el 2012/2013, a las Provincias de Pachitea y Huánuco como las Provincias de mayor producción de papa, tal como se muestra en la Figura 06.

Cuadro 04. Producción de papa por provincias en las campañas del 2010/2011 - 2012/2013

PROVINCIAS	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Ambo	25 416.00	40 043.50	38 450.00
Dos de Mayo	17 708.00	23 689.50	21 084.00
Huacaybamba	87.00	103.00	133.00
Huamalíes	1 319.00	61 225.00	61 350.00
Huánuco	86 303.00	101 788.00	128 029.00
Lauricocha	1 165.00	976.00	337.00
Marañón	1 306.00	1 664.00	1 068.00
Pachitea	130 734.00	126 851.00	147 580.00
Yarowilca	4 973.00	7 963.00	337.00
TOTAL	269 011.00	364 303.00	398 368.00

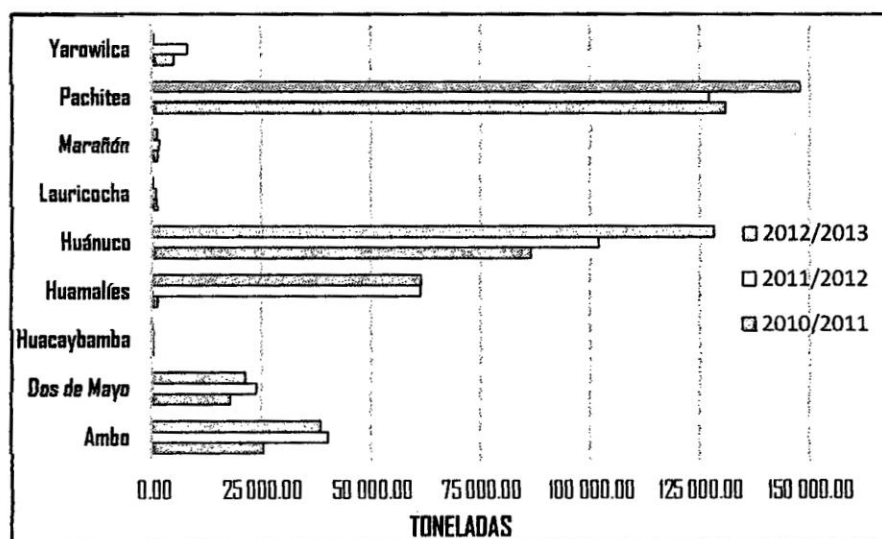


Figura 06. Producción de papa en las campañas 2010/2011 – 2012/2013

Superficie cosechada

En el Cuadro 05, DRA - Huánuco (2015) reporta la superficie cosechada de papa por provincias entre las campañas 2010/2011 – 2012/2013, en el que destaca las Provincias de Pachitea, Huánuco y Huamalíes, tal como se aprecia en la Figura 07.

Cuadro 05. Producción de papa por provincias en las campañas del 2010/2011 - 2012/2013

PROVINCIAS	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Ambo	1 814.00	2 794.00	2 651.00
Dos de Mayo	1 881.00	1 962.00	1 890.00
Huacaybamba	7.00	8.00	10.50
Huamalíes	123.00	5 332.00	5 382.00
Huánuco	5 331.00	5 647.50	6 537.00
Lauricocha	330.00	159.00	552.00
Marañón	125.00	146.00	197.00
Pachitea	4 699.00	4 657.00	5 028.00
Yarowilca	620.00	686.00	2 584.00
TOTAL	14 930.00	21 391.50	24 831.50

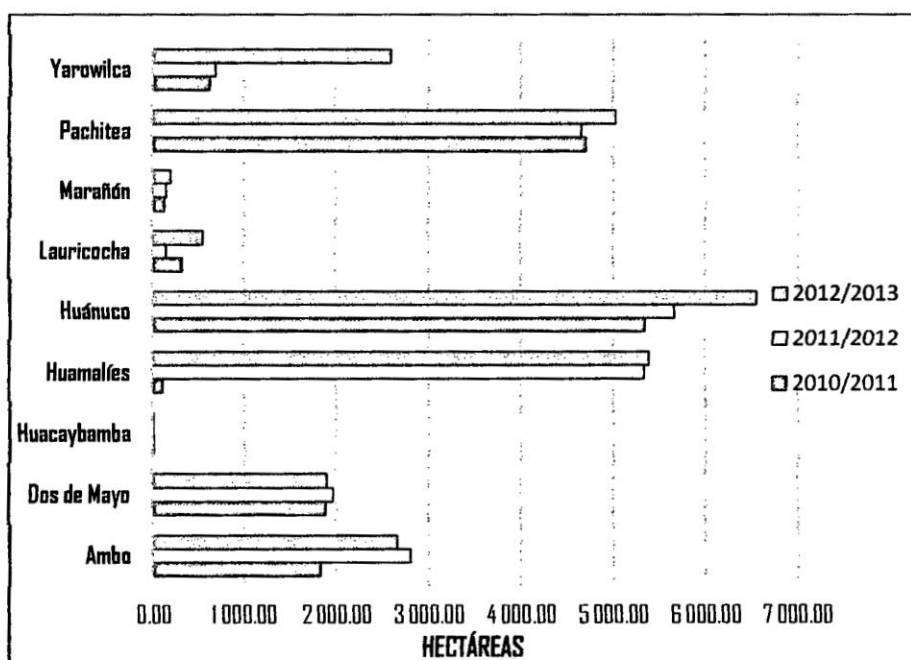


Figura 07. Superficie cosechada de papa en las campañas 2010/2011 – 2012/2013

Rendimiento

En el Cuadro 06, DRA - Huánuco (2015) reporta el rendimiento de papa por regiones entre los años 2010 – 2013, en el que destaca la Provincia de Pachitea, tal como se aprecia en la Figura 08.

Cuadro 06. Rendimiento de papa por provincias en las campañas del 2010/2011 - 2012/2013

PROVINCIAS	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Ambo	14 011.03	14 331.96	14 503.96
Dos de Mayo	9 414.14	12 074.16	11 155.56
Huacaybamba	12 428.57	12 875.00	12 666.67
Huamalíes	10 723.58	11 482.56	11 399.11
Huánuco	16 188.90	2 584.00	19 585.28
Lauricocha	3 530.30	6 138.36	4 681.16
Marañón	10 448.00	11 397.26	11 010.31
Pachitea	27 821.66	27 238.78	29 351.63
Yarowilca	8 020.97	11 607.87	9 628.57
PROMEDIO	12 509.68	12 192.22	13 775.80

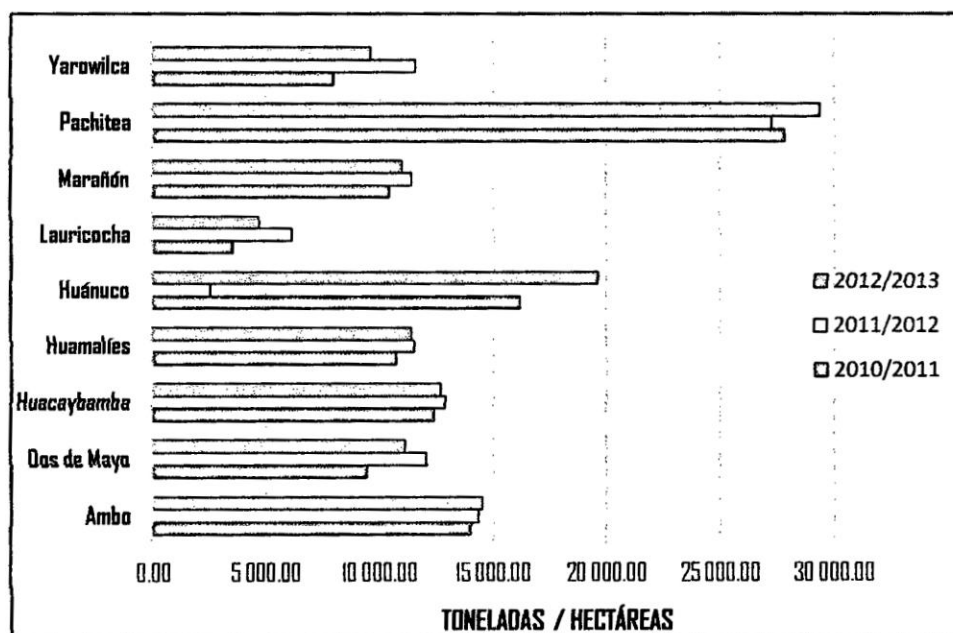


Figura 08. Rendimiento de papa en las campañas 2010/2011 – 2012/2013

2.1.7. Microorganismos Eficaces (EM)

Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú (APROLAB) (2007), reporta que la tecnología EM, es una combinación de varios microorganismos benéficos, desarrollada por Teruo Higa, Ph. D., profesor de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplazaría a los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero.

Los EM es un cultivo mixto, a base de poblaciones predominantes de bacterias, levaduras y hongos, de ocurrencia natural, que pueden ser aplicados al suelo como inoculantes para incrementar la diversidad microbial de los suelos y plantas, asimismo para mejorar la calidad, salud del suelo y el crecimiento, producción y calidad de los cultivos (Higa y Parr, 1994)

EM Research Organization (EMRO) (2005), reporta que es un concentrado líquido que actúa como inoculador microbiano en el suelo y desarrolla en él un ambiente conducente para el crecimiento de la cosecha.

En el Cuadro 07, Meléndez y Soto (2003), indican los efectos de la aplicación de microorganismos eficaces, no solamente un efecto, sino, en muchas ocasiones, varios efectos en forma conjunta.

Cuadro 07. Efecto y función de los microorganismos eficaces como inoculantes

Efecto	Función de microorganismos
Descomposición de materia orgánica	Aceleración del compostaje
	Descomposición de la materia orgánica en el suelo
Mejoramiento de suelo	Formación de suelo agregado
	Cambio de pH
Efecto nutricional para las plantas	Fijación de N
	Mineralización (N inorgánico, etc)
	Nitrificación
	Biomasa N y P
Crecimiento de plantas	Producción de hormonas, enzimas, vitaminas, etc
Control de enfermedades y plagas	Efecto supresivo a patógenos y nemátodos

2.1.7.1. Bacterias fotosintéticas

Son bacterias que pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, además estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Otra de las funciones importantes que es lleva a cabo la fotosíntesis incompleta lo cual hace que la planta genere nutrimentos sin necesidad de la luz solar. Entre ellas se mencionan a *Rhodopseudomonas plastrus* y el *Rhodobacter sparoides* (Ramírez, 2006 y APROLAB, 2007)

2.1.7.2. Bacterias Ácido Lácticas

Son bacterias Gram positivas que producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados (bacterias fototróficas y levaduras). Además, aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa. Dentro de las bacterias ácido

lácticas que componen la Tecnología EM son el *Lactobacillus plantarum*, *L.casei*, y el *Streptococcus lactis* (Reboreda, 2011 y Ramírez, 2006).

El ácido láctico es un compuesto altamente esterilizante que suprime microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica. (Arroyo, s.f.)

2.1.7.3. Levaduras

Sintetizan y utilizan sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, las raíces de las plantas y junto con otros materiales orgánicos, activan a otros microorganismos del suelo, que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras microorganismos del suelo. Dentro de las levaduras que componen la Tecnología EM son *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* (Ramírez, 2006 y Arroyo, s.f)

2.1.7.4. Actinomicetos

Brinda a las plantas mayor resistencia frente a los microorganismos patógenos a través del contacto con patógenos debilitados, debido a la función antagonista que cumple por la producción de antibióticos que resulta nociva para entre bacterias y hongos fitopatógenos, además benefician al crecimiento y actividad del *Axobacter* y de las micorrizas. Los Actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética, de esta manera ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana. Dentro de los Actinomicetos que componen la Tecnología EM son *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus* (Ramírez, 2006 y Arroyo, s.f.).

Picado (2001) citado por Mendoza y Soto (2003) indica en el cuadro 08, algunos microorganismos utilizados en algunos productos microbiales comerciales, donde las bacterias es el grupo más numeroso utilizado en los formulación productos comerciales.

Cuadro 08. Microorganismos utilizados en algunos productos microbiales comerciales.

Grupo	Nombre científico	Característica condición adecuada	Gram
Bacterias	<i>Axotobacter</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus spp.</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus subtilies</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus licheniformis</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus megaterium</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus polimyxa</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Bacillus macerans</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Pseudomonas putida</i>	Facultativo	Gp
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Rhodopseudomonas sphaeroides</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Streptococcus lactis</i>	Facultativo	Gp
	<i>Streptococcus faecalis</i>	Facultativo	Gp
	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Facultativo	Gp
	<i>Lactobacillus casei</i>	Facultativo	Gp
	<i>Colostridium</i>	Anaeróbico	Gp
Actinomicetes	<i>Streptomyces albus</i>	Aeróbico	Gp
	<i>Propionibacterium freudenrenchi</i>	Aeróbico	Gp
Levaduras	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aeróbico / Anaeróbico	
	<i>Candida utilis</i>	Aeróbico	
Hongos	<i>Tricoderma viridae</i>	Aeróbico	
	<i>Aspergillus oryzae</i>	Aeróbico	
	<i>Mucor biemalis</i>	Aeróbico	
Microorganismos del suelo			

2.1.8. El EM-1 Activado

Son el resultado de la fermentación del EM-1 original (compuesto por cada centímetro cúbico, de bacterias ácido-lácticas 10^4 , bacterias fototróficas 10^3 y levaduras 10^3) y una fuente de energía como la melaza. Con la finalidad de multiplicar la cantidad de microorganismos eficaces del EM-1 original, esta solución se utiliza para reducir los costos de producción. (Shintani y Okumoto, 2002 y Nieves, 2005)

Cadena hortofrutícola (2011), reporta que la dosis de aplicación usando la tecnología EM para las hortalizas es por vía foliar de 10 cm³/litro cada 15 días.

Picado y Añasco (2005), sostienen que la forma de preparar el EM-1 Activado es de la siguiente manera:

- Mezclar bien los ingredientes anteriores (1 litro de EM-1+1 litro de melaza + 18 litros de agua limpia) en un recipiente limpio y con tapa, y dejarlos en reposo en un lugar cálido, por una semana.
- Se reconoce como EM 1 activado, cuando emite un olor agridulce.
- De 1 litro inicial obtenemos 20 litros de EM 1 activado.
- Forma de uso: se diluye en 50 litros agua + 1 litro de EM 1 activado + 1 litro de melaza.

Las pulverizaciones del cultivo con EM Activado previenen el ataque de varios patógenos, y a medida que no se usen plaguicidas químicos en el cultivo se favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos (hongos que atacan a los insectos) y otros agentes de control biológico, disminuyendo por las plagas (OISCA Uruguay, 2009).

2.1.9. El EM –Bokashi

El abono orgánico fermentado Bokashi, es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. El EM Bokashi es un abono orgánico, donde se usan EM (Microorganismos Eficaces), que está compuesto de bacterias (*Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Rhodopseudomonas sp.*, *Rhodobacter sp.* y *Lactobacillus sp.*), hongos (*Trichoderma sp.* y *Aspergillus sp.*), levaduras (*Saccharomyces sp*) y actinomicetos (*Streptomyces sp*) que mejora las propiedades físicas del suelo, como el aporte de las sustancias beneficiosas generadas durante el proceso de fermentación de esta materia orgánica, como vitaminas, antioxidantes, ácidos orgánicos o antibióticos naturales (Shintani *et al.*, 2000; Rengifo, 2010; Baltodano, 2002 y Castañeda, s.f.)

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (2010), señala que el Bokashi puede elaborarse en diferentes regiones y climas, ya sean secas o lluviosas, cálidas o frescas, ya que su temperatura es resultado de un proceso interno que no depende del entorno.

Aporta gran flora microbiana benéfica, reacciona como una normal liberación de nitrógeno, por lo que requiere cierta precaución y atención en donde sea aplicado, así también podemos considerarlo como un abono rejuvenecedor de plantas y árboles enfermos a nivel bacteriológico y viral (Tradekey, 2011).

Restrepo (1996), reporta que los materiales para la preparación del EM – Bokashi son los siguientes: cascarilla de arroz, gallinaza, estiércol de bovino, estiércol de cerdo, pulpa de café, afrecho de arroz, carbón, melaza, levadura y cal agrícola.

Castañeda (s.f.), señala los beneficios de la tecnología EM aplicada a la agricultura:

- Incremento de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana.
- Mantenimiento de la materia orgánica, los macro nutrientes y micro nutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan, durante la etapa de crecimiento.
- Incrementa la superficie útil de absorción de nutrientes en la raíz del vegetal, ya que los microorganismos quedan adheridos a la superficie de las raíces.
- Fijar nitrógeno a las diferentes rizosferas de la raíz a través de microorganismos fijadores.
- El balance de NPK se estabiliza, debido a los microorganismos fijadores de nitrógeno y al efecto de las excreciones, por parte de diferentes microorganismos de EM, de ácidos orgánicos.

EM Yucatán (s.f.), reporta que la aplicación de esta tecnología promueve la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo.

Higa y Windiana citados por Rivera y Torres (1998), afirman que el uso de abonos orgánicos enriquecidos con EM reduce la fijación de fosforo en suelos ácidos y básicos por la capacidad de amortiguación que tiene el suelo, incrementando su disponibilidad de este elemento. Además estimula a los

microorganismos benéficos nativos que establezcan simbiosis con las raíces la que favorecen la nutrición fosforada y de otros elementos, sabiendo que el fósforo es un elemento fuertemente ligado al peso del fruto.

2.1.10. Efectos negativos del uso de fertilizantes

Los fertilizantes químicos deben usarse racionalmente ya que afectan a los organismos del suelo, pueden contaminar las aguas subterráneas, hacer a las plantas más susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, favorecer a las malezas o elevar innecesariamente los costos (Ugás, *et al.* 2010)

Los fertilizantes más utilizados en la agricultura son los **nitrogenados**, fosfóricos y potásicos. Los nitrogenados, un efecto ambiental consecuencia del aumento de los niveles de nitratos y fosfatos en las aguas, es la “eutrofización”, consiste en una proliferación masiva de algas y vegetales inferiores en las masas superficiales de agua por efecto de un exceso de nutrientes minerales (nitrógeno y fósforo). Otra consecuencia ambiental de fertilizantes nitrogenados es su contribución al efecto invernadero a consecuencia de la “desnitrificación” que transforma el nitrógeno mineral en óxido nitroso y la volatilización, que forma amoniaco (NH_3). Estos gases contribuyen al calentamiento global de la tierra². Otra situación de peligro para la salud humana y animal de los nitratos se reducen en el intestino y se convierten en nitritos o “nitrosaminas”, productos cancerígenos, que afecta el estómago e hígado (ESTRUCPLAN, 2007)

Los nitratos pueden ser arrastrados por las aguas, o transformados en óxido de nitrógeno por la acción bacterial. En el primer caso, al incorporarse al agua, pueden ser causales de “metahemoglobinemia” y, en último término, originar casos fatales tanto en animales como en seres humanos. La

aplicación de nitrógeno en forma de fertilizante a las leguminosas, reduce la cantidad que el *Rhizobium* fija biológicamente. Así, paradójicamente, la aplicación de fertilizante artificial impide, o inhibe, el proceso natural de fijación de nitrógeno (EUROSUR, s/f)

2.2. Antecedentes

En el caso del cultivo de papa, no hay reportes de trabajos experimentales en el Perú y el mundo sobre la aplicación de microorganismos eficaces, solo se evidencian trabajos realizados en otros cultivos como: frijol (Rivera y Torres, 1998), banano (Cedrico y Muñoz, 2002), ajos (Segura, 2006), brócoli (Mariño, *et al.*, 2007) donde obtuvieron resultados satisfactorios. Mientras que en pepino (Peñañiel y Donoso, 2004), maíz morado y maíz híbrido PM – 212 (Poma, 2007), forraje Rye grass (Vásquez, 2008) y cebolla blanca (Toalombo, 2012), no obtuvieron resultados significativos.

En la Región Huánuco, solo se reporta el trabajo de investigación realizado por Pérez (2013) en el cultivo de maracuyá demostrando mejores resultados con el uso del EM bokashi en el rendimiento del cultivo.

Es por ello que, a continuación, se citan trabajos experimentales ejecutados con el uso de otros abonos orgánicos como: Bokashi y estiércoles aplicados al cultivo de papa, con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos en el estudio.

Usuño (2014) estudio el efecto del Bokashi de oveja, de vaca, de gallinaza y de cuy a una dosis de 20 t/ha en el cultivo de papa. Los resultados fueron los siguientes: el tratamiento Bokashi gallinaza destaca en altura de

plantas a la cosecha (53.04 cm.); y peso de tubérculos por área neta (9.78 kg.)

Rivadeneira (2013) realizó la investigación utilizando como fuentes orgánicas al estiércol descompuesto de ovino (3 500 kg/ha), estiércol descompuesto de bovino (3 733 kg/ha), guano de corral (2 800 kg/ha), estiércol descompuesto de ovino (1 750 kg/ha) + guano de corral (1 400 kg/ha), estiércol descompuesto de bovino (1 867 kg/ha) + guano de corral (1 400 kg/ha), aplicados al cultivo de papa. Los resultados obtenidos fueron: el abono guano de corral destaca en la altura de planta a los 70 días (15.60 cm) y a la cosecha (27.20 cm); en el número de tubérculos por planta (25.25); y en el rendimiento por hectárea (12 656 kg); el abono estiércol descompuesto de ovino + guano de corral expreso mejores resultados en el peso de tubérculos por parcela (15.00 kg).

Solís (2012) investigó la influencia de tres tipos de estiércoles (cuy, bovino y ovino) en tres dosis: 5.50; 6.50 y 7.50 t/ha que fueron aplicados al cultivo de papa. Obteniendo los siguientes resultados: en la altura de plantas a los 60 días, el estiércol de bovino a una dosis de 6.50 t/ha destacó con 51.93 cm; a los 120 días el estiércol de cuy a la dosis de 6.50 t/ha con 77.87 cm.; en el peso de tubérculo por parcela y rendimiento por hectárea, el estiércol de cuy a una dosis de 5.50 t/ha destacó con 45.95 kg. y 38.29 t.

Paca (2009) investigó el efecto de tres dosis: 10, 20 y 30 t/ha en cuatro fuentes de abono orgánico: estiércol de bovino, estiércol de ovino, Bioway (bocashi) y Ecobonaza (pollinaza seca procesada) en el cultivo de papa. El estiércol de ovino a la dosis de 30 t/ha destacó en las variables: altura de

plantas a los 60 días (19.50 cm), a los 90 días (32.43 cm), a los 120 días (45.57 cm), peso de tubérculos de segunda por área neta (7.19 kg), peso de tercera por área neta (9.56 kg) y rendimiento/ha (12 376.54 kg). El abono comercial Ecobonanza sobresalió en el peso de tubérculos de primera por área neta (9.13 kg).

Zamora (2008) realizó el estudio del efecto de cinco fuentes orgánicas: estiércol de chivo, fertipollo (pollinaza), estiércol de bovino, biofertilizante (compost + melaza de caña), cascarilla de café, todas estas a una dosis de 30 t/ha. El tratamiento fertipollo presentó la mayor altura de planta a la cosecha con 42.37 cm., asimismo en el grosor del tallo con 0.96 cm. En el número de tubérculo por planta y rendimiento por hectárea el estiércol de chivo destacó obteniendo los mejores resultados con 7 tubérculos por planta y 32 t/ha respectivamente.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Los microorganismos eficaces (EM) tendrán efecto significativo en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Yungay donde alguno de los tratamientos superará al testigo en condiciones de Huacrachuco – Huánuco.

2.3.2. Hipótesis específicas

- a) La concentración de 10% de EM-1 Activado tendrá efecto significativo en la altura de planta, el tamaño y peso de tubérculos de papa con respecto al testigo.

- b) La dosis de EM-Bokashi de 30 t/ha, tendrá efecto significativo en en la altura de planta, el tamaño y peso de tubérculos de papa
- c) La interacción de la concentración de 10% de EM-1 Activado más la dosis de EM-Bokashi de 30 t/ha, tendrán efectos significativos en la altura de planta, el tamaño y peso de tubérculos de papa con respecto al testigo
- d) El tratamiento EM – Bocashi a una dosis de 30 t/ha tendrá una rentabilidad significativa en comparación de los demás tratamientos.

2.4. Variables

Variable Independiente

Microorganismos eficaces.

EM – 1 Activado : $C_1 = 5\%$

$C_2 = 10\%$

EM – Bokashi: $D_1 = 20 \text{ t/ha}$

$D_2 = 30 \text{ t/ha}$

Variable Dependiente

Rendimiento

Altura de planta

Peso de tubérculos de 1ra, 2da y 3ra

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Es aplicada porque se recurrió a los principios de la ciencia sobre Microorganismos Eficaces para generar tecnología expresada en el nivel de óptimo de EM-1 Activado y EM – Bokashi para solucionar los problemas de rendimiento de los agricultores dedicados al cultivo de papa.

Nivel de investigación

Es experimental, porque se manipuló la variable independiente (Microorganismos Eficaces) y fue medido el efecto en la variable dependiente (rendimiento) y se comparó con un testigo (sin aplicación de Microorganismos Eficaces).

3.2. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Provincia de Marañón, Distrito de Huacrachuco de la Región Huánuco. Se ubica en la región natural Quechua

Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Marañón
Distrito	:	Huacrachuco
Localidad	:	Huacrachuco

Posición geográfica

Latitud Sur	:	8° 31` 35"
Longitud Oeste	:	76° 11` 28"
Altitud	:	2 920 msnm.

Condiciones agroecológicas

Según el mapa ecológico del Perú el área donde se realizó el trabajo de campo se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT). Según la clasificación de Javier Pulgar Vidal, Huacrachuco está situado en la Región Quechua, con una temperatura promedio de 17 °C con precipitaciones estacionales. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto, por estas variaciones hacen que Huacrachuco tenga un clima templado, hasta templado frío

El suelo posee una capa arable hasta 0.40 metros de profundidad, característica principal para el cultivo de cereales. El suelo es de textura franco arenosa, se caracteriza por tener una reacción moderadamente ácida, pobre en materia orgánica y en nitrógeno, rica en fosforo y medianamente rica en potasio, no tiene problemas de salinidad. (Anexo resultado del análisis de caracterización).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población en estudio estuvo constituida por 48 plantas por parcela experimental, haciendo un total de 1 728 plantas de papa variedad Yungay de todo el campo experimental.

3.3.2. Muestra

La muestra fue tomada de los surcos centrales de cada parcela experimental que constan de 16 haciendo un total de 576 plantas de todas las áreas netas a evaluar. El tipo de muestreo fue probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de los tubérculos de papa al momento la siembra tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.4. Tratamientos en estudio

En el presente trabajo de investigación se estudió el factor Nivel de Microorganismos Eficaces (EM) en el rendimiento de tubérculos de papa, que estuvo constituido de 8 tratamientos y un testigo.

Cuadro 09. Factores y tratamientos en estudio

CLAVE	VARIABLES	IDENTIFICACIÓN
T0	C ₀ D ₀	Testigo
T1	C ₀ D ₁	20 t/ha de EM-Bokashi
T2	C ₀ D ₂	30 t/ha de EM-Bokashi
T3	C ₀ C ₁	5% de EM-1 Activado
T4	C ₀ C ₂	10% de EM-1 Activado
T5	C ₁ D ₁	5% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi
T6	C ₁ D ₂	5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi
T7	C ₂ D ₁	10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi
T8	C ₂ D ₂	10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

El diseño fue experimental en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 9 tratamientos incluyendo al testigo distribuidos en 4 repeticiones haciendo un total de 36 unidades experimentales

a) Modelo Aditivo Lineal (MAL)

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

Donde:

Y_{ij} = Observación del i-ésimo tratamiento y en el j-ésimo bloque

u = Efecto de la media

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque o repetición.

E_{ij} = Efecto del error experimental

b) Análisis de variancia

Se usó la técnica estadística de Análisis de Varianza o prueba de F (ANDEVA), al nivel de significación de 1% y 5 % de las fuentes de variabilidad de repeticiones y tratamientos. Para la prueba de comparación de medias se utilizará la prueba de TUKEY al 5% para determinar la significación entre tratamientos.

Cuadro 10. ANDEVA

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (GL)
Bloques (r - 1)	3
Tratamientos (t - 1)	8
Error experimental (r - 1) (t - 1)	24
TOTAL (r t - 1)	35

$$CV\% = \frac{(CMe)^{1/2}}{X} \times (100)$$

Descripción del campo experimental

Campo experimental

Largo de campo	: 38.00 m.
Ancho de campo	: 24.20 m.
Área total del campo experimental	: 919.60 m ²
Área experimental (4.8) (4.0) (36)	: 691.20 m ²
Área de caminos	: 228.40 m ²
Área neta experimental total del campo (5.76)(36)	: 230.40m ²

Unidades experimentales

Longitud	: 4.0 m
Ancho	: 4.8 m.
Área experimental	: 19.20 m ²
Área neta experimental	: 6.40 m ²

Bloque

Número de bloques	: 4
Largo del bloque	: 36.00 m.
Ancho del bloque	: 4.80 m.
Área experimental por bloque (9)(19.20)	: 172.80 m ²
Parcelas experimentales por bloque	: 9

Surcos

Longitud del surco	: 4.8 m
Número de surcos/ parcela	: 4
Distanciamiento entre surco	: 1.00 m.
Distanciamiento entre plantas	: 0.40 m.
Número de plantas por unidad experimental	: 48

Número de plantas del área neta experimental	: 16
Número total de parcelas	: 36
Número de tubérculos / surco	:12
Número de tubérculos por golpe	: 1

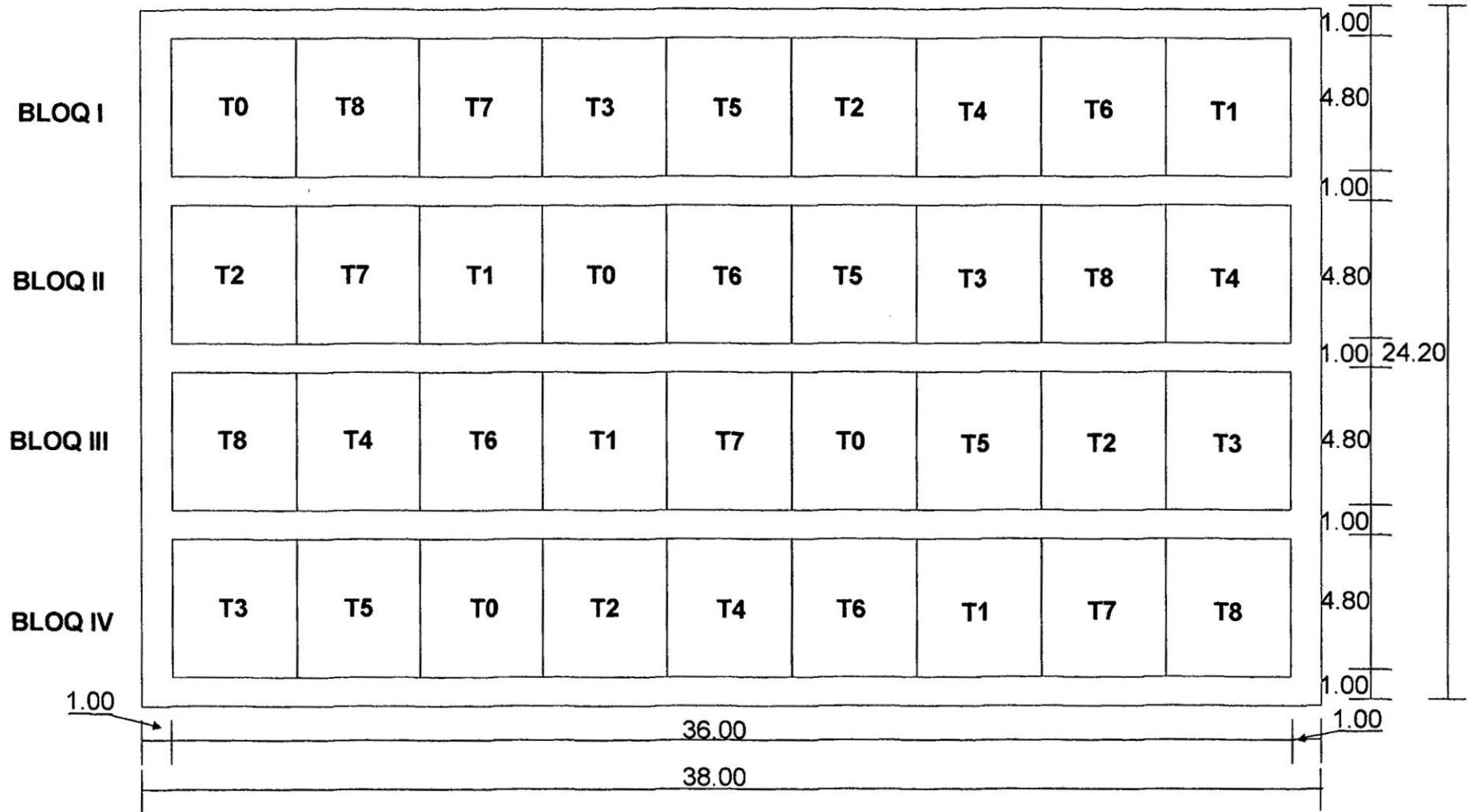


Figura 08. Croquis del campo experimental

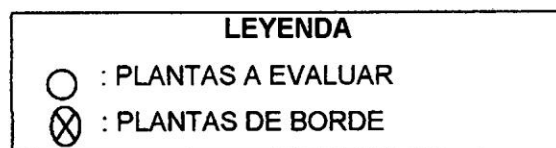
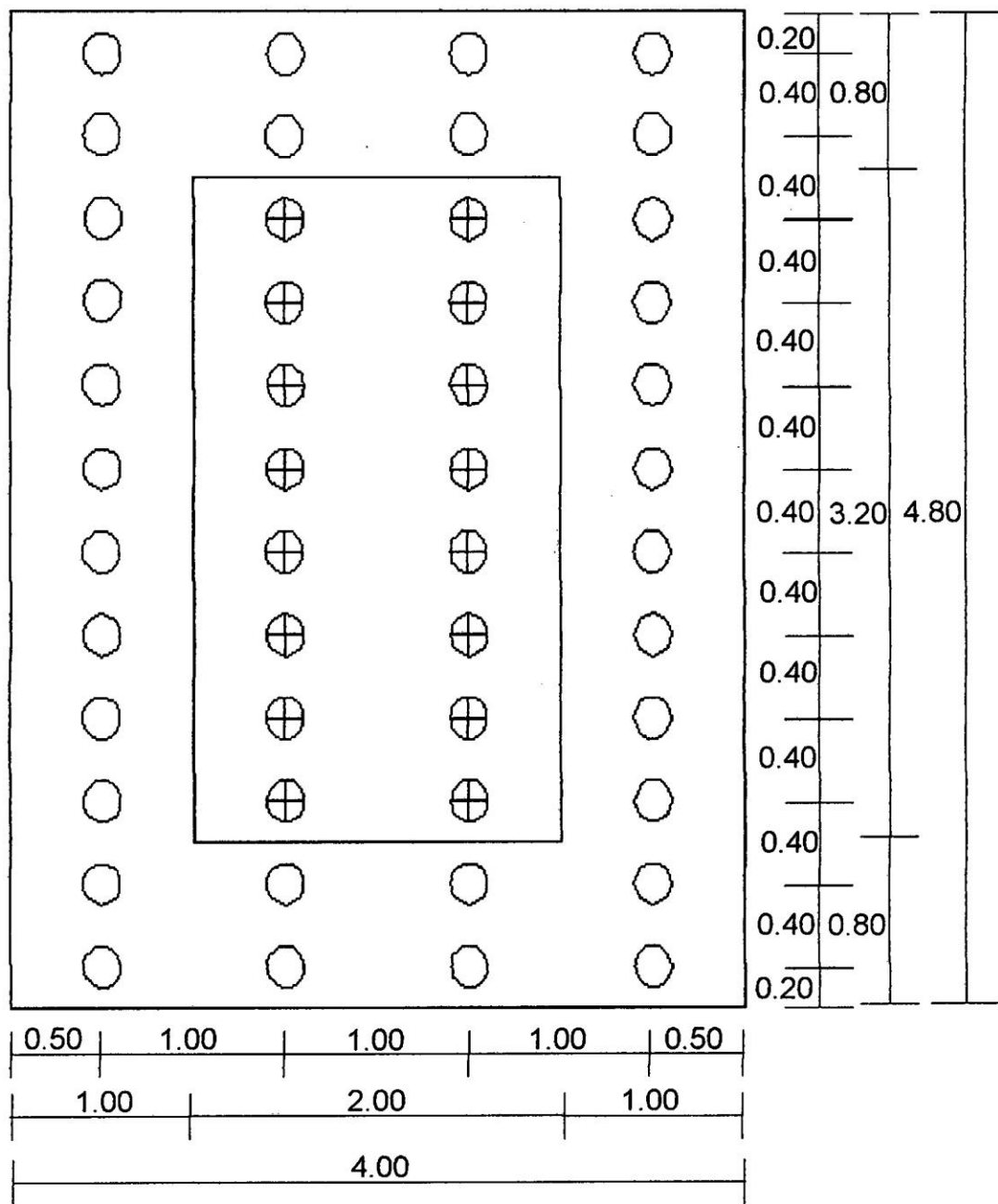


Figura 09. Croquis de la parcela experimental

3.5.2. Datos a registrar

Durante el experimento se evaluaron los siguientes parámetros tomándose 16 plantas por cada unidad experimental:

3.5.2.1. Altura de plantas a la cosecha

Cuando las plantas llegaron a su desarrollo completo (150 días), se tomó los tallos principales de las plantas de papa del área neta experimental midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice, para obtener el promedio por planta, determinándose la influencia de los microorganismos eficientes en el crecimiento de la planta.

3.5.2.2. Peso de tubérculos

Esta evaluación tuvo lugar al momento de la cosecha, con previa clasificación y categorización, se tomó el peso de tubérculos de primera, segunda y tercera, y por área neta experimental (ANE), luego se dividió entre el número de plantas cosechadas, Seguido estos resultados fueron estimados a hectárea y finalmente expresados en kilogramos/hectárea. Para la categorización de los tubérculos se utilizó la escala por peso propuesta por Egúsquiza (2000).

Cuadro 11. Escala de categorización de tubérculos de papa por tamaño

Primera	Más de 10 cm. de diámetro
Segunda	4-10 cm. de diámetro
Tercera	Menos de 4 cm. de diámetro

3.5.2.3. Análisis económico

El análisis económico se realizó mediante el **análisis de rentabilidad**, el cual determinó exactamente como los beneficios netos de la producción de papa fluctuaron (positiva o negativamente), al incrementar la cantidad invertida por el uso del EM 1 activado y EM - Bocashi. Para ello se consideró las herramientas propuestas por el CIMMYT (1998), de modo que permitió establecer qué tratamientos pueden ser adoptadas por el agricultor.

3.6. Conducción de la investigación

3.6.1. Análisis de suelo

Se realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina, previa a la preparación del terreno, donde se llevaron las muestras de suelo para el análisis de fertilidad.

3.6.2. Preparación de terreno definitivo

Por medio de tracción animal (yunta), se efectuó la preparación del terreno, el cual consistió en la roturación con dos pasadas de arado en forma cruzada y una pasada de rastra, con la finalidad que el terreno quede mullido y nivelado.

3.6.3. Surcado

Como el terreno elegido no es plano y uniforme, la apertura de surcos se ejecutó con pico, a un distanciamiento de 1 metro (m) entre línea o hilera, con la ayuda de un cordel.

3.6.4. Trazado del experimento

El trazado se ejecutó con la ayuda de un cordel, estacas, cinta métrica y cal replantando el diseño experimental en el terreno.

3.6.5. Siembra

La siembra se realizó manualmente de forma directa de una semilla por golpe o mata de planta; asimismo los tubérculos semilla deben estar adecuadamente brotado.

3.6.6. Riegos

Concluida la plantación, se efectuó el primer riego, para facilitar la germinación, de forma ligera. La frecuencia del riego estará dada por las condiciones del clima.

3.6.7. Abonamiento

El abonamiento del cultivo se hizo de dos maneras: el primero, por la vía foliar con el EM-1 Activado que constará de 16 aplicaciones a las concentraciones del 5 y 10%, cada semana, con la ayuda de una bomba de mochila de 20 litros.

La segunda manera fue incorporando al suelo el EM-Bokashi (abono solido), en dos momentos: el primer abonamiento se realizó en la preparación del terreno de acuerdo a los tratamientos, se enterraron con la ayuda de un pico (hasta la siembra) para facilitar su incorporación en el suelo y mineralización, esta aplicación fue por montones y tapados con tierra y el segundo al aporque (ver Cuadro 03).

Cuadro 12. Abonamiento con EM – Bokashi

EM- BOKASHI	ABONAMIENTO					TOTAL DE ABONO
	PRIMER		SEGUNDO			
	Parcela	Total	Planta	Parcela	Total	
20 t/Ha	17.28 kg	622.08 kg	0.72 kg	17.28 kg	622.08 kg	1 244.16 kg
30 t/Ha	25.92 kg	933.12 kg	1.08 kg	25.92 kg	933.12 kg	1 866.24 kg

Fuente: Elaboración propia

3.6.8. Deshierbo y aporque

Cuando las plantas alcanzaron entre 25 y 30 centímetros de altura se realizó el deshierbo de forma manual. Los aporques practicados fueron dos con la finalidad de evitar el ataque de “gorgojos” “polillas” o “rancha”. Estas dos labores fueron ejecutadas en simultáneo.

3.6.9. Control de plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron: *Epitrix spp.* y *Liriomyza huidobrensis*. La primera plaga fue controlada con Alphacipermetrina + clorpiyrifos a una dosis de 50 ml/20 litros de agua; la segunda con Ciromazina a una dosis de 20 gramos/20 litros de agua.

3.6.10. Cosecha

La cosecha se realizó después de 5 meses, previo a esto fue cortado el follaje (15 días antes de la cosecha), cuando el follaje este de color amarillo, para asegurar una maduración adecuada de los tubérculos (que no esté pelona) al momento de la cosecha.

IV. RESULTADOS

Los resultados son expresados en el análisis de los promedios y se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos se aplicó la prueba de F (Fisher), donde los parámetros que son iguales se denota no significativo (ns), quienes tengan significación (*) y altamente significativo (**). Para la comparación de los promedios, se aplicó la Prueba Múltiple de Tukey a los niveles de 5% de margen de error.

4.1. Altura de plantas a la cosecha

Los resultados se indican en los anexo 1, donde se presentan los promedios obtenidos. A continuación el ANVA y la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey

Del ANVA para la variable altura de planta a la cosecha, consignado en el cuadro 13, se observa que para la fuente de variación los Tratamientos mostraron un valor altamente significativo a la prueba F; lo que significa que hubo diferencias entre los tratamientos en estudio. Esta variable presenta un promedio de 62.396 cm, una desviación estándar (Sx) de ± 1.439 cm, y un coeficiente de variación (CV) de 4.612%, lo que indica confiabilidad en los resultados.

Cuadro 13. ANVA de la variable altura de planta a la cosecha

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F tab	
					0.05	0.01
Bloques	3	8.220	2.740	0.331 ns	3.01	4.72
Tratamientos	8	2856.027	357.003	43.108 **	2.36	3.36
Error experimental	24	198.758	8.282			
TOTAL	35	3063.004				

CV = 4.612 %

$S\bar{x} = \pm 1.439$ cm

$\bar{X} = 62.396$ cm

La prueba de Tukey (Cuadro 14), para esta variable se determinó cinco grupos no significativos, cuyos promedio varían desde 71.17 cm. que correspondió al tratamiento T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi) que ocupa el primer lugar, hasta el tratamiento testigo con solo 39.76 cm.

El rango para esta variable es de 31.41 cm. Los tratamientos que ocuparon los cuatro primeros lugares en OM son: T8 (10% de EM-1 Activado

+ 30 t/ha de EM- Bokashi), T7 (10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi), T6 (5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi), T5 (5% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi), no muestran entre ellos diferencia significativa entre sus promedios, de ellos solo el T8 es significativo a los tratamientos que ubicaron a partir del 5^{to} al 8^{vo} lugar, ya que no presentan diferencias entre sus promedios al compararse al nivel del 5%. Sin embargo el testigo, que ocupa el 9^{no} lugar, es significativo pero con un promedio inferior a los demás. En la Figura 10, se representa gráficamente la altura promedio de plantas a la cosecha

Cuadro 14. Prueba de Tukey de la variable altura de planta

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm.)	SIGNIF.
			5 %
1°	T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	71.17	a
2°	T7 (10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	68.69	a b
3°	T6 (5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	68.71	a b c
4°	T5 (5% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	66.73	a b c
5°	T2 (30 t/ha de EM-Bokashi)	64.14	b c d
6°	T4 (10% de EM-1 Activado)	62.13	b c d
7°	T1 (20 t/ha de EM-Bokashi)	61.94	c d
8°	T3 (5% de EM-1 Activado)	58.00	d
9°	T0 (testigo)	39.76	e

AES (T) = 4.81 ALS (T) = 6.921 cm

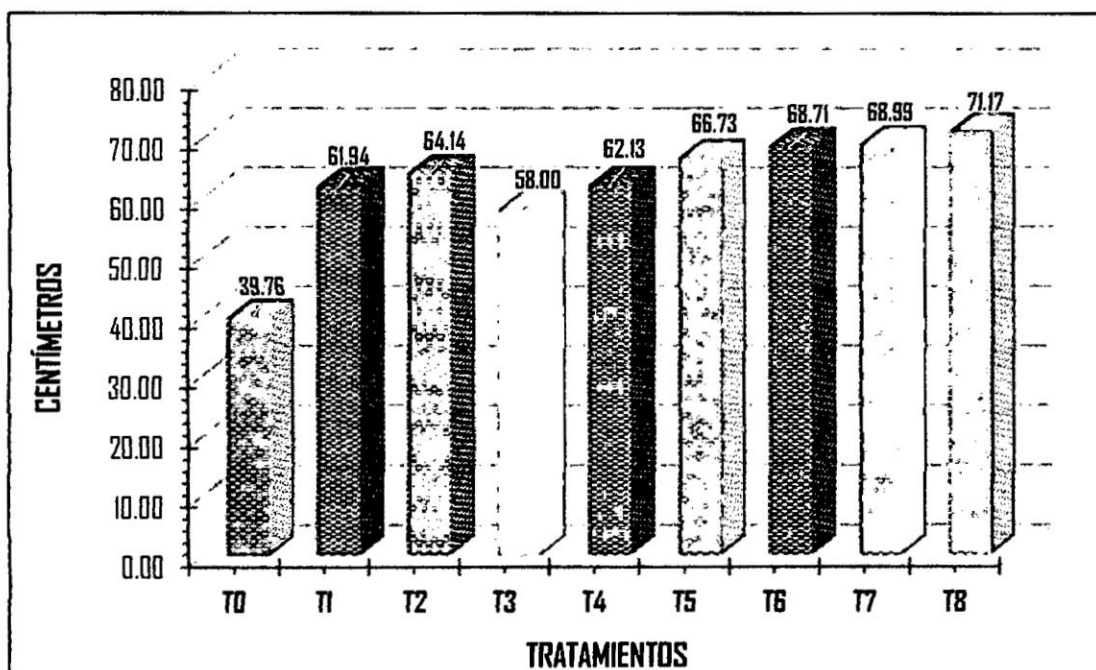


Figura 10. Representación gráfica de la altura promedio de plantas a la cosecha

4.2. Peso de tubérculos

4.2.1. Peso de tubérculos de primera

Efectuado el análisis de varianza, consignado en el Cuadro 16, se observa que para la fuente de variación Tratamientos muestra un valor altamente significativo a la prueba F; existiendo diferencias entre los tratamientos en estudio. Esta variable presenta un promedio de 14.123 kg., una desviación estándar (Sx) de ± 0.853 kg., y un coeficiente de variación (CV) de 12.075%.

Cuadro 16. ANVA de la variable peso de tubérculos de primera

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F tab	
					0.05	0.01
Bloques	3	6.406	2.135	0.734 ns	3.01	4.72
Tratamientos	8	1368.540	171.067	58.822 **	2.36	3.36
Error experimental	24	69.798	2.908			
TOTAL	35	1444.744				

CV = 12.075 %

\bar{Sx} = ± 0.853 kg.

\bar{X} = 14.123 kg.

Realizada la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 17) de la variable peso de tubérculos de primera, registra seis rangos estadísticos significativos, en el que se obtuvo: los tratamientos T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi) y T6 (5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi) ocuparon el 1^{er} y 2^{do} lugar, los cuales conforman el primer grupo; estos tratamientos no muestran diferencias entre sus promedios, pero solo el T8 es significativo al ocupar el primer lugar del OM. El tratamiento T8 demuestra una diferencia significativa mayor sobre los tratamientos a partir del 3^{er} (T7) hasta el 9^{no} (T9) lugar del OM. El rango para esta variable es de 21.38 kilogramos. En la Figura 11 se observa la representación gráfica de esta variable.

Cuadro 17. Prueba de Tukey de la variable peso de tubérculos de primera

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (kg.)	SIGNIF.
			5 %
1°	T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	23.72	a
2°	T6 (5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	20.52	a b
3°	T7 (10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	17.80	b c
4°	T5 (5% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	16.36	c
5°	T2 (30 t/ha de EM-Bokashi)	15.20	c d
6°	T1 (20 t/ha de EM-Bokashi)	12.08	d e
7°	T4 (10% de EM-1 Activado)	11.04	e
8°	T3 (5% de EM-1 Activado)	8.04	e
9°	T0 (testigo)	2.34	f

AES (T) = 4.81

ALS (T) = 4.101 kg

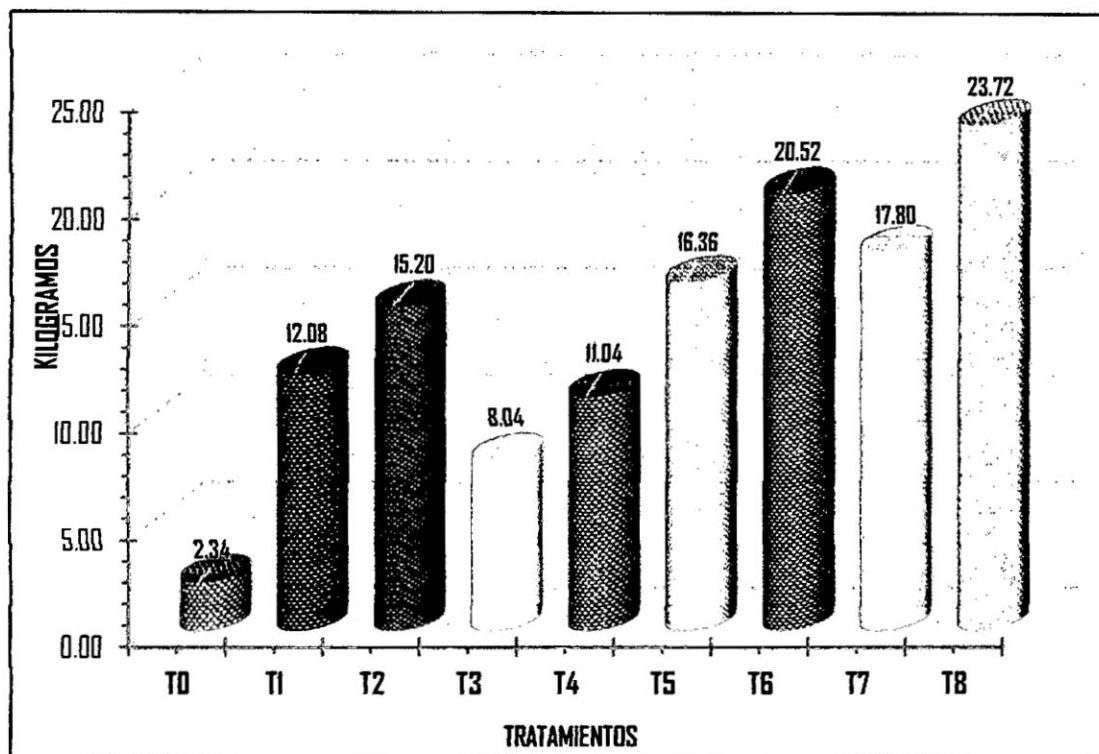


Figura 11. Representación gráfica del peso promedio de tubérculos de primera

4.2.2. Peso de tubérculos de segunda y tercera

Los resultados del ANVA (Cuadro 18), se puede inferir que para el parámetro peso de tubérculos de segunda y tercera, se observan diferencias estadísticamente significativas a la prueba de F entre los tratamientos considerados. Esta variable presenta un promedio de 7.053 kg., una desviación estándar (S_x) de ± 0.347 kg., y un coeficiente de variación (CV) de 10.594%, lo que demuestra que el análisis es confiable.

Cuadro 18. ANVA de la variable peso de tubérculos de segunda y tercera

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	F _c	F tab	
					0.05	0.01
Bloques	3	4.587	1.529	2.739 ns	3.01	4.72
Tratamientos	8	43.637	5.455	9.770 **	2.36	3.36
Error experimental	24	13.399	0.558			
TOTAL	35	61.624				

CV = 10.594 %

$S_{\bar{x}} = \pm 0.374$ kg.

$\bar{X} = 7.053$ kg.

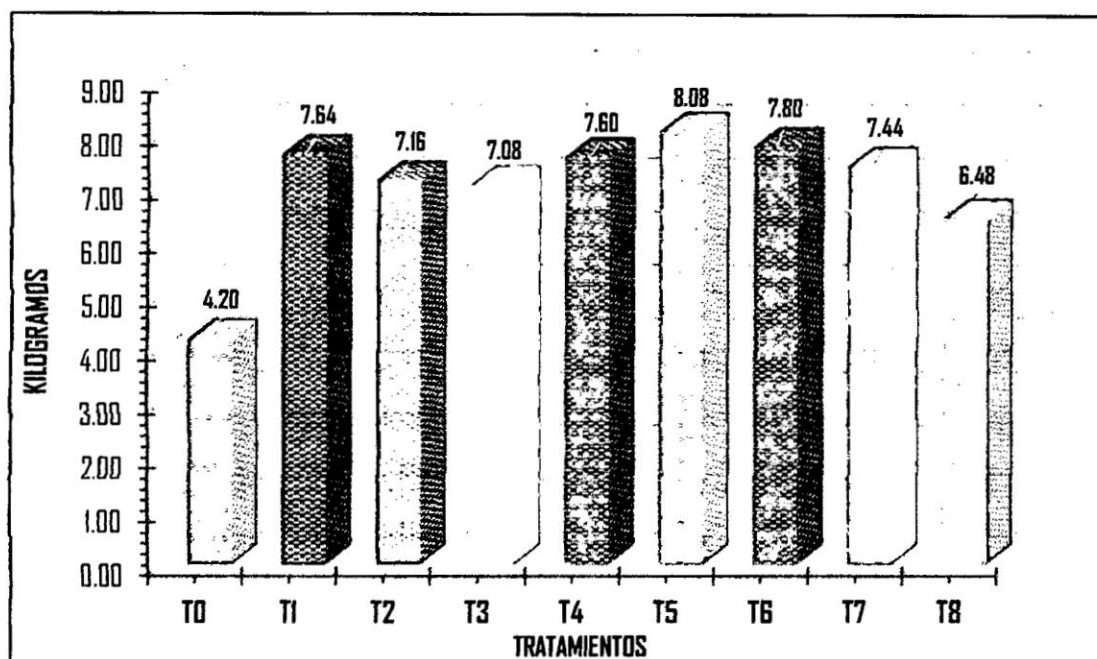


Figura 12. Representación gráfica del peso promedio de tubérculos de segunda y tercera

4.2.3. Peso total de tubérculos por área neta experimental

Los resultados del ANVA respecto al peso de tubérculos por área neta experimental del Cuadro 20, denota diferencias estadísticas significativas, en ambos niveles de significación a la prueba de F. para esta variable se obtuvo un promedio de 21.176 kg., un coeficiente de variabilidad (CV) de 7.301% y una desviación estándar (S_x) ± 0.773 kilogramos, lo que demuestra que el análisis es confiable.

Cuadro 20. ANVA de la variable peso total de tubérculos por área neta experimental

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	F _c	F tab	
					0.05	0.01
Bloques	3	12.269	4.090	1.711	3.01	4.72
Tratamientos	8	1681.919	210.240	87.964 **	2.36	3.36
Error experimental	24	57.362	2.390			
TOTAL	35	1751.550				

CV = 7.301 %

$S_{\bar{x}} = \pm 0.773$ kg.

$\bar{X} = 21.176$ kg.

En la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 21), confirma los resultados del ANVA. En esta prueba se denota la formación de siete categorías estadísticas diferentes; la primera conformada por los tratamientos del 1^{er} (30.20 kg) y 2^{do} (28.32 kg) lugar del OM. De estos el tratamiento T8 destaca al ocupar el primer lugar en el O.M. Asimismo estos tratamientos superan a los tratamientos que se ubican del 3^{er} (T7: 10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi) hasta el 9^{no} (T0: testigo) lugar del OM. El rango para esta variable es de 23.66 kilogramos. La representación gráfica de esta variable se observa en la Figura 13.

Cuadro 21. Prueba de Tukey de la variable peso total de tubérculos por área neta experimental

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (kg.)	SIGNIF.
			5%
1°	T8 (10% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	30.20	a
2°	T6 (5% de EM-1 Activado + 30 t/ha de EM- Bokashi)	28.32	a b
3°	T7 (10% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	25.24	b c
4°	T5 (5% de EM-1 Activado + 20 t/ha de EM- Bokashi)	24.44	c
5°	T2 (30 t/ha de EM-Bokashi)	22.36	c d
6°	T1 (20 t/ha de EM-Bokashi)	19.72	d e
7°	T4 (10% de EM-1 Activado)	18.64	e f
8°	T3 (5% de EM-1 Activado)	15.12	f
9°	T0 (testigo)	6.54	g

AES (T) = 4.81

ALS (T) = 3.718 kg

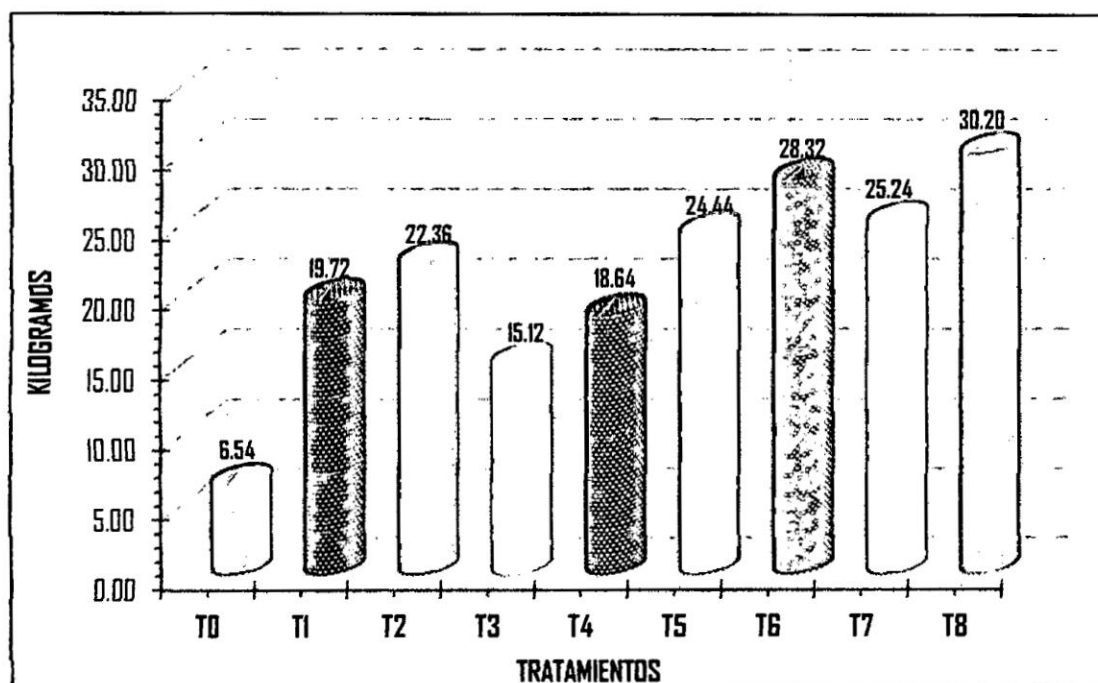


Figura 13. Representación gráfica del peso total promedio de tubérculos por área neta experimental

4.2.4. Rendimiento estimado por hectárea

En el cuadro 22, se observa el rendimiento estimado promedio por hectárea. Para dicho resultado, el promedio de kilogramo por área neta experimental (ANE) fue transformado a hectárea para su estimación.

Cuadro 22. Rendimiento de tubérculos de papa estimado promedio por hectárea

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA	RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS DE SEGUNDA Y TERCERA	RENDIMIENTO TOTAL ESTIMADO
T0	3662.50	6556.25	10218.75
T1	18875.00	11937.50	30812.50
T2	23750.00	11187.50	34937.50
T3	12562.50	11062.50	23625.00
T4	17250.00	11875.00	29125.00
T5	25562.50	12625.00	38187.50
T6	32062.50	12187.50	44250.00
T7	27812.50	11625.00	39437.50
T8	37062.50	10125.00	47187.50

La representación gráfica visualizado en la figura 14, muestra que aritméticamente el mayor rendimiento total estimado por hectárea, lo obtuvo el tratamiento T8 con 47 187.50 kilogramos y el último lugar alcanzó el tratamiento testigo T0 (sin EM) con un promedio de 10 218.75 kilogramos por hectárea.

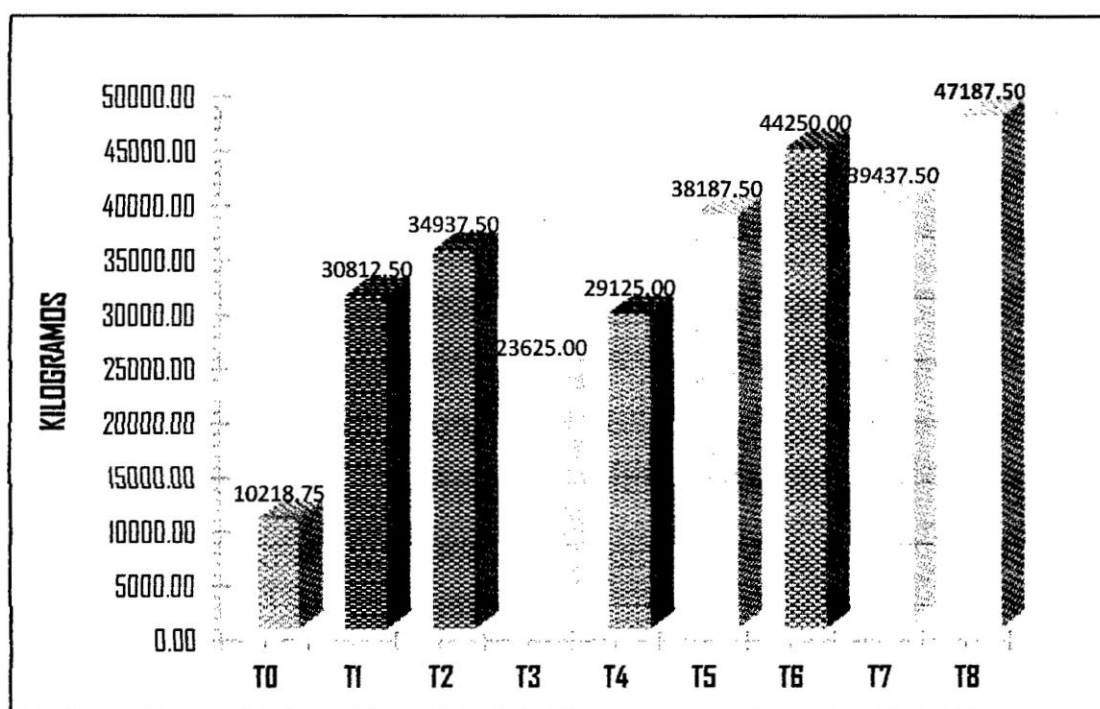


Figura 14. Representación gráfica del rendimiento total estimado

4.3. Análisis económico

El análisis económico que se realizó fue en base al rendimiento por hectárea de tubérculos de primera de cada tratamiento, al igual que los costos. A continuación se detallan los procedimientos para el análisis económico para seleccionar económicamente el tratamiento más rentable.

4.3.1. Costos de producción

En esta variable se consideraron los costos directos, conformados por las actividades agrícolas, y los costos indirectos. El precio de la mano de obra

es de S/. 25.00, monto que fue obtenido de los costos de producción que propone DRA – Huánuco (2015). En los Cuadro 23 al 31 se visualizan los costos de producción por tratamiento, donde el tratamiento T8 obtuvo un costo alto de S/. 49638.00 nuevos soles y el T0, T3 y T4 obtuvieron menores costos de S/. 7 592.17; S/. 10 260.29 y S/. 12 529.72 nuevos soles respectivamente.

Cuadro 23. Costos de producción por hectárea del tratamiento T0 (testigo)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO(S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.4 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	3	25.00	75.00
1.5 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		155		3875.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				1450.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				618.90
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				618.90
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6807.90
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				784.27
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				784.27
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				7592.17

Cuadro 24. Costos de producción por hectárea del tratamiento T1 (20 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardiania	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		170		4250.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM - Bocashi	Kg.	20000	1.00	20000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				21450.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				2656.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				2656.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				29220.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				3366.19
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				3366.19
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				32586.59

Cuadro 25. Costos de producción por hectárea del tratamiento T2 (30 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		170		4250.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM - Bocashi	Kg.	30000	1.00	30000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				31450.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				3656.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				3656.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				40220.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				4633.39
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				4633.39
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				44853.79

Cuadro 26. Costos de producción por hectárea del tratamiento T3 (5% de EM 1 Activado)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		168		4200.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	185	10.00	1850.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				3300.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				836.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				836.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				9200.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1059.89
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1059.89
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				10260.29

Cuadro 27. Costos de producción por hectárea del tratamiento T4 (10% de EM 1 Activado)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		168		4200.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	370	10.00	3700.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				5150.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1021.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1021.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11235.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				1294.32
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				1294.32
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				12529.72

Cuadro 28. Costos de producción por hectárea del tratamiento T5 (5% de EM 1 Activado + 20 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		178		4450.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	185	10.00	1850.00
- EM - Bocashi	Kg.	20000	1.00	20000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpiryfos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				23300.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				2861.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				2861.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				31475.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				3625.97
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				3625.97
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				35101.37

Cuadro 29. Costos de producción por hectárea del tratamiento T6 (5% de EM 1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostalado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		178		4450.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	185	10.00	1850.00
- EM - Bocashi	Kg.	30000	1.00	30000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpirifos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				33300.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				3861.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				3861.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				42475.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				4893.17
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				4893.17
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				47368.57

Cuadro 30. Costos de producción por hectárea del tratamiento T7 (10% de EM 1 Activado + 20 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		178		4450.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	370	10.00	3700.00
- EM - Bocashi	Kg.	20000	1.00	20000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpirifos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				25150.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				3046.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				3046.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				33510.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				3860.40
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				3860.40
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				37370.80

Cuadro 31. Costos de producción por hectárea del tratamiento T8 (10% de EM 1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	25.00	150.00
- Incorporación EM	Jor.	4	25.00	100.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	25.00	50.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	25.00	300.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	25.00	100.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	25.00	50.00
1.3 Aplicación foliar				
- Aplicación de EM 1 Activado	Jor.	8	25.00	200.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	25.00	375.00
- Cultivo	Jor.	15	25.00	375.00
- Aporque	Jor.	20	25.00	500.00
- Riegos	Jor.	12	25.00	300.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	25.00	200.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	25.00	50.00
- Desaporque	Jor.	25	25.00	625.00
- Recolección y selección	Jor.	10	25.00	250.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	25.00	200.00
- Guardianía	Jor.	25	25.00	625.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		178		4450.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	54.00	324.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	54.00	216.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	54.00	108.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	54.00	216.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		864.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.80	1200.00
3.2 Microorganismos Eficaces (EM)				
- EM 1 Activado	Lt.	370	10.00	3700.00
- EM - Bocashi	Kg.	30000	1.00	30000.00
3.4 Pesticidas				
- Alphacipermetrina + Clorpirifos	Lt.	2	100.00	200.00
- Ciromazina	Kg.	1	50.00	50.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				35150.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				4046.40
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				4046.40
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				44510.40
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				5127.60
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				5127.60
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				49638.00

4.3.2. Indicadores de rentabilidad

En el Cuadro 32, se visualiza la valorización de la cosecha, donde los tratamientos T6 (S/. 31 134.38 Soles) y T8 (S/. 34 206.25 Soles) reportan los valores brutos de producción más altos de y los menores valores por los tratamientos T0 (S/. 5 880.31 Soles) y T3 (S/. 15 028.13 Soles).

Cuadro 32. Valorización de la cosecha por tratamiento

VALORIZACION DE LA COSECHA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)									
- Tubérculos de primera	3662.50	18875.00	23750.00	12562.50	17250.00	25562.50	32062.50	27812.50	37062.50
- Tubérculos de segunda y tercera	6556.25	11937.50	11187.50	11062.50	11875.00	12625.00	12187.50	11625.00	10125.00
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)									
- Tubérculos de primera	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
- Tubérculos de segunda y tercera	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)	5880.31	20471.88	24034.38	15028.13	19143.75	26131.25	31134.38	27481.25	34206.25

La utilidad neta estimada se observa en el Cuadro 33, en el cual los tratamientos T0, T1, T2, T5, T6, T7, T8 registran un valor negativo, lo que indica pérdida económica en la aplicación de estos tratamientos.

Cuadro 33. Utilidad neta estimada por tratamiento

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
A. Pérdidas y mermas (5% producción)									
- Tubérculos de primera	146.50	755.00	950.00	502.50	690.00	1022.50	1282.50	1112.50	1482.50
- Tubérculos de segunda y tercera	147.52	268.59	251.72	248.91	267.19	284.06	274.22	261.56	227.80
B. Producción Vendida (95% producción)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Tubérculos de primera	2783.50	14345.00	18050.00	9547.50	13110.00	19427.50	24367.50	21137.50	28167.50
- Tubérculos de segunda y tercera	2802.80	5103.28	4782.66	4729.22	5076.56	5397.19	5210.16	4969.69	4328.40
C. Utilidad Neta Estimada	-2005.87	-13138.31	-22021.13	4016.43	5656.84	-10276.68	-17790.91	-11263.61	-17142.00

En el Cuadro 34, se visualiza la rentabilidad de los tratamientos, donde se observa una relación entre el índice de rentabilidad (IR) y el ratio beneficio - costo (B/C). El IR en los tratamientos T3 y T4 reportan 39.15 y 45.15% respectivamente, lo que significa que la aplicación de estos tratamientos es rentable. Asimismo en el Ratio B/C, los tratamientos T3 y T4 registran valores de 1.39 y 1.45 respectivamente, esto indica que los tratamientos son aceptables, debido a que superan a la unidad (1.0).

Además el IR y el Ratio B/C indican que con la utilización de los tratamientos T3 y T4 se obtienen ganancias de S/. 0.39 y S/ 0.45 soles por cada sol que se invierte.

Por lo tanto, del análisis económico el tratamiento T4 es el que se acepta, por tener indicadores económicos rentables y aceptables para su aplicación y difusión entre los agricultores.

La Figura 15, muestra gráficamente los porcentajes de IR y los valores del ratio B/C para los tratamientos.

Cuadro 34. Rentabilidad de los tratamientos

ANÁLISIS ECONÓMICO	TRATAMIENTOS								
	T0 (testigo)	T1 (20 t/ha de EM - Bokashi)	T2 (30 t/ha de EM-Bokashi)	T3 (5% de EM 1 Activado)	T4 (10% de EM 1 Activado)	T5 (5% de EM 1 Activado + 20 t/ha de EM-Bokashi)	T6 (5% de EM 1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi)	T7 (10% de EM 1 Activado + 20 t/ha de EM-Bokashi)	T8 (10% de EM 1 Activado + 30 t/ha de EM-Bokashi)
Valor Bruto de la Producción	5880.31	20471.88	24034.38	15028.13	19143.75	26131.25	31134.38	27481.25	34206.25
Costo Total de la Producción	7592.17	32586.59	44853.79	10260.29	12529.72	35101.37	47368.57	37370.80	49638.00
Utilidad Bruta de la Producción	-1711.86	-12114.72	-20819.42	4767.84	6614.03	-8970.12	-16234.19	-9889.55	-15431.75
Precio Promedio Venta Unitario									
- Tubérculos de primera	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
- Tubérculos de segunda y tercera	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Costo de Producción Unitario									
- Tubérculos de primera	2.07	1.73	1.89	0.82	0.73	0.14	0.15	1.34	1.34
- Tubérculos de segunda y tercera	1.16	2.73	4.01	0.93	1.06	0.29	0.40	3.21	4.90
Margen de Utilidad Unitario									
- Tubérculos de primera	-1.27	-0.93	-1.09	-0.02	0.07	0.66	0.65	-0.54	-0.54
- Tubérculos de segunda y tercera	-0.71	-2.28	-3.56	-0.48	-0.61	0.16	0.05	-2.76	-4.45
Utilidad Neta Estimada	-2005.87	-13138.31	-22021.13	4016.43	5656.84	-10276.68	-17790.91	-11263.61	-17142.06
Índice de Rentabilidad (IR) (%)	-26.42	-40.32	-49.10	39.15	45.15	-29.28	-37.56	-30.14	-34.53
Ratio Beneficio / Costo (B/C)	0.74	0.60	0.51	1.39	1.45	0.71	0.62	0.70	0.65

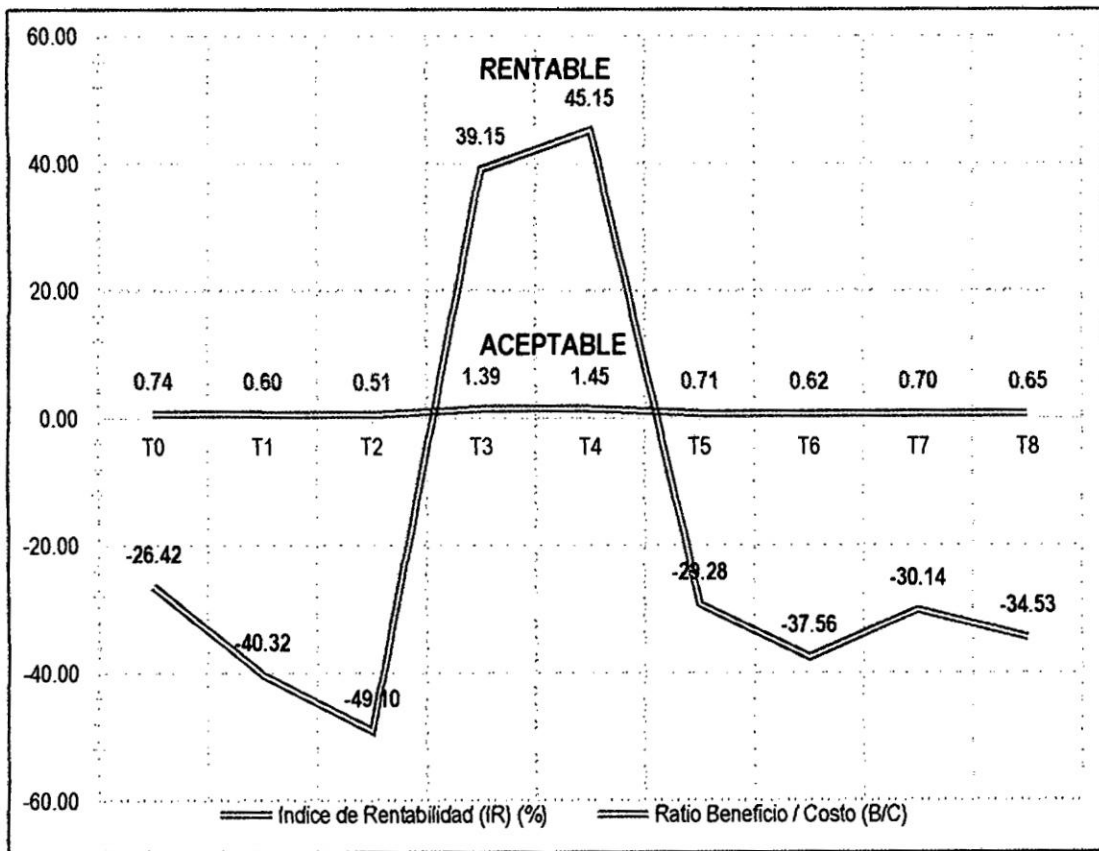


Figura 15. Porcentajes de IR y los valores del ratio B/C para los tratamientos

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura de plantas a la cosecha

En el presente estudio, se ha determinado que la altura de plantas a la cosecha varía entre 39.75 centímetros para el valor más bajo alcanzado por el tratamiento T0 (sin EM), y la más alta altura corresponde a 71.17 centímetros por planta obtenida por el tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado). Este último valor es superior a lo registrado por Usuño (2014) con 53.04 cm.; Rivadeneira (2013) con 27.20 cm.; Paca (2009) con 45.57 cm.; y Zamora (2008) con 42.47 cm.; sin embargo difiere al ser contrastado con Solís (2013) quien obtuvo un valor de 77.87 cm

Estos resultados son confirmados de acuerdo a lo indicado por Meléndez y Soto (2003) los microorganismos eficaces favorecen el crecimiento de plantas, asimismo, Ramírez (2006) y APROLAB (2007) señala que esta acción producida se debe a las bacterias fotosintetizadoras que fijan el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, además estas bacterias sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos, hecho que demuestra en un mayor desarrollo vegetativo de la planta proporcionado por la dosis y concentración alta de microorganismos eficaces.

5.2. Peso de tubérculos

5.2.1. Peso de tubérculos de primera

Con respecto a esta variable, el rango que reporta fue de 21.38 kilogramos/ área neta experimental (ANE). El peso más alto se reportó en el tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado) con 23.72 kg/ANE; valor que resulta ser superior según a lo obtenido por Paca (2009) con 9.13 kg.

5.2.2. Peso de tubérculos de segunda y tercera

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta variable los promedios de los tratamientos no variaron estadísticamente. El menor promedio fue de 4.20 kg/ANE obtenido por el tratamiento testigo T0 (sin EM), y el mayor peso por el tratamiento T5 (20 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 5% 8de EM 1 activado) con 8.08 kg/ANE. Este último valor demuestra ser inferior a lo reportado por Paca (2009) con 7.19 kg. para tubérculos de segunda y de 9.56 kg. para tubérculos de tercera

5.2.3. Peso total de tubérculos por área neta experimental

En el peso de tubérculos por área neta experimental los tratamiento obtuvieron un rango de 23.66 kilogramos. Se ha determinado que el menor peso lo obtuvo el tratamiento testigo T0 (sin EM) con 12.56 kg/ANE, y el mayor peso fue de 30.20 kg/ANE que corresponde al tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado), valor que muestra ser superior a lo reportado por Rivadeneira (2013) quien obtuvo un valor de 15.00 kilogramos por parcela neta, no obstante, demuestra ser inferior a lo obtenido por Solís (2012) con 45.95 kilogramos.

5.2.4. Rendimiento estimado a hectárea

El peso total de tubérculos por área neta experimental fueron transformados a hectárea, el cual confirma el resultado alcanzado por el tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado) destaca por obtener el rendimiento más alto con 47 187.50kg/ha. Este valor obtenido revela la influencia de la tecnología EM sobre el rendimiento del cultivo de papa, ya que es superior al confrontarse con lo registrado por Rivadeneira (2013) con 12 656 kg.; Solís (2012) con 38 290 kg.; Paca (2009) con 12 376.54 kg; y Zamora (2008) con 32 000 kg.

De los resultados se afirma, que la acción conjunta del EM 1 activado y EM Bokashi influyen positivamente en el peso de tubérculos de papa, debido a que estos insumos enriquecidos con EM incrementan la biomasa de Nitrógeno y Fósforo (Meléndez y Soto, 2007), este último elemento incrementa su disponibilidad, por la capacidad de amortiguación de los suelos, y por la estimulación de los hongos micorrizóticos y *Rhizobium* (microorganismos benéficos nativos) que establezcan simbiosis con las raíces la que favorecen la nutrición fosforada y otros elementos, sabiendo que el fósforo es un elemento fuertemente ligado al peso del fruto (Higa y Windiana, citado por Rivera y Torres, 1998)

Los resultados obtenidos en las variables evaluadas comprueban el efecto de la tecnología EM sobre el cultivo de papa en la localidad de Huacrachuco, así como lo obtuvieron Cedrico y Muñoz (2002) en babano; Segura (2006) en ajos; Mariño *et al.* (2007) en brócoli; y Pérez (2013) en maracuyá.

5.3. Análisis económico

Los resultados del análisis económico indican que los tratamientos T3 (5% de EM 1 activado) y T4 (10% de EM 1 activado) obtienen un mayor Índice de Rentabilidad (IR) (39.15 y 45.15% respectivamente) y Ratio beneficio – costo (B/C) (1.39 y 1.45 respectivamente), estas tasas otorgan la posibilidad de obtener ganancias de S/. 0.39 y 0.45 Soles por cada nuevo sol que se invierta en la aplicación de los tratamientos.

A pesar de que el tratamiento T8 haya obtenido el mayor rendimiento estimado por hectárea (47 187.50 kg/ha), obtuvo una IR de - 34.53%, este valor negativo, se debe a que los costos de producción son más altos que el beneficio neto. Este comportamiento es producto del alto costo del EM Bokashi en la dosis utilizada del estudio (30 t/ha) y a la demanda de una mayor mano de obra en la aplicación de este insumo, por lo que no resulta ser rentable, ya que para obtener resultados óptimos se requiere de altas dosis de EM Bokashi, por el cual no se recomienda su uso como única fuente nutricional del cultivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la aplicación del EM 1 activado debe ser incluida como parte del manejo nutricional de la papa, ya que los costos de producción por la aplicación de los tratamientos T3 (S/. 10 260.29 soles) y T4 (12 529.72 soles) son bajos, de modo que no incrementan los costos de producción del cultivo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y discusión planteada, se han determinado las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado) obtuvo el mayor promedio en la altura de plantas con 71.17 centímetros
2. En cuanto al peso de tubérculos el tratamiento T8 (30 toneladas por hectárea de EM – Bokashi + 10% de EM 1 activado) fue el que obtuvo el mayor peso de tubérculos de primera (23.72 kg/ANE), el peso por área neta experimental (30.20 kilogramos) y en el rendimiento estimado (47 187.50 kg/ha)
3. La interacción del EM 1 activado y EM Bokashi producen efectos significativos en los parámetros evaluados.
4. La aplicación del EM 1 activado debe ser incluida como parte del manejo nutricional de la papa, ya que los costos de producción por la aplicación de los tratamientos son bajos de modo que se obtienen mayores ganancias.
5. No emplear el EM Bokashi como única fuente nutricional del cultivo, por obtener un IR (- 40.32 y - 49.10%) y Ratio B/C (0.60 y 0.51) valores que perjudican a los ingresos del agricultor.

RECOMENDACIONES

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

1. Realizar aplicaciones foliares de EM 1 activado a una concentración al 10%, por no incrementar los costos del manejo del cultivo al efectuar su aplicación.
2. Fomentar, promocionar y difundir entre los agricultores dedicados al cultivo de papa los beneficios ecológicos, productivos y económicos de la aplicación del EM 1 activado.
3. Efectuar el análisis económico de rentabilidad por ser una herramienta que permite determinar si una tecnología es económicamente rentable.
4. Enseñar a los agricultores a producir su propio abono orgánico enriquecido con EM para evitar el incremento de los costos de producción
5. Establecer ensayos de campo con la aplicación foliar de EM 1 activado reduciendo el intervalo de aplicación a 7 días.
6. Realizar la aplicación del EM 1 activado en horas de la tarde con la finalidad de evadir los rayos solares para que el producto no se evapore.

LITERATURA CITADA

- ADERS. 2006. Pro papa Huánuco: Producción Competitiva de Papa Amarilla en Huánuco. En línea. Consultado 07 de enero 2011. Disponible en: <http://www.aders-peru.org/propapa-huanuco>.
- APROLAB. 2007. Manual para la producción de Compost con microorganismos eficaces. (En línea). (Consultado el 15 de febrero de 2013). Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf
- Arroyo, J. s.f. ¿Qué son los EM? (En línea). (Consultado el 04 de mayo de 2013). Disponible en: http://cadenahortofruticola.org/admin/tecno/144_que_son_me.pdf.
- Cadena hortofruticola. 2013. (En línea). (Consultado el 15 de mayo de 2013). Disponible en: http://www.cadenahortofruticola.org/admin/tecno/42me_hortalizas_platano.doc
- Castañeda, C. s.f. Aplicación de EM en la agricultura (ecológica). (En línea). (Consultado el 05 de julio de 2013). Disponible en <http://www.agroforum.pe/blogs/kscastaneda/attachments/2201d1310448877-investigaciones-em-mundo-control-de-plagas-insectiles-y-patogenicas-em-agricultura-ecologica.pdf>.
- Cedrico, R. y Muñoz, C. 2002. Efecto de la fertilización con K-mag y microorganismos eficientes en el desarrollo vegetativo, producción, enfermedades e insectos en el cultivo de banano agroecológico (*Musa paradisiaca*), cv. Valery en Bribri, Limón (En línea). (Consultado el 05 de julio de 2013). Disponible en http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f08-8080_153.pdf

- CEPES (Centro Peruano de Estudios Sociales). 2011. En línea. Consultado 05 febrero 2011. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/prueba_site.shtml?apc=cepes~O~Papa~1&x
- Centro Internacional de la papa – CIP. 2015. Datos de patata y Cifras. (En línea). (Consultado 15 de febrero de 2015). Disponible en: <http://cipotato.org/potato/facts/>
- Dirección Regional de Agricultura – DRA Huánuco. 2015. Campaña agrícola 2010/2011 – 2012/2013. (En línea) (Consultado en 20 de mayo del 2015). Disponible en: <http://www.huanucoagrario.gob.pe/camp-agricola>
- Egúsquiza, R. 2000. La papa: producción, transformación y comercialización. Edit. CIMAGRAF. Lima. 192 pág.
- Egúsquiza, R y Catalán, W. 2011. Manejo integrado de papa: guía técnica (En línea). (Consultado el 12 de diciembre de 2013). Disponible en http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Papa/MANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf
- Em-info. 2014. Aplicaciones del EM en la horticultura. (En línea). (Consultado el 12 de enero de 2014). Disponible en http://www.em-info.es/clickweb/service/pdf.php?F=../em/upload/Aplic1308151647_51.pdf.
- EM Yucatán. s.f. EM en la agricultura. (En línea). (Consultado el 01 de julio de 2013). Disponible en: http://www.agua.org.mx/h2o/images/stories/BibliotecaG/docs/tecnologias_y_manejo_del_agua/em%20agri%20-%20manual%20de%20uso.pdf
- EMRO.2005. Em 1. (En línea). (Consultado el 29 de octubre de 2011). Disponible en: http://www.reboreda.es/Documentos/EM_Cartilla_General.pdf
- Escudero, M. y Paredes, J. 2013. Reducción de la degradación de los suelos agrarios. (En línea). (Consultado 26 de enero 2014). Disponible en

http://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/ppr/talleres/ppat2013/04julio2012/5AGRICULTURA/degradacion_suelos_agrarios.pdf

ESTRUCPLAN Consultora SA. 2007. Acción de los fertilizantes en los suelos. Argentina. (En línea). (Consultado 11 de mayo del 2015). Disponible en www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=423

EUROSUR. s/f. Los Fertilizantes. (En línea). (Consultado 07 de marzo del 2015). Disponible en www.eurosur.org/medio_ambiente/bif61.htm.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization Statistics - 2008. Atlas Mundial de la Papa; Argenpapa; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (En línea). (Consultado 05 de enero del 2015). Disponible en http://www.potato2008.org/es/mundo/america_latina.htm.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization Statistics -. 2015. (En línea) (Consultado en 12 de abril del 2015). Disponible en: <http://www.fao.org/corp/statistics/es/>

Higa, T. y Parr, J. 1994. Microorganismos benéficos y efectivos para la agricultura y el medio ambiente. (En línea). (Consultado 11 de febrero 2014). Disponible en <https://n-1.cc/file/download/1853994.pdf>

Huamán, Z. 1986. Botánica, sistemática y morfología de la papa. . (En línea). (Consultado 14 enero 2014). Disponible en: <http://www.cipotato.org/library/pdfdocs/TIBes20915.pdf>

Imeson, A. y Cuirfs, M. 2006. Erosión del suelo (En línea). (Consultado 05 de enero 2014). Disponible en: http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B1_Booklet_Final_ES.pdf

Linares, Y. y Gutiérrez, A. 2002. Mercado mundial de la papa (En línea). (Consultado 05 de enero 2011). Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/18082/1/art7_am_n10.pdf

- Lucero, H. 2011. Manual cultivo de papa para la sierra sur. (En línea). (Consultado 23 de diciembre 2011). Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual%20del%20cultivo%20de%20papa%20para%20la%20Sierra%20Sur.pdf>
- Mariño C; C. Romero; J. Delgado; S. Siura. 2007. Efecto del bokashi y microorganismos eficaces (em) en el rendimiento del cultivo orgánico de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica) en la Molina.(En línea). (Consultado el 15 de junio de 2013). Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Anales_Cientificos/Presentación%20Arequipa%20%20Jaime2.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2010. Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible (En línea). (Consultado el 02 de noviembre de 2011) Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00192.pdf>
- MINAGRI – Ministerio de Agricultura y Riego. 2015. Estadísticas Series Históricas. (En línea) (Consultado en 19 de mayo del 2015). Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/estadisticas/dinamica-agropecuaria.html>
- Nieves, L. 2005. Cuantificación de la acción microbiológica de cuatro abonos orgánicos usando EM (Microorganismos Eficaces) como índice comparativo. (En línea). (Consultado el 03 de noviembre de 2011) Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/pdf/200514.pdf>
- Paca, J. 2009. Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos en tres dosis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. (En línea). (Consultado el 14 de julio del 2015). Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/343/1/13T0636PACA%20JUAN.pdf>
- Pardavé, C. 2004. Cultivo y comercialización de la papa. Edit. PALOMINO. Lima. 132 pág.

- Peñañiel, B. y Donoso, M. 2004. Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435 (En línea). (Consultado el 03 de noviembre de 2011) Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2418/4762.pdf>
- Pérez, J. 2013. Respuesta del abonamiento orgánicos en el rendimiento del cultivo de maracuyá en condiciones agroecológicas del Instituto de Investigación Olerícola Frutícola – UNHEVAL – Huánuco. Tesis para optar el Título de Ing. Agr. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. 105 p.
- Picado J. y Añasco A. 2005. Preparación y uso de los abonos orgánicos sólidos y líquidos. (En línea). (Consultado el 30 de julio 2013). Disponible en: <http://www.slideshare.net/hamchiful/abonos-organicos>
- Poma, I. 2007. Efecto de la fertilización química y orgánica con y sin la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581. Univ. Agr. La Molina - Lima. 105 p.
- Pla, I. 2006. Problemas de degradación de suelos en América Latina: evaluación de causas y efectos (En línea). (Consultado el 12 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.secsuelo.org/XCongreso/Simposios/Conservacion/Magistrales/1.-20Problemas%20de%20Degradacion.pdf>
- Sánchez, C. 2003. Cultivo y comercialización de la Papa. Perú. Ripalme. 135 p.
- Ramírez, M. 2006. Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible (En línea). (Consultado el 12 de enero de 2014). Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7565/2/119592.pdf>

- Reboreda, A. 2011. Microorganismos del EM. (En línea). (Consultado el 12 de julio de 2013). Disponible en: <http://www.reboreda.es/Documentos/Microorganismos%20del%20EM%20explicaci%C3%B3n.pdf>
- Restrepo, J. 1996. Producción de abonos orgánicos fermentados (BOCASHI). (En línea). (Consultado el 13 de noviembre de 2011). Disponible en: <http://coopcoffees.com/for-producers/documentation/agricultura/produccion/produccion-de-abono-organico.pdf>
- Rivadeneira, A. 2013. Comportamiento agronómico de la papa yema de huevo (*Solanum tuberosum* L. Var. Phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el Cantón Salcedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. (En línea). (Consultado el 16 de julio de 2015). Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/494/1/T-UTEQ-0033.pdf>
- Rivera, J. y Torres, R. 1998. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-Bokashi) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). (En línea). (Consultado el 02 de noviembre de 2011). Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04r621.pdf>
- Román, M. y Hurtado, G. 2002. Cultivo de la papa: guía técnica. (En línea). (Consultado el 01 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
- Rottenberg, O. 2010. Buenas cosechas de papa con nutrición equilibrada. (En línea). (Consultado el 13 de enero de 2014). Disponible en: http://www.haifa-group.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/Haifa_papa.pdf
- Segura. 2006. Evaluación efecto de los microorganismos eficientes (EM) en el en el rendimiento de maíz híbrido (*Zea mays* L.) PM-212. En el Valle de Yauca. Univ Agr. La Molina. Arequipa. 128 pág.

- Sierra, C., Santos, J. y Kalazich, J. 2002. Manual de fertilización del cultivo de papa en la zona sur de Chile. (En línea). (Consultado el 08 de noviembre de 2011). Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines /NR28007.pdf>
- Shintani, M.; H. Leblanc; P. Tabora. 2000. BOKASHI (Abono Orgánico Fermentado) (En línea). (Consultado el 08 de noviembre de 2011). Disponible en: <http://www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi. pdf>
- Shintani, M. y Okumoto, S. 2002. Guía práctica para el uso de EM en la producción animal (En línea). (Consultado el 31 de junio de 2013). Disponible en http://www.em-la.com/archivos-de-produccion_animal_sostenible_com_em.pdf
- Solis, L. 2012. Evaluación productiva y económica de tres tipos y niveles de abonos orgánicos en cultivo de papa. Universidad Nacional de Loja (En línea). (Consultado el 16 de julio de 2015). Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5510/1/Solis%20Miranda%20Luis.pdf>
- Toalombo, R. 2012. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*) (En línea). (Consultado el 31 de enero de 2014). Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec /bitstream/handle/123456789/2217/Tesis-secuencia=1>
- Tradekey. 2011. EM-Bokashi. (En línea). (Consultado el 01 de noviembre de 2011). Disponible en: http://www.tradekey.com/product_view/id1751427.htm
- Trujillo, G. 2004. Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia del tizón tardío en papa. (En línea). (Consultado el 13 de julio de 2015). Disponible en: http://sisbib.unsms.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/trujillo_lg/t_completo.pdf

Ugás R., S. Siura, F. Delgado de la Flor, A. Casas y J. Toledo. 2000 Programa de Hortalizas, Universidad nacional Agraria La molina, Lima. 202 p.

Usuño, S. 2014. Evaluación de cuatro abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el sector San Pablo, Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi. Universidad Nacional de Loja. (En línea). (Consultado el 24 de julio del 2015). Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/6017/1/Segundo%20Reinaldo%20Usu%C3%B1o%20Quisaguano.pdf>

Vásquez, D. 2008. Producción y evaluación de cuatro bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. (En línea). (Consultado el 05 de enero de 2014). Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>

Zamora, F.; D. Tua; D. Torres. 2008. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa. En *Agronomía Tropical* Vol. 58. 233-243 pp. (En línea) (Consultado el 12 de julio del 2015). Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v58n3/art04.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01. Altura de planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T0	45.71	30.07	41.29	41.98	159.05	39.76
T1	60.00	65.26	60.28	62.20	247.74	61.94
T2	62.56	66.82	63.05	64.14	256.57	64.14
T3	55.60	62.37	56.27	57.76	232.00	58.00
T4	59.72	63.60	62.72	62.47	248.51	62.13
T5	66.02	66.97	66.42	67.51	266.92	66.73
T6	69.21	68.86	67.51	69.25	274.83	68.71
T7	68.94	69.13	68.16	69.74	275.97	68.99
T8	71.00	71.37	70.45	71.85	284.67	71.17
PROMEDIO	62.08	62.72	61.79	62.99		62.40
TOTAL	558.76	564.45	556.15	566.90	2246.26	

ANEXO 02. Peso de tubérculos de primera

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T0	3.20	3.12	1.68	1.38	9.38	2.34
T1	12.80	9.28	15.04	11.20	48.32	12.08
T2	12.32	14.08	15.36	19.04	60.80	15.20
T3	8.32	8.96	7.84	7.04	32.16	8.04
T4	8.96	12.48	13.76	8.96	44.16	11.04
T5	16.48	16.48	16.16	16.32	65.44	16.36
T6	20.64	21.12	21.92	18.40	82.08	20.52
T7	17.60	17.92	17.92	17.76	71.20	17.80
T8	22.40	24.80	23.04	24.64	94.88	23.72
PROMEDIO	13.64	14.25	14.75	13.86		14.12
TOTAL	122.72	128.24	132.72	124.74	508.42	

ANEXO 03. Peso de tubérculos de segunda y tercera

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T0	2.88	4.40	4.80	4.70	16.78	4.20
T1	7.68	7.20	7.04	8.64	30.56	7.64
T2	6.88	7.04	7.20	7.52	28.64	7.16
T3	6.40	6.40	7.36	8.16	28.32	7.08
T4	8.48	6.40	7.52	8.00	30.40	7.60
T5	6.56	8.32	8.48	8.96	32.32	8.08
T6	7.52	7.68	7.84	8.16	31.20	7.80
T7	6.72	7.68	8.00	7.36	29.76	7.44
T8	7.84	4.80	6.88	6.40	25.92	6.48
PROMEDIO	6.77	6.66	7.24	7.54		7.05
TOTAL	60.96	59.92	65.12	67.90	253.90	

ANEXO 04. Peso total de tubérculos por área neta experimental

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T0	6.08	7.52	6.48	6.08	26.16	6.54
T1	20.48	16.48	22.08	19.84	78.88	19.72
T2	19.20	21.12	22.56	26.56	89.44	22.36
T3	14.72	15.36	15.20	15.20	60.48	15.12
T4	17.44	18.88	21.28	16.96	74.56	18.64
T5	23.04	24.80	24.64	25.28	97.76	24.44
T6	28.16	28.80	29.76	26.56	113.28	28.32
T7	24.32	25.60	25.92	25.12	100.96	25.24
T8	30.24	29.60	29.92	31.04	120.80	30.20
PROMEDIO	20.41	20.91	21.98	21.40		21.18
TOTAL	183.68	188.16	197.84	192.64	762.32	

ANEXO 05. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : ALEX JOSÉ PIMENTEL VIDAL
PROCEDENCIA : HUANUCO/ MARAÑON/ HUACRACHUCRO
REFERENCIA : H.R. 44373
BOLETA : 10874
FECHA : 26/03/2014.

Número Muestra		pH	CE _(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Al ³⁺ + H ⁺
Lab	Claves	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100
051		7.49	0.59	0.70	3.38	40.2	503	0.00



Dr. *Sady García Bendezú*
Jefe del Laboratorio

ANEXO 06. Panel fotográfico



Figura 01. Preparación del terreno

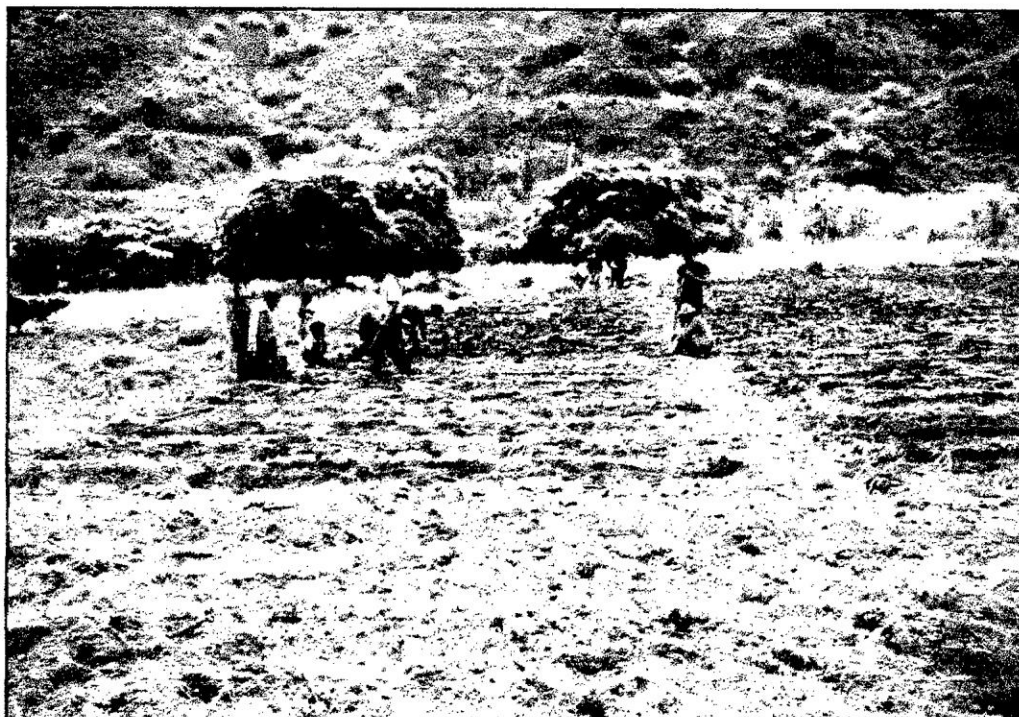


Figura 02. 1^{er} Abonamiento y Surcado



Figura 03. Trazado del terreno

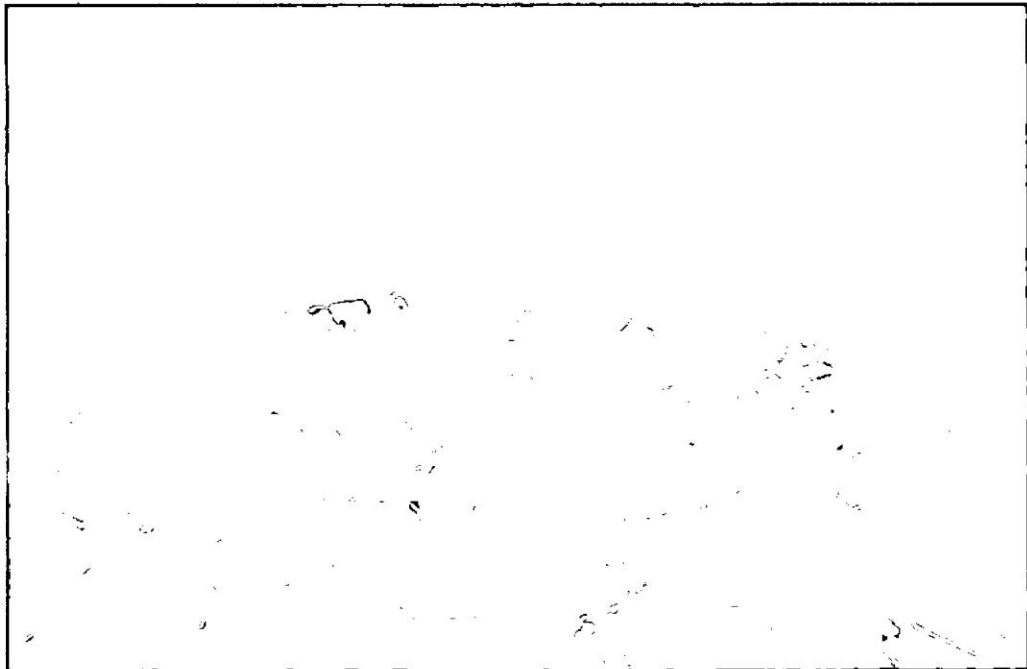


Figura 04. Siembra



Figura 05. Aplicación de EM 1 activado



Figura 06. Segundo abonamiento



Figura 06. Cosecha



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En Huánuco, a los dieciocho días del mes de noviembre del año dos mil quince, siendo las 16:00 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, con la finalidad de dar cumplimiento a la Resolución N° 0536-2015-UNHEVAL/FCA-D de fecha 03 de noviembre del 2015 para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada "Efecto de los microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Yungay en condiciones de Huacrachuco – Huánuco", presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias **Alex Pimentel Vidal**, con el asesoramiento del **Ing. Fleli Jara Claudio**.

El Jurado Calificador designado mediante Resolución N° 0211-2015-UNHEVAL/FCA-D de fecha 27 de Mayo 2015, está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : Mg. Luis Villodas Rosales
SECRETARIO : Ing. Edwin Vidal Jaimes
VOCAL : Ing. Antonio Cornejo y Maldonado
ACCESITARIO : Ing. Grifelio Vargas García

Finalizada la sustentación, luego de la deliberación y verificación de los calificativos del Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Buena, quedando el sustentante Apto para que se le expida el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Siendo las 19:00 horas se dio por concluido el acto de sustentación.


Huánuco, 18 de noviembre del 2015



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

Escala de Calificación:

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