

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



---

---

**DOSIS DE MICROORGANISMOS EFICACES EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum  
tuberosum* L.) VARIEDAD ÚNICA EN CONDICIONES  
AGROECOLÓGICAS DE HUAMPURAN,  
HUACRACHUCO, MARAÑÓN - 2015**

---

---

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TARAZONA FLORES, REYNA**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2016**

## **DEDICATORIA**

Con inmenso amor y cariño a mis Padres Simeón, y Lucinda que sin el sacrificio realizado por ellos no hubiese sido posible llegar al término de esta importante etapa de la vida. Les agradezco también por ser un apoyo fundamental en cada uno de los momentos más difíciles y estar siempre ahí cuando uno los necesita, además de brindarme siempre el amor y comprensión necesario para lograr cada uno de los objetivos y metas trazados para mi tan anhelada profesión.

A mis hermanos la Ing. Lucila, Emerson, Miguelina, Rolando, Josué, y Gregorio por entregarme en cada momento su cariño y apoyo, lo cual es esencial para poder realizar todo lo que uno sueña en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo a Dios, por haber sido mi guía espiritual en estos años de estudio y haberme dado las fuerzas necesarias para seguir adelante con mis sueños y esperanzas.

Mi agradecimiento al Mg. Rubén Max Rojas Portal, por tener la confianza depositada en mí para realizar esta investigación, además de tener la mejor disposición en todo momento.

Un agradecimiento especial a mi hermana la Ing. Lucila Tarazona Flores, por haber colaborado desinteresadamente en el trabajo experimental de esta Tesis, siendo ella, un apoyo constante en todo este proceso.

A cada uno de los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas impartidas durante mi paso por las aulas universitarias

Por último les doy las gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la ejecución del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El investigación tuvo el propósito de evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad única en condiciones agroecológicas de Huampuran– Huacrachuco, siendo el tipo de investigación aplicada, nivel experimental, la población de 576 plantas de papas por experimento y 36 plantas por parcela experimental, evaluando 10 plantas por área neta experimental. El diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 repeticiones y 4 tratamientos haciendo un total de 16 unidades experimentales, las observaciones fueron número, tamaño, peso, para el análisis estadístico se utilizó el ANDEVA y la prueba de Duncan al 1 y 5 % de nivel de significación. Los resultados permiten concluir que la dosis alta de 0,14l EMA/2,86 L de agua, por área neta experimental fue de 14,2 kg y con rendimiento total de 31 625,83 kg/ha; es decir 31 t/ha, existiendo diferencias altamente significativas entre tratamientos y respecto a **número de tubérculos por planta**, la dosis alta obtuvo 14,50 tubérculos por planta, existiendo diferencias altamente significativas entre tratamientos. El **tamaño de tubérculos por planta** los tubérculos más grandes fueron obtenidos con la dosis alta pero no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y el **peso de tubérculos por planta**, el rendimiento más alto conseguido por el tratamiento dosis alta con 1,42 kg de tubérculos por planta. Recomendando la aplicación foliar de los Microorganismos Eficaces (EM) en el cultivo de la papa.

**Palabras claves:** Microorganismos eficaces, rendimiento condiciones agroecológicas

## SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of effective microorganisms on the yield of single potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar under agroecological conditions in Huampuran-Huacrachuco, the type of applied research, experimental level being the population of 576 Potato plants per experiment and 36 plants per experimental plot, evaluating 10 plants per net experimental area. The experimental design of Completely Random Blocks (DBCA) with 4 replicates and 4 treatments making a total of 16 experimental units, the observations were number, size, weight, for the statistical analysis we used the ANDEVA and Duncan test 1 and 5% level of significance. The results allow to conclude that the high dose of 0.14 L / 2.86 L per area experiment of 14,2 kg with a total yield of 31625,83 kg/ha kg / ha; le 31 t / ha, there were significant differences between treatments and in relation to the number of tubers per plant, the high dose obtained 14.50 tubers per plant, and there were highly significant differences between treatments. The size of tubers per plant the largest tubers were obtained at the high dose but there were no significant statistical differences between treatments and the weight of tubers per plant, the highest yield achieved by the high dose treatment with 1.42 kg of tubers per plant. Recommending the foliar application of Effective Microorganisms (EM) in potato cultivation. Key words: Effective microorganisms, yield agroecological conditions.

**PORTADA**  
**DEDICATORIA**  
**AGRADECIMIENTO**  
**RESUMEN**  
**ÍNDICE**

I.	INTRODUCCIÓN .....	9
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>10</b>
II.	MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.	Fundamentación Teórica .....	11
2.1.1.	La papa .....	11
2.1.1.1.	Origen de la variedad UNICA .....	11
2.1.1.2.	Rendimiento.....	12
2.1.1.3.	Distribución y taxonomía .....	13
2.1.1.4.	Importancia del cultivo de papa.....	15
2.1.1.5.	ENFERMEDADES: .....	16
2.1.1.6.	PLAGAS: .....	16
2.1.1.7.	Valor nutritivo de la papa.....	17
<b>2.1.2.</b>	<b>Microorganismos eficaces .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2.1.</b>	<b>Efectos de los microorganismos eficaces sobre los cultivos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2.2.</b>	<b>Formulaciones del EM .....</b>	<b>20</b>

2.1.2.3.	Activación de EM .....	21
2.1.2.4.	Modo de uso del EM .....	22
2.2.	Antecedentes .....	23
2.3.	Hipótesis .....	24
2.4.	Variables.....	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	26
3.1.	Lugar de ejecución .....	26
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis .....	28
3.4.	Factores y tratamientos en estudio.....	28
3.5.	Prueba de hipótesis.....	29
3.5.1.	El diseño de la investigación.....	29
3.5.2.	Datos registrados.....	36
3.5.3.1.	Técnicas bibliográficas y de campo .....	37
3.5.3.2.	Instrumentos bibliográficos y de campo.....	37
3.6.	Materiales y equipos .....	38
3.7.	Actividades ejecutados .....	38
3.7.1.	Conducción Cultivo .....	38
IV.	RESULTADOS .....	41
4.1.	Número de tubérculos por planta.....	41
4.2.	Tamaño de tubérculos por planta.....	43

<b>4.3. Peso de tubérculos por planta.....</b>	<b>44</b>
<b>4.4. Rendimiento por are neta experimental.....</b>	<b>46</b>
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
VIII. LITERATURA CITADA.....	52

## I. INTRODUCCIÓN

**SENASA (2005)**, reporta que la variedad UNICA, fue seleccionada y evaluada por el CIP (Centro Internacional de la papa) durante más de 7 años, sembrada en experimentos en más de 20 localidades. Tiene atributos de resistencia y precocidad, que la hacen atractiva para los agricultores involucrados en el cultivo de papa. La adaptación a diferentes ambientes, permite una amplia distribución geográfica, en regiones de la Costa y Sierra del Perú. Las buenas características para el consumo en fresco y para el procesamiento en tiras, representan una alternativa de mejores ingresos para los agricultores, por la demanda que puede generar en el mercado.

**Egusquiza (2010)**, reporta que en el Perú es el segundo cultivo con mayor superficie sembrada después del café, con 367,7 mil hectáreas. Así mismo se registró un récord de producción (4 471,7 mil toneladas) y aumentó en 9,80 %, explicado por un incremento de la cosecha en los departamentos de Huánuco, Cusco, La Libertad, Cajamarca y Apurímac. Asimismo, coadyuvó a este resultado el incremento del rendimiento promedio de toneladas por hectárea, de 13,7 en el 2011 pasó a 14,3 toneladas por hectárea en el 2012.

El cultivo de papa en el país se realiza mediante una agricultura convencional, es decir basado al uso de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas) produciendo una serie de alteraciones en el ambiente y la salud de las personas. Por lo tanto la aplicación de los Microorganismos Eficaces en las solanáceas es importante por ser fuente de nutrientes a las plantas que son fácilmente absorbidos y asimilados aumentando los procesos de síntesis y formación de proteínas. Los nutrientes minerales son importantes para mantener ordenada la estructura de los ribosomas y para la activación de los aminoácidos.

En consecuencia es necesario arribar a la obtención de cosechas limpias, que aseguren la calidad del tubérculo como alimento, mediante la práctica de tecnologías no contaminantes basadas en los principios que sustentan una agricultura ecológica, como usar tecnologías de Microorganismos Eficaces. De no innovar estas tecnologías los agricultores de la provincia de Maraón generan gasto económicos en la producción de papas por hectárea.

## **1.1. Objetivo**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de los microorganismos eficaces en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad única en condiciones agroecológicas de Huampuran– Huacrachuco – Maraón

### **Objetivos específicos**

- ✓ Determinar el efecto de la dosis baja 0,14L. EM/7,14L de agua en el número, tamaño y peso de tubérculos por planta
- ✓ Medir el efecto de la dosis media 0,14L. EM/4,28L de agua en el número, tamaño y peso de tubérculos por planta
- ✓ Estimar el efecto de la dosis alta 0,14L. EM/2,86L de agua en el número, tamaño y peso de tubérculos por planta.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación Teórica

#### 2.1.1. La papa

##### 2.1.1.1. Origen de la variedad UNICA

**UNICA (1998)**, reporta que la variedad de papa UNICA es el resultado de las investigaciones participativas con los agricultores (Asociaciones de Productores), las instituciones nacionales de investigación en el sector agrícola (Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica) y el Centro Internacional de la Papa (CIP). El nombre de UNICA, es el reconocimiento a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, presentando una abreviación e iniciales de dicha universidad. La selección inicialmente se realizó durante 3 años y en diferentes épocas, entre los cuales se incluyeron las progenies seleccionadas en el diseño genético (Línea x Probador).

La genealogía indica, que el clon identificado con el código del investigador o campo: C92.140 y con el código del CIP No. 392797.22 y posteriormente fue denominado la variedad UNICA. El proceso iniciado tiene tres fases: **1)** Por resistencia a virus PVY (*Potato Virus Y*) y PVX (*Potato Virus X*), **2)** Por tolerancia al virus PLRV (*Potato Leaf Roll Virus*) y al nematodo RKN (*Root Knot Nematode*) y **3)** Por adaptabilidad a climas áridos y cálidos.

Las primeras evaluaciones, se realizaron en las Estaciones Experimentales del CIP (La Molina en Lima; Huancayo y San Ramón en Junín), y posteriormente en diversos valles de la costa peruana (Virú, Barranca, Cañete, Ica, Nasca, Majes, Tacna). Finalmente fueron seleccionados en los valles de Ica y Nasca con la aprobación de los agricultores e investigadores locales.

En el año 1998 fue liberada a los agricultores por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica y en el 2005 fue inscrita en el Registro Nacional de Cultivares con el registro N° 001-2.005-AGSENASA- DGSV (SENASA 2005) con el apoyo de los fondos provenientes del Proyecto FONTAGRO.

### 2.1.1.2. Rendimiento

**CIP (2002)**, reporta a través de un informe técnico anual, el rendimiento promedio de varias variedades de papa en algunas localidades del Perú.

**Tabla N° 01:** Promedio de rendimiento total y de procesamiento en tiras, en localidades de Huancayo, Junín y Chaglla, Huánuco; Perú.

Variedad	Rdto. (t · ha <sup>-1</sup> )	Porcentaje sobre rendimiento total (%)			Rendimiento en tiras > 8 cm (t · ha <sup>-1</sup> )
		Comercial	Pelado-Retocado	Tiras > 8 cm	
Canchán	51	85	64	31	16
Capiro	43	83	58	32	14
Perricholi	62	70	52	27	17
Tomasa T.C.	43	81	56	28	12
UNICA	40	88	71	58	23
Yungay	58	79	58	30	17

Fuente: CIP, 2002

### 2.1.1.3. Distribución y taxonomía

**Balladolib (2009)**, dice que el conocimiento de la botánica sistemática y la morfología de la papa es importante para entender aspectos botánicos de la planta, que se relacionan con la investigación y la producción.

Botánica sistemática es la identificación organizada, la clasificación y la denominación de las plantas de acuerdo con un sistema de reglas.

Morfología es el estudio de la forma y estructura de las plantas. Basándonos en los caracteres florales, la papa ha sido clasificada de acuerdo al siguiente sistema:

- ❖ Reino : Plantae
- ❖ División : Fanerógama
- ❖ Sub División: Angiospermas
- ❖ Clase : Dicotiledóneas
- ❖ Sub Clase : Simpétala
- ❖ Orden : Tubiflorineas
- ❖ Familia : Solanaceae
- ❖ Género : Solanum L.
- ❖ Especie : (Solanum tuberosum L.)

**Hábitos de crecimiento.** La papa es una planta herbácea. Su hábito de crecimiento cambia entre las especies y dentro de cada una. Cuando todas, o casi todas, las hojas se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos, y están cerca del suelo, se dice que la planta tiene hábito de crecimiento arrosetado o semiarrosetado:

**Semillas.** Se llama semilla al tubérculo seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa; pero la verdadera semilla es producida en una baya en cuyo interior se encuentra la semilla sexual.

**Germinación.** La semilla tubérculo es almacenada para que germine, pasa por un periodo de reposo o dormancia de dos a tres meses antes de poder sembrarse, el tubérculo debe presentar brotes de 0.5 a 1 cm. de altura.

**Raíces:** Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas; las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada corte y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa.

**Tallos:** El tallo, grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0,5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo. Las hojas son imparipinnadas. Consta de nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejados se encuentran del nudo de inserción. Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos.

**Hojas:** Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo.

**Rizomas.** Son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo estos ovales o redondeados.

**Inflorescencia:** El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. Las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo.

**Tubérculos.** Son los órganos comestibles de la papa. Están formados por tejidos parenquimáticos donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas "ojos"

**Frutos.** Son en forma de baya redondeados de color verde de 1 a 3 cm, de diámetro que se tornan amarillos al madurar.

#### **2.1.1.4. Importancia del cultivo de papa**

**Gentry (1991)**, indica que la importancia radica en sus bondades alimenticias, su valor nutritivo se debe a la riqueza en almidón que tiene la doble cualidad de ser energético y muy nutritivo. Por su uso industrial tenemos: para repostería, la producción de alcoholes, preparación de bebidas alcohólicas, preparados alimenticios (purés, papas fritas etc.)

**FAO (2003)**, reporta que en la actualidad, la papa es uno de los productos alimenticios más consumidos y apreciados por su valor nutricional, y representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero. El Perú es el país con mayor variedad de papas en el mundo al contar con ocho especies nativas domesticadas y 2 301 de las más de 4 000 variedades que existen en Latinoamérica.

**Calai (2001)**, menciona que la papa tiene una gran importancia en la medicina natural teniéndose como usos para las quemaduras, se aplica la papa cruda rayada en la zona afectada en forma de un emplasto. Es un antiinflamatorio cuando se realiza un cataplasma de la papa cruda para aliviar magulladuras o torceduras de cualquier tipo. También es considerado como un diurético natural, rayando la papa con la cascara y luego se cola y se bebe en ayunas.

**Huaman (1983)**, dice que el cultivo de la papa es el mejor ejemplo de la llamada "globalización", que se realizó varios siglos antes de que ese término se acuñara. Hay platos "típicos" preparados con papa en Italia,

España, India, Rusia, Irlanda, Alemania o Finlandia (donde se le conoce como *Perú*). El licor destilado "nacional" de Rusia y otros países del Este europeo, el vodka, se prepara con papa. En países de otros continentes, el vulgo cree que la buena papa es nativa de sus propias tierras.

#### 2.1.1.5. ENFERMEDADES:

##### Causados por Hongos

- Mildiu de la papa, Lancha Tardía o Tizón Tardío, (*Phytophthora infestans*)
- Lancha temprana o Negrón de la papa (*Alternaria solani*)
- Rizoctonia o sarna negra (*Rhizoctonia solani*)
- Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*)
- Sarna ordinaria o roña de la papa (*Actinomyces scabies*)
- Fusariosis de la papa (*Fusarium solani*)
- Roya (*Puccinia pitteriana*)
- Lanosa (*Rosellinia sp.*)

##### Causado por Bacterias

- Pata negra (*Erwinia sp.*)
- Sarna común (*Streptomyces scabies*)

#### 2.1.1.6. PLAGAS:

##### Insectos Subterráneos

- Gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp; Adioristussp., Scotoeborus sp*)
- Gusanos de tierra (*Copitarsiaturbata, Agrotisspp., Feltía spp.*)
- Gusano blanco arador (*Bothynus sp.*)
- Gusano alambre (*Ludios sp.*)
- Polillas de la papa (*Phthorimaea operculella y Symmetrischematangolias*).

### **Insectos de la parte aérea**

- Escarabajos de hoja (*Diabroticas pp.*)
- Epicauta o escarabajos negros de las hojas (*Epicauta sp.*)
- Barrenador del tallo de la papa (*Stenoptycha sp.*)
- Mosca minadora (*Liriomyza spp*)
- Pulgón de la papa (*Myzuspersicae, Macrosiphumeuforbiae*).
- Cigarritas o loritos verde (*Empoasca spp*).
- Trips (*Thrips sp*)

**Yába (2004)**, menciona que *Epitrix spp.*, son pequeños escarabajos y constituyen una de las principales plagas de la papa en las zonas altas del Perú. Su importancia como plaga destaca por el hecho de producir daños en dos formas: realiza comeduras pequeñas y redondas en los folíolos, y es transmisor del virus APLV.

**Sánchez (2003)**, reporta que las diabroticas o vaquitas tienen importancia en algunas localidades y son considerados como probables transmisores de virus. Producen serios daños en el cultivo de la papa, especialmente cuando alcanza altas poblaciones. Sus daños son unos orificios irregulares, a veces ovaladas, en los folíolos.

#### **2.1.1.7. Valor nutritivo de la papa.**

Nutrióloga, G. C (2011); La papa es una fuente de vitaminas, en especial de vitamina C y minerales como el potasio, su cáscara es una excelente fuente de fibra, la papa contiene carbohidratos complejos que te dan energía, además está libre de grasa y colesterol, todas estas características hacen de la papa un excelente alimento.

#### **2.1.2. Microorganismos eficaces**

**Calai (2001)**, los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los

mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de tres géneros principales: Bacterias fototróficas, Levaduras y Bacterias productoras de ácido láctico.

#### **a) Bacterias fotosintéticas**

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de Secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes.

#### **b) Bacterias ácido lácticas**

Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

#### **c) Levaduras**

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Estos microorganismos son efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en suelo azimógeno. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

El EM (Microorganismos eficaces) viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficaces.

### **Beneficios**

- Acelera la descomposición de la materia orgánica
- Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo
- Reduce los problemas de salinidad en los suelos
- Reduce las poblaciones de nematodos y patógenos en el suelo

#### **2.1.2.1. Efectos de los microorganismos eficaces sobre los cultivos**

**Kyan et al (1999)**, sostienen que los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

**a) En los semilleros**

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico; aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal e incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

**b) En las plantas**

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

**c) En los suelos**

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar: en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.

**2.1.2.2. Formulaciones del EM**

**Higa (2002)**, menciona las siguientes formulaciones de EM

**EM 1:** la solución madre en estado latente

**EMA:** el EM Activado

**Bokashi:** biofertilizante sólido que se puede fabricar de forma casera con EM

**EPF:** Extracto de plantas fermentadas (repelente de insectos y biofertilizante líquido)

**EM 5:** Repelente de insectos

**EM – E:** EM para medio ambiente. Formulación para utilizar en grandes

### 2.1.2.3. Activación de EM

**Higa (2002)**, indica que El EM 1 es un “concentrado” de microorganismos en estado latente que necesita ser activado para su uso en las distintas aplicaciones del EM (en 1l de EM 1 rinde 20 l de EM Activado). Para la activación es necesario contar con un recipiente de plástico (bidón, tanque, tarrina) que pueda cerrarse herméticamente. Las proporciones a utilizar son las siguientes:

5 % de EM 1

5 % de melaza de buena calidad o azúcar

90 % de agua libre de cloro. Si el agua contiene cloro debe dejarse 24 horas en un recipiente abierto para que el cloro se volatilice.

Se calienta el agua a unos 35 - 40 °C.

Se pone la melaza en una olla y se la mezcla con una cantidad más o menos similar del agua caliente para que se diluya fácilmente. Luego se calienta la mezcla de melaza y agua y se la mantiene durante 20 minutos a una temperatura de 60 °C o hasta que llegue a los 80 °C, lo que suceda primero.

Posteriormente se vierte en el recipiente, el agua caliente, la mezcla de melaza y agua y por último el EM1. Se cierra herméticamente y se mantiene por 7 a 10 días a una temperatura entre 25 y 40 °C. Es conveniente abrir el recipiente a los 4 o 5 días para que escapen los gases producidos por la fermentación. El producto al final de este período estará con un olor agrídulce y su pH (acidez) debe ser menor a 3,8. Esto lo puede comprobar con una tira marcadora de pH o con un peachímetro. A partir de ese momento el EM ya está Activado y pronto para utilizar

Si se obtiene el EM - Activado en una Unidad de Activación no necesita realizar este procedimiento.

El EM activado se conserva en un lugar fresco y oscuro a temperatura ambiente y debe utilizarse antes de los 30 días de activado de lo contrario pierde su efectividad.

#### **2.1.2.4. Modo de uso del EM**

**Higa (2002)**, indica que la utilización de los microorganismos eficaces EM en el mantenimiento de cultivos puede darse mediante aplicaciones directas al suelo o al follaje.

##### **Aplicaciones al follaje**

Para aplicar EM al follaje es importante tener en cuenta:

- 1.** Realizar una dilución de EM en agua un 2 %, es decir, 1 parte de EM por 50 partes de agua, y según especie de cultivo, su condición de la presentación de la enfermedad y plaga puede variar
- 2.** La dosis (consultar un profesional cercano). Para el caso del Banano se aplica una dosis de 10 % para controlar Sigatoka Negra y cultivo de cacao se usa dilución de 50 % contra bacteria patógena
- 3.** Aplicar en una fina aspersión al follaje de las plantas, preferiblemente en las horas de la mañana, antes de las 8:00 am o en la tarde, después de las 4:00 pm.
- 4.** La frecuencia de aplicación de EM al follaje depende de la intensidad del cultivo, ligado a su frecuencia de cosecha.

**Tabla N° 02:** Formas de aplicar EM al follaje

Tipo de cultivo	Frecuencia de aplicación
Ciclo corto	8 días
Semipermanentes	15 días
Permanentes	15 a 30 días

**Fuente:** Higa (2002).

## 2.2. Antecedentes

**Jochen Mayer, Susanne Scheid, Hans-Rudolf Oberholzer (2006)**, en Efectos de diferentes preparaciones de 'Microorganismos Eficaces' (EM) sobre los rendimientos de los cultivos y en los parámetros microbiológicos del suelo concluyen que con la aplicación de 4 años con 'Microorganismos Eficaces' sus efectos observados únicamente podían ser relacionados con los aportes de nutrientes del sustrato portador Bokashi, donde los rendimientos difieren considerablemente en los tratamientos con aplicación adicional de Bokashi.

**Valverde (2015)**, en efecto de los Microorganismos Eficaces y Bioabonos en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Canchan en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco Maraón quien estudio dos factores: Dosis de Microorganismos Eficaces (Foliar) y niveles de (Compost con EM) de cuya interacción resultaron 16 tratamientos, concluye respecto al **número de tubérculos por planta**, el mayor número de tubérculos con 7,00 tubérculos por planta superando al testigo (Sin aplicación de abono) quien ocupó el último lugar con 0,67 tubérculos por planta; encontrando diferencias altamente significativas entre tratamientos y respecto al **tamaño de tubérculos por planta**, van desde 7,93 cm, superando al testigo T<sub>0</sub> (Sin abonamiento) quien ocupó el último lugar con 3,07 cm encontrando diferencias altamente significativas entre tratamientos y finalmente al **peso de tubérculos por planta**, con pesos que varían desde el tratamiento T<sub>15</sub> que ocupó el primer lugar en orden de mérito con 0,62 kg superando al testigo T<sub>0</sub> (Sin abono) quien ocupó el último lugar con 0,16 Kg encontrando diferencias altamente significativas entre tratamientos.

**Sangakkara (1994)**, manifiesta que el EM aumentó los rendimientos de la papa 20 a 40 t/ha, especialmente en la estación seca, cuando el número de tubérculos, y las tasas de aumento de volumen eran generalmente más bajos, también que EM mantiene la capacidad de retención de agua del suelo en mayor medida durante la estación seca. La papa es un cultivo propenso a la sequía y la humedad del suelo es un importante factor abiótico que afecta a los rendimientos. Los efectos de la sequía pueden ser parcialmente superadas por la aplicación de enmiendas orgánicas. Este estudio pone de manifiesto que la eficacia de las enmiendas orgánicas para mantener los rendimientos, especialmente en épocas de sequía, se puede mejorar mediante la aplicación de EM donde el crecimiento de las plantas y el rendimiento se han mejorado significativamente cuando EM se añadió a la materia orgánica. Mientras que los máximos rendimientos se obtuvieron con fertilizantes inorgánicos, estos también se han mejorado marginalmente cuando EM se añadió. Este fenómeno fue más significativo en la estación seca, cuando los rendimientos globales fueron menores.

### 2.3. Hipótesis

#### **Hipótesis General**

Si aplicamos de manera adecuada los microorganismos eficaces, entonces tendremos efecto significativo en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Única en condiciones agroecológicas de Huampuran– Huacrachuco – Marañón

#### **Hipótesis específicas**

1. Si aplicamos la dosis baja de Microorganismos Eficaces, entonces tendremos efecto significativo en el número, tamaño y peso de tubérculos.

2. Si aplicamos la dosis media de Microorganismos Eficaces, entonces tendremos efecto significativo en el número, tamaño y peso de tubérculos.
3. Si aplicamos la dosis alta de Microorganismos Eficaces, entonces tendremos efecto significativo en el número, tamaño y peso de tubérculos.

#### 2.4. Variables

**Variable independiente** : Microorganismos Eficaces.

**Variable dependiente** : Rendimiento.

**Variable interviniente** : Condiciones agroecológicas

**Tabla N° 03: Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Sub Indicadores</b>
V. Independiente: <b>Microorganismos Eficaces</b>	Dosis baja Dosis media Dosis alta	0,14l .EM/7,14l. Agua 0,14l.EM/4,28l. Agua 0,14l.EM/2,86l. Agua
V. Dependiente: <b>Rendimiento</b>	Número Tamaño Peso	Número de tubérculos/planta Tamaño de tubérculos/planta Peso de tubérculos/planta
V. Interviniente: <b>Condiciones agroecológicas</b>	Clima  Suelo  Zona de vida	Temperatura Humedad Insolación Lluvia Propiedades físicas y químicas

**Fuente:** Elaboración propia.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

##### Tipo de investigación

Aplicada porque estuvo orientada a la obtención de una tecnología como consecuencia de la aplicación de los principios científicos, sobre Microorganismos Eficaces, rendimiento destinado a la solución del problema de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores dedicados al cultivo de papa en la Provincia de Marañón.

##### Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente (microorganismos eficaces), se midió el efecto en la variable dependiente (rendimiento) y se comparó con un testigo (tratamiento sin Microorganismos eficaces)

#### 3.1. Lugar de ejecución

Se ejecutó en Huampuran a un 1 km del distrito de Huacrachuco, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente.

##### Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Marañón
Distrito	:	Huacrachuco
Lugar	:	Huampuran.

##### Posición geográfica

Latitud Sur	:	08°36'17"
Longitud Oeste	:	77°08'40"
Altitud	:	2920 msnm.

Según el diagrama bioclimático de Holdridge el área donde se realizó el proyecto de investigación se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

Según la clasificación de **Javier Pulgar Vidal**, Huampuran – Huacrachuco se encuentra en la zona agroecológica quechua sobre los 2 920 msnm, con un clima frío, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima 17,5 °C y mínima de 6,0 °C.

La Estación Meteorológica de la Agencia Agraria Maraón reporta en los meses en que se desarrolló la investigación los siguientes datos:

**Tabla N° 04:** Datos meteorológicos.

Meses	Temperatura Media	Humedad	Precipitación
Enero	14,73	67,51	1,00
Febrero	14,21	69,15	0,00
Marzo	15,01	68,32	0,00
Abril	16,48	59,46	0,00
Mayo	15,94	64,66	0,00

**Fuente:** Agencia Agraria de Maraón.

Huampuran posee suelos francos y la topografía es accidentada, los cultivos que predominan son el trigo, maíz y la papa. Con la finalidad de determinar las características físicas y químicas del suelo, se tomó una muestra representativa de acuerdo a las normas técnicas, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Análisis de Suelos de La Universidad Nacional Agraria de la Molina – Lima. Los resultados indican que la clase textural de suelo es franco arenosa, pH (5,59) moderadamente ácido; que posee un porcentaje medio de materia orgánica (2,49%); medio en Fosforo

(2,4 %) y Potasio (121); bajo en Capacidad de Intercambio Catiónico (14,40); alto en calcio (6.00) y sodio normal (0,07).

### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis**

#### **Población**

Estuvo constituido por 36 plantas de papa en cada unidad experimental, haciendo un total de 576 plantas de papa en todo el campo experimental.

#### **Muestra**

Constituida por 10 plantas de cada área neta experimental, haciendo un total de 160 plantas de todas las áreas netas experimentales de experimento.

#### **Tipo de muestreo**

Probabilístico en su forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de papa en el momento de la siembra tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

#### **Unidad de Análisis**

La unidad de análisis es una parcela con las plantas de papa.

### **3.4. Factores y tratamientos en estudio**

Se estudió el efecto de los Microorganismos Eficaces en el rendimiento del cultivo de la papa; con tres dosis de abonamiento más un testigo (sin EM).

**Tabla N° 05:** Tratamientos y Dosificación por hectárea

Claves	Tratamientos	Dosificación EM/ha.
T1	Dosis baja	- 5,40 L de EMA/275,46 litros de agua
T2	Dosis media	- 5,40 L de EMA/165,12 litros de agua
T3	Dosis alta	- 5,40 L de EMA/110,33 litros de agua
T0	Testigo	-,-

**Fuente:** Propia.

EMA: Microorganismos eficaces activado.

**Tabla N° 06:** Dosificación específica por tratamiento

Claves	Tratamientos	Dosis/Tratamiento
T1	Dosis baja	0,14 L EMA /7,14 litros de agua
T2	Dosis media	0,14 L EMA /4,28 litros de agua
T3	Dosis alta	0,14 L EMA /2,86 litros de agua
T0	Testigo	-,-

**Fuente:** Propia.

Se consideró 7 aplicaciones durante los 4 meses que duró la campaña agrícola de la papa; es decir, la primera aplicación a los 15 días después de la emergencia, teniendo en cuenta que la variedad mencionada germina a los 15 días después de la siembra.

### 3.5. Prueba de hipótesis

#### 3.5.1. El diseño de la investigación

El Diseño fue Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos, 4 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Para distribuir los tratamientos de 1 al 16 en forma aleatoria, primero se estableció las unidades experimentales (del 101 al 404); luego se realizó el sorteo en cada bloque al azar.

**Tabla N° 07.** Distribución de los tratamientos y unidades experimentales

I	<u>104</u> t0	<u>103</u> t1	<u>102</u> t2	<u>101</u> t3
II	<u>201</u> t3	<u>202</u> t2	<u>203</u> t1	<u>204</u> t0
III	<u>304</u> t2	<u>303</u> t3	<u>302</u> t0	<u>301</u> t1
IV	401 t1	402 t0	403 t3	404 t2

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se registraron los tratamientos, la clave, las unidades experimentales y los bloques.

**Tabla N° 08:** Aleatorización de los tratamientos y Unidades experimentales

Clave	Dosis de EM	Aleatorización			
		I	II	III	IV
T1	Baja	103	203	301	401
T2	Media	102	202	304	404
T3	Alta	101	201	303	403
T0	Testigo	104	204	302	402

**Fuente:** Elaboración Propia.

### Modelo Aditivo Lineal

El modelo aditivo lineal para Diseño en Bloques Completamente al Azar, está dado por:

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Valor o rendimiento observado en el  $i$ -ésimo tratamiento;  $j$ -ésimo bloque

$i = 1, 2, \dots, 4$ . Tratamientos/bloque.

$j = 1, 2, \dots, 4$  Repeticiones/experimento.

$U$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del ( $i$  – ésimo) tratamiento.

$B_j$  = Efecto del ( $j$  – ésimo) bloque.

$B$  = N° de bloques

$E_{ij}$  = Error experimental de las observaciones ( $Y_{ij}$ ).

La técnica estadística utilizada fue el ANDEVA (Análisis de Varianza) para medir la significación entre tratamiento y repeticiones al 0,05 y 0,01. Para la comparación de los promedios de los tratamientos se utilizó la Prueba de DUNCAN al 0,05 y 0,01 de margen de error.

**Tabla 09.** Esquema del análisis estadístico

<b>Fuente de Varianza (F.V)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 3$
Error experimental	$(r-1)(t-1) = 9$
Total	$(tr-1) = 15$

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Características del campo experimental.**

#### **Característica del campo**

Longitud del campo experimental	: 23,00 m
Ancho del campo experimental	: 16,40 m
Área total de caminos (377,2 – 259,48)	: 118 m <sup>2</sup>
Área Total del campo experimental (23,00 x 16,4)	: 377,20 m <sup>2</sup>
Área experimental total	: 259,20 m <sup>2</sup>

**Características de bloques:**

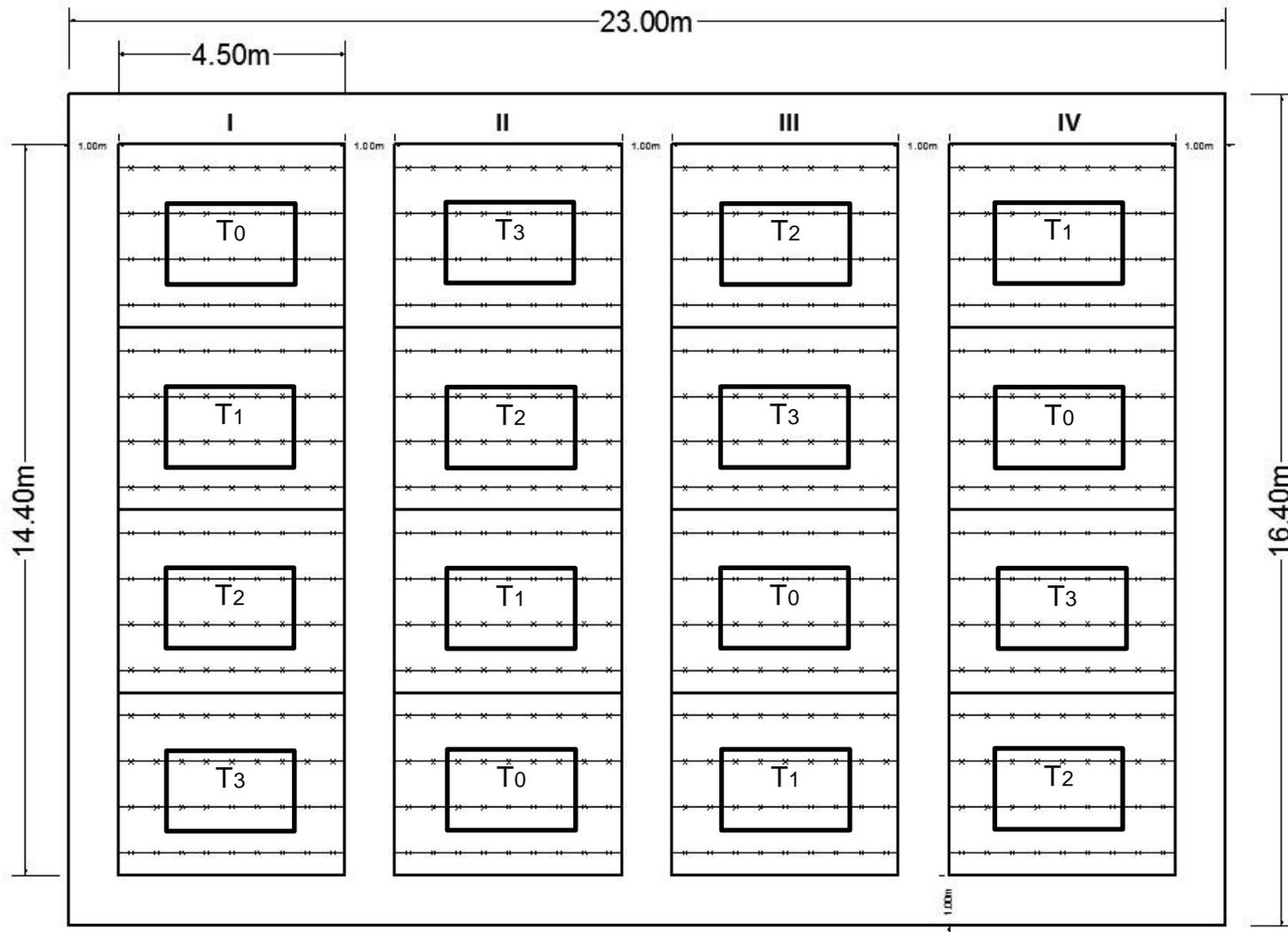
Numero de bloques	: 4
Tratamientos por bloque	: 4
Largo de bloque	: 14,40 m
Ancho de bloque	: 4,50 m
Área total de bloques	: 64,80 m <sup>2</sup>

**Características de parcelas**

Largo de parcela	: 4,50 m
Ancho de parcela	: 3,60 m
Área total de parcela	: 16,20 m <sup>2</sup>
Área neta experimental (2,50x1,80)	: 4,50 m <sup>2</sup>

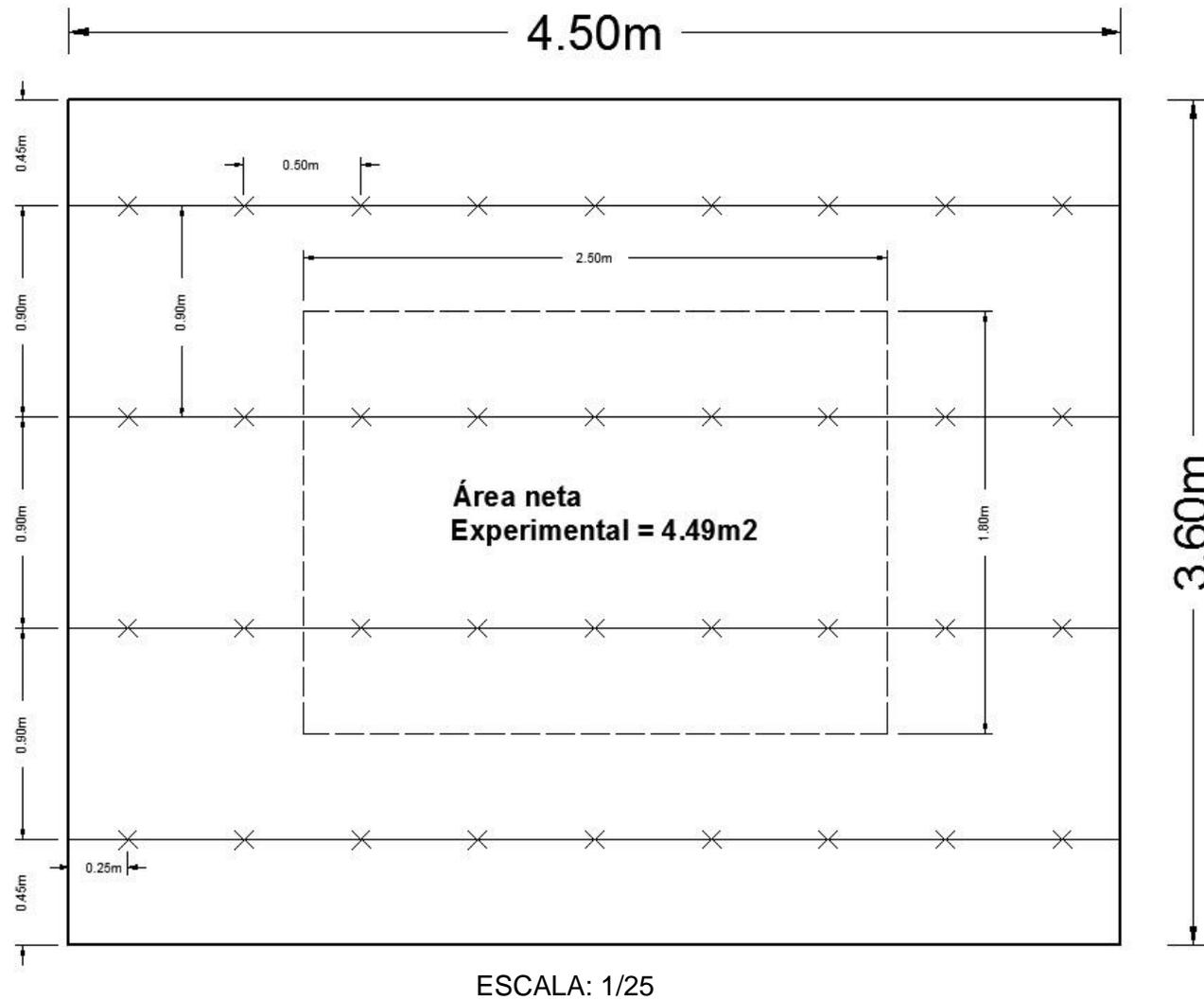
**Características de surcos**

Longitud de surcos por parcela	: 4,00 m
Numero de surcos por parcela	: 4
Número de plantas por surco	: 9
Distancia entre surcos	: 0,90 m
Distancia entre plantas	: 0,50 m

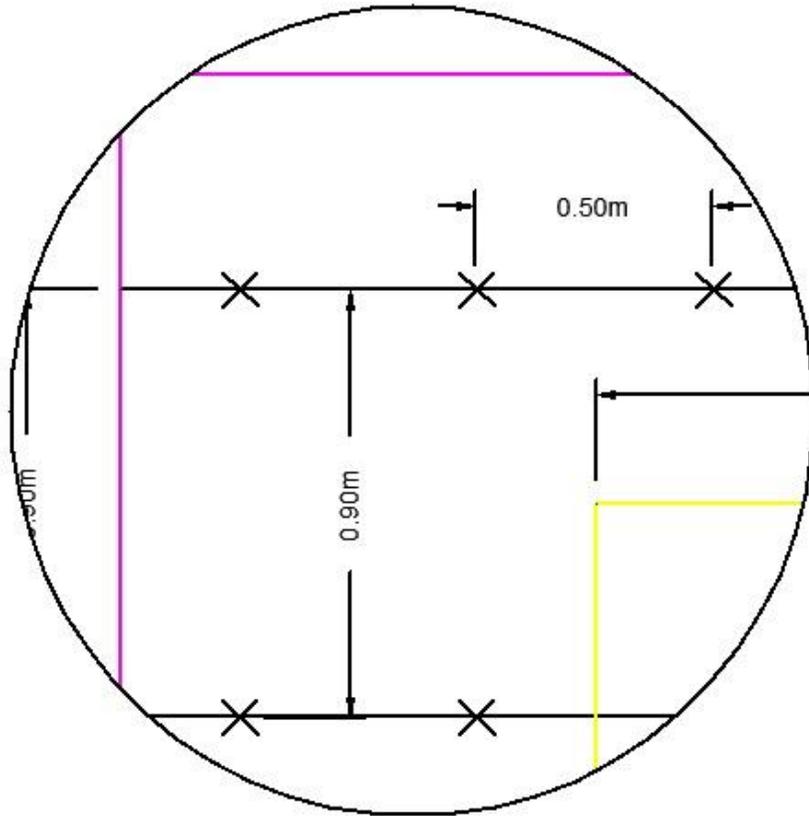


ESCALA: 1/50

Fig. 03. Croquis del campo experimental

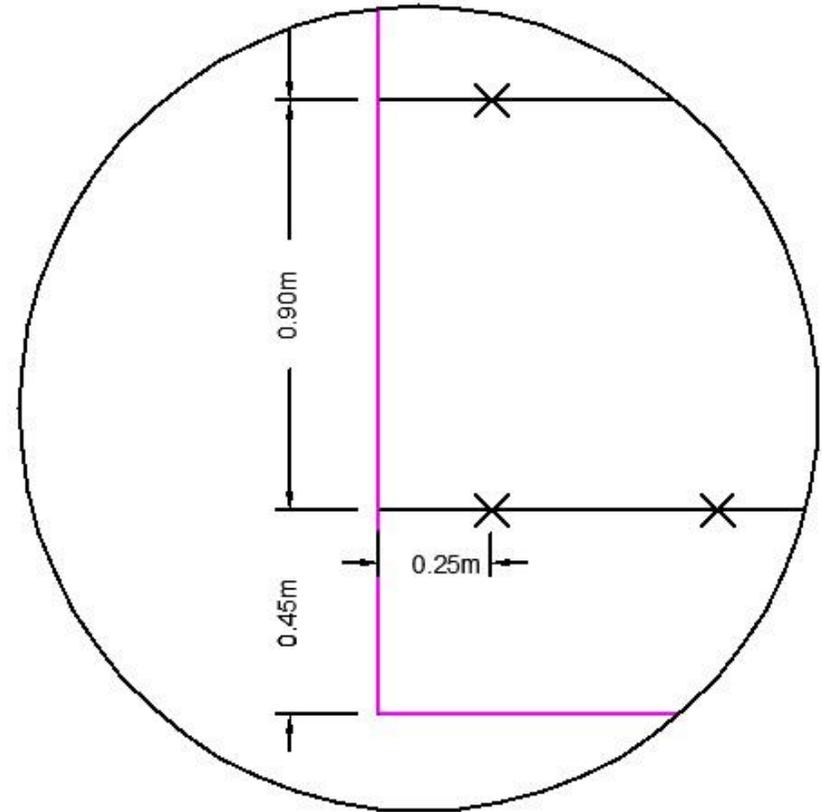


**Fig. 04.** Detalle de la Unidad Experimental



ESCALA: 1/25

**Fig 05.** Detalle de distanciamiento entre surcos y golpes



ESCALA: 1/25

**Fig 06.** Detalle de distanciamiento de bordes

### **3.5.2. Datos registrados**

#### **1. Número de tubérculos por planta**

Cuando las plantas de papa alcanzaron la madurez fisiológica se cosecho y se clasifico los tubérculos de papa del área neta experimental, luego se contó y se obtuvo el promedio por planta.

#### **2. Tamaño de tubérculo**

Después de realizar el conteo de los tubérculos de las plantas del área neta experimental, se realizó las mediciones respectivas para hallar el promedio.

#### **3. Peso de tubérculos**

Una vez cosechado, se procedió a pesar los tubérculos de las áreas netas experimentales.

#### **4. Rendimiento por experimento**

Se tomó los datos de los tubérculos cosechados para determinar la producción de toda el área experimental para calcular el rendimiento.

#### **5. Rendimiento por hectárea**

El rendimiento obtenido de las áreas netas se transformó a hectárea a través de la regla de tres simple.

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

#### **3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo**

Las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron las siguientes:

##### **A) Técnicas bibliográficas**

###### **Fichaje**

Permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente fueron de valiosa fuente para elaborar el sustento teórico, redactadas según de redacción IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

###### **Análisis de contenido**

Sirvió para hacer inferencias válidas y confiables con respecto a los documentos leídos redactadas según de redacción IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

##### **B) Técnicas de campo**

###### **Observación**

Para registrar los datos sobre la variable dependiente (rendimiento), respecto al efecto de la variable independiente (microorganismos eficaces)

#### **3.5.3.2. Instrumentos bibliográficos y de campo**

##### **A) Instrumentos bibliográficos**

Fichas de localización:	Fichas de investigación:
Bibliográficas.	Resumen
Hemerográficas.	Textual

## B) Instrumentos de campo

Libreta de campo.

Guías de observación.

Fichas de registro.

Inventario para observar los efectos.

## 3.6. Materiales y equipos

**Tabla N°10:** Lista de materiales y equipos

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Picotas	Cámara fotográfica
Cordel	Balanza
Wincha 50 m	Computadora
Rafia	Etc.
Estacas	
Jalones	
Yeso	
Costales	
Semillas	
Bolígrafo	

**Fuente:** Elaboración Propia.

## 3.7. Actividades ejecutados

### 3.7.1. Conducción Cultivo

#### **Preparación del terreno**

En primer lugar se realizó el riego de machaco **(05/01/2016)** para luego proceder a la preparación del terreno que consistió en el volteado, mullido y surcado en donde se realizó las labores profundas asegurando una buena permeabilidad y aireación del suelo.

### **Trazado del campo experimental**

Se realizó de acuerdo al croquis del experimento, utilizando cal, estacas, wincha, jalón y cordel para ubicar los tratamientos, bloques y caminos.

### **Siembra**

Se realizó trazando los surcos **(15/01/2016)** a la distancia de 0,90 m. y 0,50 m entre plantas; para dicha siembra se colocaron dos semillas de papa en cada golpe, de la variedad única. Para asegurar la emergencia rápida y la uniformidad del cultivo se realizó la siembra a una profundidad de 10 cm.

### **Riegos**

No fue necesario realizar riegos, por las suficientes precipitaciones que se tuvo durante el cultivo.

### **Aporque**

Se realizó a los 40 días después de la siembra **(25/02/16)** cuando las plantas alcanzaron de 25 – 30 centímetros de altura, este trabajo se realizó con la finalidad de que los estolones no se conviertan en tallos o ramas en lugar de tubérculos, también con el propósito de eliminar las malezas, etc. El segundo aporque se realizó a los 30 días después **(25/03/16)**, paralelamente se hizo el desmalezado.

Esta labor permitió generar mayor fijación a las plantas y controlar las malezas entre los surcos.

### **Abonamiento**

Se realizó la aplicación foliar con microorganismo eficaces, aplicando cada 15 días después de la emergencia, según las dosis indicadas para cada tratamiento.

Se aplicó compost con las dosis establecidas en cada planta depositando 200 gramos entre planta al momento de primer aporque en una parcela de 259 m<sup>2</sup> dosis por hectárea de 4 t/Ha

**Tabla N° 11:** Tratamientos, dosis y frecuencia de aplicación del EMA

Tratamientos	Dosis/Tratamiento	Dilución	Frecuencia de aplicación
T1	0,14l.EM/7,14l. Agua	2 %	15 días
T2	0,14l.EM/4,28l. Agua	2 %	15 días
T3	0,14l.EM/2,86l. Agua	2 %	15 días
T0	0 l		

**Fuente:** Elaboración Propia.

### Control fitosanitario

El control fitosanitario del cultivo con productos químicos no se realizó por tratarse de una investigación ecológica. Pero se realizó en forma preventiva el corte de follaje, esta operación se hizo con la ayuda de hoz sin afectar la producción por encontrarse el cultivo en etapa de maduración de los tubérculos.

### Cosecha

Se realizó a los 130 días **(25-05-16)**, después de la siembra; antes **(15-10-16)** se determinó la madurez fisiológica de los tubérculos; restregando el tubérculo entre los dedos de la mano, para constatar la adherencia de la cáscara y al haberse comprobado su firmeza se procedió a la cosecha.

## IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en cuadros y figuras, interpretados estadísticamente con el Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*). Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de nivel de confianza.

### 4.1. Número de tubérculos por planta

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

**Tabla N° 12:** Análisis de Varianza para número de tubérculos por planta

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	F.TABULADA	
					0.05	0.01
BLOQUES	3,000	13,688	4,563	5,43*	3,86	6,99
TRATAMIENTO	3,000	26,188	8,729	10,39**	3,86	6,99
ERROR	9,000	7,563	0,840			
TOTAL	15,000	47,438				

**CV: 7,22%**

**Sx: ± 0,46**

El Análisis de varianza indica significativo 0,05 mientras a 0,01 no significativo para repeticiones y alta significación para tratamientos; esta variación puede deberse a la diferencia en la cantidad de EM utilizados en el experimento más la influencia de los factores climáticos, edáficos y de manejo.

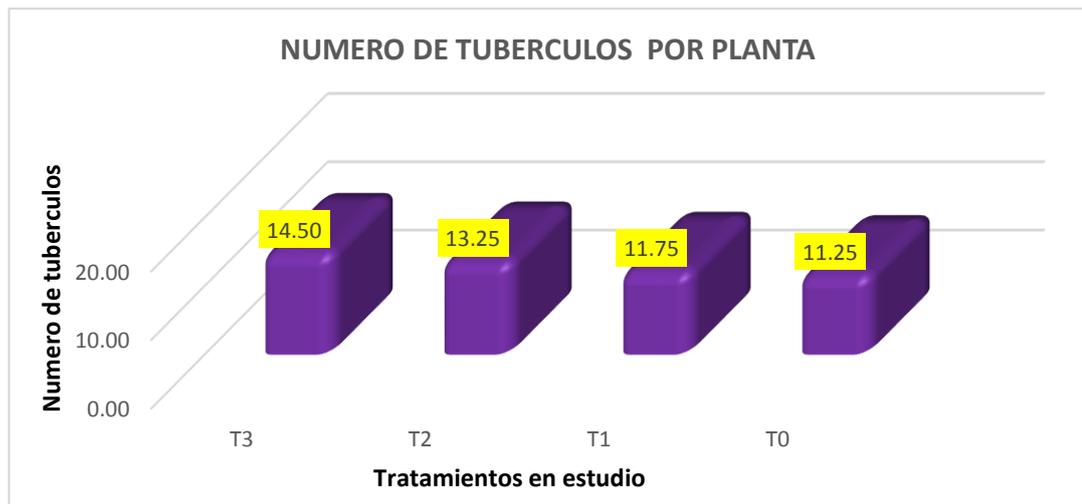
**Tabla N°13:** Prueba de Duncan para número de tubérculos por planta.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	(T <sub>3</sub> ) 0,14 Lt. EMA / 2,86 Lt. Agua	14,50	a	a
2	(T <sub>2</sub> ) 0,14 Lt. EMA / 4,28 Lt. Agua	13,25	a b	a b
3	(T <sub>1</sub> ) 0,14 Lt. EMA / 7,14 Lt. Agua	11,75	b c	a b
4	(T <sub>0</sub> ) Testigo	11,25	c	b

Según la prueba de Duncan indica que al nivel del 5 % los tratamientos (T<sub>3</sub>) Dosis alta y (T<sub>2</sub>) Dosis media no difieren estadísticamente donde el primero supera a los demás tratamientos.

Al nivel del 1 % los tratamientos (T<sub>3</sub>) Dosis alta, (T<sub>2</sub>) Dosis media y (T<sub>1</sub>) Dosis baja, estadísticamente son iguales y donde el primero tratamiento supera al testigo.

El mayor número de tubérculos fue obtenido con la dosis alta 14,50 tubérculos por planta, superando al testigo quien obtuvo el último lugar con 11,25 tubérculos.

**Figura 01.** Promedios del número de tubérculos por planta según Duncan.

## 4.2. Tamaño de tubérculos por planta

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

**Tabla N° 14:** Análisis de Varianza para tamaño de tubérculos por planta.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	F.TABULADA	
					0.05	0.01
BLOQUES	3,00	0,10	0,03	0,23 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
TRATAMIENTO	3,00	1,42	0,47	3,19 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
ERROR	9,00	1,34	0,15			
TOTAL	15,00	2,86				

**CV: 5,63%**

**Sx: ± 0,19**

El Análisis de varianza en la tabla N° 14 indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y bloques.

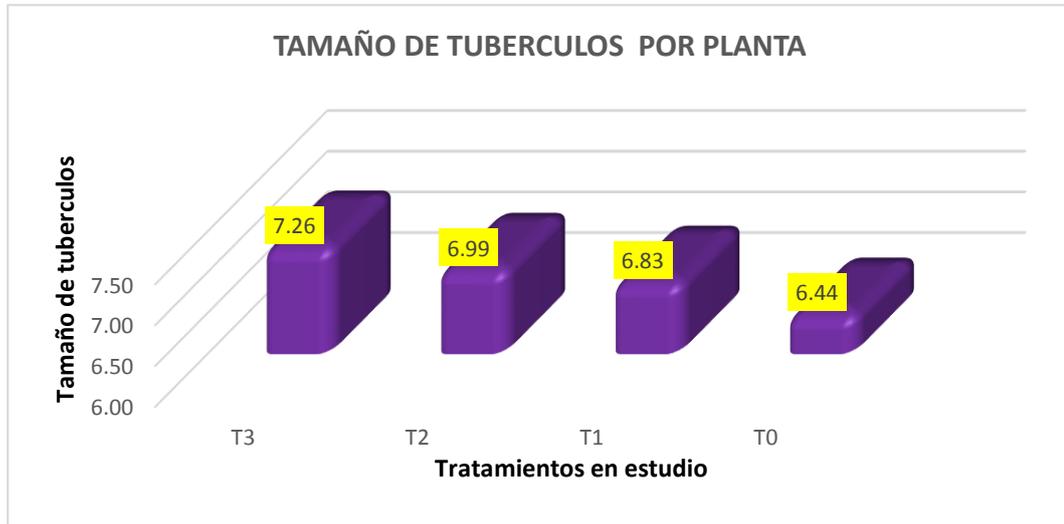
**Tabla N° 15.** Prueba de Duncan para tamaño de tubérculos por planta.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	(T <sub>3</sub> ) 0,14 L. EMA / 2,86 L. Agua	7,26	a	a
2	(T <sub>2</sub> ) 0,14 L. EMA / 4,28 L. Agua	6,99	a	a
3	(T <sub>1</sub> ) 0,14 L. EMA / 7,14 L. Agua	6,83	a	a
4	(T <sub>0</sub> ) Testigo	6,44	a	a

Según la prueba de Duncan indica que al nivel del 5 % los tratamientos (T<sub>3</sub>) Dosis alta, (T<sub>2</sub>) Dosis media, (T<sub>1</sub>) Dosis baja y el testigo (T<sub>0</sub>) no difieren estadísticamente.

Al nivel del 1 % los tratamientos (T<sub>3</sub>) Dosis alta y (T<sub>2</sub>) Dosis media y (T<sub>1</sub>) Dosis baja y el testigo (T<sub>0</sub>) estadísticamente son iguales.

El mayor tamaño fue obtenido con la dosis alta con 7,26 cm superando al testigo quien obtuvo el último lugar con 6,44 cm



**Figura 02. Tamaño de tubérculos por planta**

#### 4.3. Peso de tubérculos por planta

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

**Tabla 16.** Análisis de Varianza para peso de tubérculos por planta.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	F.TABULADA	
					0.05	0.01
BLOQUES	3,000	0,024	0,008	1,64 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
TRATAMIENTOS	3,000	0,611	0,204	41,13 <sup>**</sup>	3,86	6,99
ERROR	9,000	0,045	0,005			
TOTAL	15,000	0,680				

CV: 5,99%

Sx: ± 0,04

El Análisis de varianza indica NO significativo para repeticiones y alta significación para tratamientos; esta variación puede deberse a la diferencia en

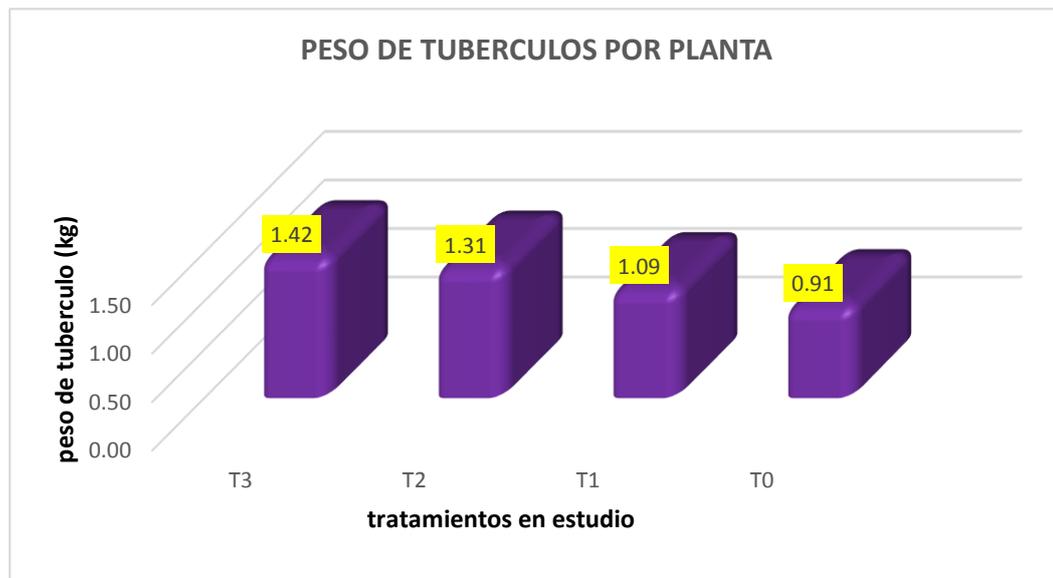
la cantidad de EM utilizados en el experimento más la influencia de los factores climáticos, edáficos y de manejo.

**Tabla 17.** Prueba de Duncan para peso de tubérculos por planta

ORDEN DE MÉRITO	TRAT	PROMEDIO (Kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T3	1,42	a	a
2	T2	1,31	a b	a b
3	T1	1,09	c	b c
4	T0	0,91	d	c

Según la prueba de Duncan indica que los tratamientos (T<sub>3</sub>) Dosis alta y (T<sub>2</sub>) Dosis media no difieren estadísticamente donde el primero supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación al 5% y 1%.

El mayor peso fue obtenido con la dosis alta con 1,42 kg. de tubérculos, superando al testigo quien obtuvo el último lugar con 0,91 kg. de tubérculos por planta.



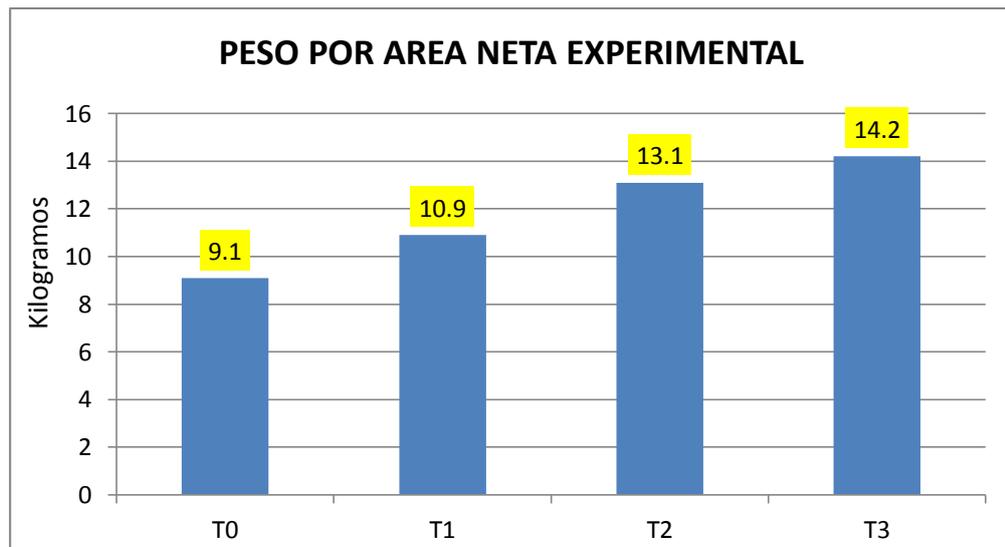
**Gráfico 03.** Promedios del peso de tubérculos por planta según Duncan

#### 4.4. Rendimiento por área neta experimental.

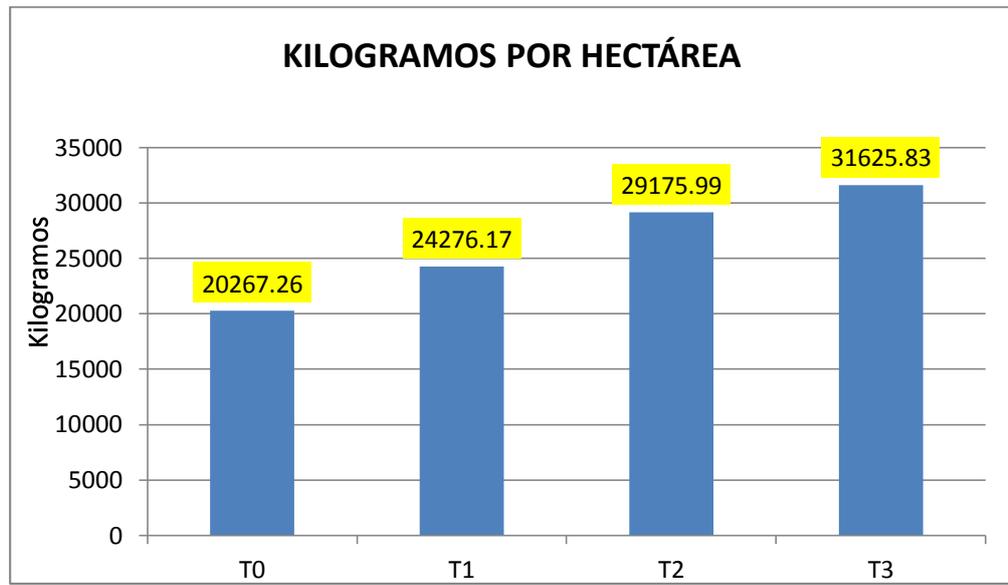
Se evaluó el rendimiento en kilogramos de peso de tubérculo por área neta experimental y luego se expresó por hectárea. Los datos se muestran en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 18:** Rendimiento por área neta experimental.

Tratamientos	Rendimiento por área neta experimental (kg)	Rendimiento por hectárea (kg)
T3	14,2	31 625,83
T2	13,1	29 175,99
T1	10,9	24 276,17
T0	9,1	20 267,26



**Gráfico 04.** Promedios del peso por área parcela experimental



**Gráfico 05.** Promedios del peso por hectárea

## **V. DISCUSIÓN**

### **1. Número de tubérculos por planta**

En el experimento el mayor número de tubérculos fue obtenido por el tratamiento T<sub>3</sub> con 14,50 tubérculos por planta y el menor número con el (testigo) con 11,25 tubérculos por planta; estos resultados superan a los obtenidos por Valverde (2015), quien obtuvo 7,00 tubérculos por planta y el testigo T<sub>0</sub> (Sin aplicación de abono) quien ocupó el último lugar con 0,67 tubérculos por planta.

### **2. Tamaño de tubérculos por planta**

En el experimento los tubérculos más grandes fueron obtenidos por el tratamiento dosis alta con 7,26 cm y más pequeños con el tratamiento testigo con 6,44 cm. Resultados son similares a los obtenidos por Valverde (2015) con tamaños que van de 7,93 cm superando al testigo (Sin abonamiento) quien ocupó el último lugar con 3,07 cm.

### **3. Peso de tubérculos por planta.**

El rendimiento promedio más alto fue con la dosis alta con 1,42 kg de tubérculos por planta y el más bajo con el testigo con 0,91 kg de tubérculos por planta;

Resultados superan a los obtenidos por Valverde (2015) quien obtuvo pesos que varían desde 0,62 kg superando al testigo (Sin abono) quien ocupó el último lugar con 0,16 kg.

#### 4. Rendimiento Kg/ha.

El rendimiento de T3 con la dosis alto por área neta experimental de 14,20 kg y el rendimiento por hectárea de 31 625,83 kg/ha, donde se incluyen papa de 1,2 y 3 resultado superando a lo resultado por Valverde (2015) con 29 563,00 kg/ha y el resultado obtenido por Zangakkara (1994) manifiesta que el EM aumentó los rendimientos de la papa 30 a 40 t/ha

## **VI. CONCLUSIONES.**

- 1.** De investigación se desprende que con el tratamiento T<sub>3</sub> (0,14 L. EMA /2,86 litros de agua) se obtuvo 14,50 tubérculos por planta.
- 2.** para el tamaño de tubérculo por planta el T<sub>3</sub> se consiguió con 7,26 cm.
- 3.** Se desprende que para peso de tubérculos por planta el T<sub>3</sub> se registró 1,42 kg por área neta experimental.
- 4.** Se obtuvo para resultados por hectárea con el T<sub>3</sub> con 31 625,83 Kg/a. donde se consideró papa de 1,2 y 3.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A la luz de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación me permito recomendar lo siguiente:

1. En el cultivo de papa variedad única trabajar con microorganismos eficaces (EMA), aplicando 5,40 L de EMA en 110,33 L de agua que con el dosis a 1 L de EMA/ 20 L de agua cada 15 días.
2. Realizar otros trabajos de investigación en los diferentes cultivos de tuberosas a partir de microorganismos eficaces y así obtener a futuro paquetes nutricionales en función a este producto biológico.
3. Impulsar a productores de Huacrachuco que cultivan las diversas variedades de tuberosas con el uso de microorganismos eficaces ya que este promueve el mejor desarrollo fisiológico, productivo, económico y a una agricultura orgánica.

## VIII. LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ, C. 1997 La producción y consumo de Papa Ed, Mc Graw Will. 356 p

Balladoid, L. 2009 El cultivo de papa en el Perú. Lima-Perú, INIA. Manual R. I N° 4.116 p.

Corral nutrióloga 2011; El Valor Nutricional de la papa.

CACERES, E. 1980. Producción de hortalizas San José, Costa Rica. IICA. 300 p.

CAHUANA, R. 2007. Densidad de siembra de la papa. (En línea) (Consulta diciembre del 2015). Disponible en: <http://www.inia.gob.pe>

CALAI, R. 2001. Manejo Agronómico de la Papa, experiencia Chilena. Primer festival y Conferencia Internacional de la Papa. Santiago – Chile. 180 p.

CIP. (Centro Internacional de la papa). 2002. Informe Técnico Anual 2001-2002 del Proyecto FONTAGRO “Selección y Utilización de Variedades de Papa con Resistencia a Enfermedades para el Procesamiento Industrial de América Latina”. Centro Internacional de la Papa – CIP. Lima, Perú. 84 p.

EGUSQUIZA, B.R. 2010 “La Papa” Producción, Transformación y Comercialización. 15-19 pág.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.) 2003. Productos Alimenticios más consumidos en el Mundo.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). 2008. El mundo de la papa. (En línea) (Consulta julio 2015) Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/>

GENTRY, B. 1991. Enciclopedia de Plantas Silvestres Oriundas de México. UNAMEX. CHIAPAS. 73 p.

HIGA, T. 2002 Una Revolución para Salvar la Tierra-. Traducción Ma. Del Mar Riera. EM 3. Research Organization. Okinawa. Japón. Versión en español 2002. 352 p.

HUAMAN, Z. 1983. Agricultura Andina y los Cultivos Silvestres. La Paz – Bolivia. 286 p.

INCAGRO. 2010. Modernización de la Agricultura peruana: La visión Regional en Debate. Áreas agrícolas. Vol. I. Lima-Perú. 35 p

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 1995. Papa. Serie de Compendio de Información Técnica. R.I. N 1-95. 237 p.

Jochen Mayer, Susanne Scheid, Hans-Rudolf Oberholzer. 2006. Efectos de diferentes preparaciones de 'Microorganismos Eficaces' (EM) sobre los rendimientos de los cultivos y en los parámetros microbiológicos que se caracterizan por la masa y la actividad de la comunidad microbiana durante cuatro años de aplicación en el campo bajo manejo orgánico. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zürich, Suiza.

KYAN, T. *et al* 1999. Kyusei Nature Farming and the Technology of Effective 4. Microorganisms. Guidelines for Practical Use. INFRC, Atami, Japan and APNAN, Bangkok, Thailand. 44 p.

MOYA M. JF. 1990. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en el proceso de tuberización en la papa (*Solanum tuberosum* L.) en un suelo de sabana del estado Monagas. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 70 p.

ROCA, W. 1998. El Origen de las papas cultivadas. Revista del Banco Genético del CIP. 120 p.

SÁNCHEZ, C. 2003. Cultivo y comercialización de la papa. Perú. Edit. Servilibros. 135 p.

SANGAKKARA, 1994. **Effect of EM on the Growth and Yield of Sweet Potato in Wet and Dry Seasons.** Gratitude is expressed to Mr. E. R. Piyadasa for technical assistance and to the International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.

SENASA. 2005. Resolución Directoral N° 335- 2.005-AG-SENASA-DGSV. Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA, Lima, Perú. 1 p.

UNICA. 1998. Nuevas variedades de papa con tolerancia al calor y calidad industrial: UNICA, Reiche. Tríptico informativo. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica – UNICA e Instituto Superior Tecnológico de Nazca. Ica, Perú. 6 p.

Valverde. 2015. **En efecto de los Microorganismos Eficaces y Bioabonos en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Canchan en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco Marañón** 70 p.

Yaba, M. 2004. Plagas y enfermedades Importantes. impreso en Perú. Primera Edición Lima – Agosto. 47 Pp.

# ANEXOS

## CUADROS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Cuadro 01. Aleatorización del número de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	DOSIS	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T0	0 Lt.	12.00	11.00	10.00	12.00	45.00	11.25
T1	0.14Lt.EM/7.14Lt. Agua	12.00	10.00	12.00	13.00	47.00	11.75
T2	0.14Lt.EM/4.28Lt. Agua	13.00	13.00	13.00	14.00	53.00	13.25
T3	0.14Lt.EM/2.86L. Agua	13.00	14.00	15.00	16.00	58.00	14.50
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>		50.00	48.00	50.00	55.00	203.00	
<b>PROMEDIO BLOQUES</b>		13.00	12.50	12.00	12.50	13.75	<b>12.69</b>

Cuadro 02. Aleatorización del tamaño de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	DOSIS	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T0	0 Lt.	6.60	6.70	5.80	6.65	25.75	6.44
T1	0.14Lt.EM/7.14Lt. Agua	6.80	6.90	6.90	6.72	27.32	6.83
T2	0.14Lt.EM/4.28Lt. Agua	7.00	6.95	7.20	6.80	27.95	6.99
T3	0.14Lt.EM/2.86L. Agua	7.20	7.00	8.00	6.85	29.05	7.26
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>		28	27.55	27.9	27.02	110.07	
<b>PROMEDIO BLOQUES</b>		6.90	6.89	6.98	6.76		<b>6.879</b>

Cuadro 03. Aleatorización del peso de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	DOSIS	B L O Q U E S				E.TRAT	PROM.TRAT.
		I	II	III	IV	(E X i)	X
T0	0 Lt.	0.800	1.050	0.800	1.0000	3.65	0.91
T1	0.14Lt.EM/7.14Lt. Agua	1.150	1.099	1.000	1.1000	4.349	1.09
T2	0.14Lt.EM/4.28Lt. Agua	1.312	1.350	1.275	1.3000	5.24	1.31
T3	0.14Lt.EM/2.86L. Agua	1.400	1.390	1.425	1.4500	5.665	1.42
<b>TOTAL DE BLOQUES (E X j)</b>		5	4.889	4.5	4.85	<b>18.901</b>	
<b>PROMEDIO BLOQUES</b>		1.17	1.22	1.13	1.21		<b>1.181</b>



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



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : REYNA TARAZONA FLORES

Departamento : HUÁNUCO  
 Distrito : HUACRACHUCO  
 Referencia : H.R. 49961-056C-15

Bolt.: 12106

Provincia : MARAÑON  
 Predio : HUAMPURAN  
 Fecha : 03/06/15

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
6243		5.59	0.12	0.00	2.49	2.4	121	49	31	20	Fr.	14.40	6.00	3.28	0.44	0.07	0.10	9.89	9.79	68

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

*Dr. Sady García Bendeza*  
 Jefe del Laboratorio

### METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareao total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COOCH<sub>4</sub>)N; pH 7.0
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al<sup>3+</sup>+ H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, Co<sub>3</sub>=, HCO<sub>3</sub>=, NO<sub>3</sub> solubles: volumetría y colorimetría, SO<sub>4</sub> turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

### TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %		
Clasificación del Suelo	pH	A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso	Ca <sup>2+</sup>	=	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr	= arena franca	Fr.Ar	= franco arcilloso	mg <sup>1/2</sup>	=	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcilloso limoso	K <sup>+</sup>	=	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.	= franco	Ar.A	= arcilloso arenoso	Na <sup>+</sup>	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L	= franco limoso	Ar.L	= arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	= limoso	Ar.	= arcilloso			
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4							
*fuertemente alcalino	>8.5							