

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VALIDACIÓN DEL USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y SU
EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*)**

POR:

DANIA INAREL PEREZ VÁSQUEZ



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE, 2013

VALIDACIÓN DEL USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y SU
EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum*)

POR:
DANIA INAREL PAREZ VÁSQUEZ

ELIO DURÓN ANDINO, Ph. D.
ASESOR PRINCIPAL

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

NOVIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

Con amor, respeto y admiración, por su apoyo y todo lo que me han dado a **Dios** y a ustedes... ¡gracias!

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados a quienes han intervenido para que lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mis padres **Adolfina Vásquez** y **Rogelio Pérez** por darme la mejor herencia de la vida “El Estudio” con su dedicación y abnegación.

A mis abuelos **Lucidalia Vásquez** y **Horacio Sánchez** Por estar allí cuando fué necesario.

A mis hermanos. Por brindarme su confianza y apoyo incondicional.

A **Celso Cruz** Por ser una persona especial en mi vida a quien admiro y le guardo mucho afecto.

A mis **profesores** Por ser tan pacientes en el sendero.

A los diversos **autores** e **investigadores** Quienes dan validez a este documento.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** todo poderoso por esa tan grande bendición en permitirme culminar mi carrera universitaria por ser el centro de mi vida y darme la valentía para soñar.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por acogerme en sus aulas para culminar mi carrera profesional y ser útil a la sociedad.

A **DICTA** por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis en sus instalaciones, y en especial a **Ing. Enmanuel Hernández, Ing. Julio Lemuz, Ing. Santos Gómez, y Don Edilberto**. Por su asesoramiento y apoyo incondicional.

Un agradecimiento sincero y profundo a mis asesores **Ph.D. Elio Durón, M Sc. Esmelym Obed Padilla** por orientarme y apoyarme en la realización del trabajo de investigación, por haber realizado las correcciones y recomendaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos de mi trabajo de tesis.

A todos mis **amigos** que en su momento han estado siempre por su cariño y amistad que me han brindado por los buenos consejos que han dado.

A mi tío **Juan** Que de alguna u otra forma han contribuido a alcanzar con éxito esta meta y por estar siempre a mi lado.

A toda mi **Familia**, que de alguna u otra forma han contribuido a alcanzar con éxito esta meta y por estar siempre a mi lado.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE CUADRO	vi
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. General:	2
2.2. Específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
4.1. Agricultura sustentable.....	3
4.2. Biofertilizante o abono líquido fermentado	5
4.2. Microorganismos en la actualidad	6
4.3. Principales microorganismos contenidos en el (EM).....	8
4.4. Efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar	9
4.4.1. En semilleros	9
4.2.1. En las plantas.....	10
4.4.1. Importancia del cultivo de papa a nivel mundial	12
4.3. Antecedentes del cultivo de papa en Honduras	13
4.5.1. Principales plagas que afectan al cultivo	14
4.5.2. Principales enfermedades	15
4.6. Validación de tecnologías	17
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1. Localización del experimento.....	23
5.3. Manejo del Experimento	23
5.2 Diseño del experimento	25

5.6. Evaluación de las variables agronómicas	26
5.7. Características físicas y biológicas del suelo	27
5.9. Relación beneficio costo.....	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
6.1. Características generales del suelo en las diferentes localidades en los tres tratamientos evaluados	30
6.2. Características agronómicas.....	34
6.2.1. Altura de planta	37
6.2.2. Número de tallos por planta	38
6.2.3. Número de tubérculos por planta	39
6.3. Variables de rendimiento en kg ha ⁻¹	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	45
ANEXOS	48

LISTA DE CUADROS

Cuadros	pág.
1 Descripción de los tratamientos evaluados.....	26
2 Promedios para las características del suelo a través de las diferentes localidades evaluadas.....	30
3 Promedios para las características agronómicas en las diferentes localidades.....	33
4 Promedio de rendimiento en kg por categoría para cada una de las variables evaluadas.....	41
5 Rendimiento comercial en kg/ha por categoría para cada una de las localidades evaluadas.....	43
6 En el cuadro se presentan la correlación entre los componentes de rendimiento componentes del rendimiento.....	44
7 Se presenta la relación beneficio costo para cada tratamiento.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figuras	pág.
1 Interacción localidad por tratamiento para la variable mesofauna inicial.....	31
2 Promedio del número de lombrices encontrados por cm ³ en las diferentes localidades para los tratamientos evaluados.....	32
3 Diámetro de tubérculo por tratamiento en las diferentes localidades.....	34
4 Interacción para localidad por tratamiento para la variable peso del tubérculo en los tres tratamientos evaluados.....	35
5 Promedio para la variable Altura de Planta (cm) del cultivo de papa según las localidades donde se validaron los EM.....	36
6 Promedio para la variable de número de tallos por planta de los tres tratamientos en las cinco localidades.....	37
7 Promedio para la variable número de tubérculos por planta en las diferentes localidades donde se aplicaron los EM.....	38
8 Promedio para el variable número de tubérculos por planta en los tratamientos donde se aplicaron los EM.....	39
9 Promedios para interacción localidad por tratamiento para la variable peso de la categoría súper.....	41

LISTA DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1 Mapa del departamento de intibuca donde se realizó el trabajo de investigación.....	49
2 Clasificación de tubérculos de papa por categoría.....	50
3 Control químico de malezas.....	51
4 Tabla de plagas su daño y su control químico.....	52
5 Tabla de enfermedades su daño y su control químico.....	53
6 Interrogantes en forma oral en el proceso de aceptabilidad de la tecnología.....	54
7 Lista de productores que participaron en las parcelas de validación de EM en el rendimiento en el cultivo da papa.....	55
8 Análisis de varianza para la variable altura de planta para los tratamientos evaluados.....	56
9 Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta.....	56
10 Análisis de varianza para la variable número de tubérculos por planta.....	56
11 Análisis de varianza para la variable diámetro de tubérculo.....	57
12 Análisis de varianza para la variable peso del tubérculo.....	57
13 Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha del cultivo de papa para los diferentes tratamientos evaluados.....	57

14	Análisis de varianza según Duncan para la variable densidad aparente inicial del suelo.....	58
15	Análisis de varianza según Duncan para la variable densidad aparente final del suelo.....	58
16	Análisis de varianza según Duncan para la variable mesofauna inicial del suelo.....	58
17	Análisis de varianza según Duncan para la variable mesofauna final del suelo.....	59

Pérez Vásquez, D.I.2013. Validación del uso de microorganismos eficientes (biofertilizantes), y su efecto en el comportamiento y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 60

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo y el comportamiento agronómico y la productividad en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*).Este estudio se realizó el municipio de la Esperanza, Yamaranguila, San Francisco de Opalaca departamento de Intibuca en la estación experimental DICTA. Santa Catarina. Dónde se tomaron en cuenta los criterios del productor siguiendo su metodología. El cual se llevó a cabo los meses de julio a septiembre.se evaluaron los siguientes tratamientos: EM sin químicos (T1); EM con químicos (T2); Químicos sin EM (T3); se evaluó rendimiento y sus componentes número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculo y peso del tubérculo. Donde el rendimiento se correlaciona con el peso del tubérculo Además de las características agronómicas, altura de plantas, número de tallos/plantas, presencia de plagas y enfermedades, días a floración, en lo referente al suelo, se evaluó: mesofauna y densidad aparente.

En el análisis de las características agronómicas hubo interacción localidad por tratamiento para la variable diámetro de tubérculo, peso del tubérculo, para el resto de las variables presentaron diferencia estadística significativa. Con respecto a la presencia de plagas y enfermedades se tuvo problemas serios con tizón tardío (*phytophthora infestans*), y con plagas como la mosca blanca (*bemisia tabaci*), etc. Para los tratamientos las variables agronómicas que presentaron diferencia estadística significativa fueron número de tubérculos por planta, diámetro del tubérculo, para la clasificación de las categorías en kg mostro interacción para peso de la papa súper, con respecto a las variables del suelo como mesofauna y densidad aparente mostraron interacción para mesofauna inicial y diferencia significativas para mesofauna final. Esto puede deberse al corto tiempo de aplicación de los EM., para la clasificación de las categorías súper, primera, segunda, tercera, el que presento mayor rendimiento en kg/ha fue EM con QQ, el tratamiento EM con QQ presento la mayor relación beneficio/costo.

Palabras claves: Microorganismos eficientes, validación, variables agronómicas, eficiencia.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se busca el desarrollo de una agricultura sostenible que ayude a contrarrestar la problemática, el cual ha tenido lugar en la producción de alimento dando propuestas alternativas al modelo convencional de producción, estas alternativas permiten sustituir los insumos químico-sintéticos, por productos a base de la naturaleza, los cuales mantienen y mejoran la salud del suelo.

La importancia al utilizar nuevas tecnologías para la utilización de microorganismos eficientes para una agricultura sostenible y por ende el medio ambiente y que a su vez aumenta la calidad de los suelos, teniendo como resultado un mejor aumento en el crecimiento la calidad y el rendimiento de los cultivos. La aplicación de técnicas innovadoras basa en el uso de productos a base microorganismos eficientes de bajo impacto ambiental para la promoción agrícola es de gran interés como una alternativa al uso de fertilizantes y pesticidas químicos. Ya que al aplicarse al suelo tienen importantes beneficios como ser aumento en los nutrientes, mejoramiento de la capacidad del suelo para retener agua, mejores condiciones físicas para el desarrollo radicular, interviene en el control de patógenos mediante mecanismos de antibiosis.

.La finalidad de esta investigación es validar el uso de microorganismos eficientes en el manejo agronómico y rendimiento del cultivo de papa (*solanum tuberosum*), y si los productores adoptan la tecnología para mejorar sus cosechas y que al final obtendrán sus ventajas como ser, menos costos comparado con la compra de fertilizantes sintéticos, mejorar las propiedades del suelo biológicas, químicas, físicas.

II. OBJETIVOS

2.1.General:

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo y el comportamiento agronómico y la productividad en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

2.2.Específicos

Determinar el efecto de los tratamientos en las características físicas del suelo (Densidad aparente).

Caracterizar los cambios en la mesofauna del suelo (organismos benéficos).

Describir las características agronómicas del cultivo de papa y la así como la incidencia de plagas y enfermedades, en los tratamientos evaluados.

III. REVISION DE LITERATURA

4.1.Agricultura sustentable

La agricultura sostenible se fundamenta en el principio de manejo y conservación de los recursos naturales en cantidad y calidad, particularmente el suelo, el agua y los recursos genéticos. El desarrollo de una agricultura sostenible lleva consigo la superación de retos, para lo cual se requiere implantar acciones como el desarrollo de recursos humanos, la transferencia de tecnología y la investigación. (IICA.1992).

Una agricultura sostenible que permita obtener cosechas abundantes e ingresos más altos sin los altos costos sociales y ambientales asociados con la utilización de pesticidas tóxicos y fertilizantes químicos. Dicha agricultura sostenible debe basarse en una organización social autogestionaria, independiente y capaz de operar eficientemente en el sistema de mercado (Rodríguez *et al.*1994).

Muchas personas involucradas en la promoción de la agricultura sustentable buscan crear una forma de agricultura que mantenga la productividad en el largo plazo a través de (Prat 1994; Vandermeer 1995). Optimizar el uso de insumos localmente disponibles combinando los diferentes componentes del sistema de finca, por ejemplo: plantas, animales, suelo, agua, clima y gente de manera tal que se complementen los unos a los otros y tengan los mayores efectos sinérgicos posibles.

Problemas actuales de la agricultura sostenible

puede ser problemático, dado que provoca ineficiencia económica, perjudica al medio ambiente y, en ciertas situaciones, daña a las propias plantas y a los animales, los humanos que consumen estas plantas a productos elaborados con ellas (Peter 200)

Agricultura convencional

Utiliza sustancias tóxicas para combatir las plagas y para garantizar un rápido crecimiento de las cosechas. La consecuencia aparte de los efectos nocivos para la salud es de afectaciones a la capa vegetal, con la posterior erosión de los suelos, posible desertificación y la contaminación de las aguas. Las plagas, son cada vez más resistentes y millones de hectáreas están saturadas de agroquímicos. Las formas actuales de agricultura siguen utilizando plaguicidas y abonos de síntesis.

Labranza intensiva; Rompe la estructura de los suelos, origina pérdida de la materia orgánica, compacta suelos, Incrementa la erosión. (Doris suaza.2002).

Monocultivos; Disminuye las poblaciones de microorganismos que son necesarios, Provoca el aumento de plagas, enfermedades y malezas

Fertilización Sintética; Altera el equilibrio del suelo y la vida de los organismos que en él habitan, no genera una nutrición eficiente de plantas, genera mayor susceptibilidad al ataque de parásitos

La agricultura convencional cada día es menos sostenible, debido a los efectos negativos sobre los ecosistemas, producto de la intervención del hombre en la naturaleza, lo cual genera cambios en el ambiente. Esta intervención ha traído consigo la inutilización de campos por:

- a) Pérdida de suelos por erosión y mal manejo;
- b) disminución de la biodiversidad, por abuso de agroquímicos, produciéndose un impacto negativo (Macek K *et al* 1970).

Un biofertilizante; Es una sustancia que contiene microorganismos vivos, los cuales, cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelos, colonizan la rizosfera o el interior de la planta, y promueven el crecimiento al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios a la planta huésped. (A Gonzales.2011)

4.2. Biofertilizante o abono líquido fermentado

Los biofertilizantes y bioestimuladores representan un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, constituyendo un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable, permitiendo reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de microorganismos del suelo debidamente seleccionados, capaces de aportar a los cultivos nitrógeno fijado de la atmósfera, fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, ocasionan una mayor activación del metabolismo (Burdman *et al.*, 2000; Bauer, 2001).

El Dr. Teruo Higa, (1989 Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, ha conducido trabajos sobre el concepto de los microorganismos efectivos (EM), y ha desarrollado inoculantes microbianos que han demostrado mejorar la calidad de los suelos, la optimización de los cultivos y cosechas. Como agricultor deberá utilizar los medios más efectivos disponibles para pasar exitosamente de un sistema basado en químicos a uno realmente sostenible.

Para reforzar el concepto de controlar y utilizar los microorganismos benéficos en la producción y protección de las cosechas, se debe integrar armónicamente los componentes esenciales que hacen al crecimiento de las plantas entre los cuales debemos incluir la luz (en intensidad, foto periodicidad y calidad), además del anhídrido carbónico, el riego, los nutrientes (orgánicos e inorgánicos), el tipo de suelo y la microflora contenida en él. Debido a estas relaciones vitales mutuas, es posible prever una nueva tecnología y un sistema energéticamente más eficiente de producción biológica. (Higa 1994)

Es importante reconocer que los suelos pueden variar dependiendo de sus tipos y números de microorganismos. Éstos pueden ser benéficos o dañinos para las plantas y a menudo el predominio de cualquiera de los dos depende de las prácticas aplicadas. También debe ponerse énfasis a que las tierras más fecundas y productivas tienen un volumen alto de materia orgánica y, generalmente tienen, grandes poblaciones de microorganismos muy diversos (es decir, especies y diversidad genética). Cosas así ensucia también tendrá normalmente una proporción ancha de beneficioso a los microorganismos dañinos (Higa *et al* 1991).

4.2. Microorganismos en la actualidad

Los microorganismos benéficos para la agricultura son muchos y desarrollan sus funciones bajo la influencia de las raíces de las plantas. La raíz además de las funciones de anclaje, absorción y transporte de agua y nutrientes al sistema vascular, pone a la planta en contacto con la rizosfera, es decir. La zona del suelo que rodea a las raíces de las plantas donde abundan los microorganismos (Balandreau *et al* 1978)

Para revertir esta situación, se debe buscar la sustitución de las fuentes inorgánicas por fertilizantes orgánicos, como compost, estiércol o biofertilizantes que conllevan un incremento de la fertilidad del suelo a través de la mineralización de la MO (Benedetti *et al.*, 1998), lo cual además se traduce en una mayor actividad biológica y mejoras en las propiedades físicas del suelo (Altieri y Nicholls 2006).

En sus investigaciones King (1990), indica que en el marco de la agricultura sostenible, el control de la fertilidad del suelo a través del ciclo de nutrientes, es un factor clave para el desarrollo de sistemas alternativos exitosos, ya que con ellos se reducen las pérdidas de éstos y se maximiza su uso; en tal sentido, los abonos orgánicos constituyen una estrategia formidable para alcanzar estos objetivos

Manteniendo y mejorando la calidad del suelo, en el caso de la fertilización, se han desarrollado diferentes fuentes de origen orgánico, cuya efectividad ha sido bien documentada. En los suelos manejados bajo principios agroecológicos se observan incrementos de la entomofauna, mayor actividad biológica, aumento de los niveles de MO y por ende la fertilidad del suelo (Altieri y Nicholls, 2003), dado las bondades del uso de los abonos orgánicos, y ante las necesidades de ofrecer fertilizantes de bajo costo y que permitan mantener la calidad del suelo, garantizando a su vez la productividad del cultivo.

4.2.1. Qué son microorganismos eficientes (EM)

Los biofertilizantes o inoculantes biológicos se presentan como una suspensión de bacterias de interés agronómico, caracterizados por una superpoblación de células obtenidas por fermentación de cepas correctamente seleccionadas. La aplicación agrícola a escala comercial de estos inoculantes, ofrece enormes beneficios ya que además de devolver paulatinamente al suelo sus condiciones naturales originales, constituye una alternativa ecológica para reducir el uso de fertilizantes químicos, disminuyendo considerablemente el costo de producción (Gaitán & García, 1998).

Los microorganismos efectivos son pequeños “Seres Vivos” que apoyan cualquier descomposición natural y por lo tanto no intoxican más. Los EM cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra acimógena. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y aumenta el contenido de humus. Esto ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas y sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. Contamos con una amplia explicación científica sobre el contenido y compuestos de los EM. Esta sustancia (EM) es tan natural que se puede consumir sin provocar daños al organismo humano, de hecho existen países que usan productos elaborados de EM, para curaciones y tratamientos de varias enfermedades.

4.3. Principales microorganismos contenidos en el (EM)

Las especies principales de los microorganismos dentro del cultivo microbiano en cada género se encuentran:

4.3.1. Bacterias ácido lácticas.

Lactobacillus plantarum, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*. Las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Es aquí donde el ácido láctico es un potente esterilizador. Suprime microorganismos patógenos como *Fusarium sp* y acelera la descomposición de la materia orgánica, por otra parte las bacterias ácido lácticas facilitan la fermentación de materiales tales como la celulosa y los troncos evitando así causar perjuicios similares a los que se originan cuando estos materiales están en descomposición.

4.3.2. Bacterias fotosintéticas.

Rhodospirillum rubrum, *Rhodospirillum rubrum*. Estas bacterias lo que hacen es fijar el nitrógeno atmosférico y el dióxido de carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos, carbohidratos, también sintetizan lo que son sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta lo cual hace que la planta genere nutrientes, carbohidratos, aminoácidos sin necesidad de luz solar.

Estas bacterias son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y gases perjudiciales como sulfuro de hidrógeno. Utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Dentro de las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. (Vivanco.2003). No solo puede convertir el CO₂ en material celular

si no también el N_2 en amonio y producir H_2 gaseoso. Crece tanto en ausencia como en presencia de oxígeno (JGI.2005) en ausencia de oxígeno prefiere obtener toda su energía de la luz por medio de la fotosíntesis, y aumenta su biomasa absorbiendo CO_2 , pero también puede crecer degradando compuestos carbonados tóxicos y no tóxicos cuyo el oxígeno está presente llevando a cabo respiración (JGI.2005).

4.2.3 Levaduras.

Saccharomyces cerevisiae, *Candida utilis*. Degradan proteínas complejas y carbohidratos .también producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento. Las levaduras sintetizan y utilizan las substancias antimicrobianas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas que intervienen en el crecimiento de las plantas, (ACARA.2006) así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas producidas también por las levaduras incrementan lo que es la actividad celular y por ende el número de raíces .sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como bacterias ácido lácticas y los actinomicetes. (Rodríguez palenzuela.2000)

4.4. Efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar

4.4.1. En semilleros

Según el centro de Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas de España (IAB, 2001), el uso de inoculantes a partir de *Azotobacter spp* acorta el período de semillero y ciclo total del cultivo, permitiendo la obtención plantas vigorosas que pueden trasplantarse en menor tiempo. Además, aceleran la floración y fructificación, aumentando el número de flores y frutos e incrementando los rendimientos de las cosechas. Esto permite el ahorro de fertilizantes nitrogenados recomendados en las normas técnicas de varios cultivos.

Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces,

desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

4.2.1. 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.

4.2.2. En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades, así pues entre sus efectos se pueden mencionar: efectos en las condiciones físicas del suelo, acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua, de esta manera se disminuye la frecuencia de riego, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas de lluvia, evitando la erosión, por el arrastre de las partículas.

4.2.3. Efectos en las condiciones químicas del suelo

Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

4.2.4. Efectos en la microbiología del suelo

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

El EM-1 está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “producto secundario”. El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agri dulce y un pH 3.5 o menos indican que el proceso de activación está completa. (Higa 1982)

Función de la melaza en la activación del EM.

La melaza de caña o chancaca o piloncillos es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos. Favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro. (J Restrepo 2009).

4.2.5. Inoculante microbiano

Es una formulación que contiene una o más cepas (o especies) de bacterias benéficas en un acarreador (orgánico, inorgánico o sintético) de fácil uso y económico. El inoculante es el medio de transporte bacteriano desde la fábrica hasta la planta. Los efectos deseados del inoculante en el crecimiento de la planta pueden incluir fijar nitrógeno en leguminosas, actuar como agentes de bio control de (principalmente) enfermedades transmitidas en el suelo, mejorar la absorción de nutrientes, intemperizar minerales en el suelo y producir hormonas que mejoren el crecimiento de la planta en general. (Cartillo.2008)

4.4.1. Importancia del cultivo de papa a nivel mundial

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., se ubica entre los cinco cultivos más importantes en el ámbito mundial, después del trigo, el arroz y el maíz (Hooker, 1986; y Ross, 1986). La producción mundial alcanzó 323 millones de toneladas en el 2005, siendo China el primer productor, seguido por la Federación Rusa, India, Ucrania, Estados Unidos y Alemania (FAO, 2008).

La papa es uno de los productos más sensitivos de la dieta hondureña y de hecho es de los productos vegetales más importantes de la dieta a nivel mundial, siendo el cultivo hortícolas que más se produce a nivel mundial y el cuarto cultivo si se incluyen los cereales: arroz, trigo y maíz.

La papa es reconocida por su importante contribución a la alimentación, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de los pueblos del mundo. Por ello, La ONU, el 18 de octubre de 2007 proclamó el 2008 como el Año Internacional de la papa, buscando incrementar la conciencia internacional sobre la importancia de la papa como alimento y generación de ingresos en las naciones en desarrollo, promover la investigación y el desarrollo de los sistemas basados en papa como un medio para contribuir en el cumplimiento de los objetivos del Milenio (MDRA y MA 2008).

Según datos de la FAO la producción mundial de papa alcanzó 311 millones de toneladas en el 2003. Esto se refleja en más de dos mil millones de consumidores de los países en desarrollo. Se estima que América Latina produce más de 12 millones de toneladas métricas anuales de papa donde las exportaciones e importaciones regionales de papa representa más de 9% de su producción interna, con tendencia creciente (Rodríguez 2004). En Centroamérica, Honduras y El Salvador son los países con producción en toneladas métricas más baja y con Nicaragua tenemos los rendimientos más bajos. Guatemala y Costa Rica son

los países que tienen mayores áreas sembradas, mejores rendimientos y por lo tanto más oferta regional (ASFE 2006).

4.3. Antecedentes del cultivo de papa en Honduras

Figueroa (2007) menciona que el sistema de producción predominante en el país es convencional, donde sobresale el uso de agroquímicos y el monocultivo desde la época de la revolución verde. Según informes del CDA (2001) los productores de papa de Honduras poseen niveles bajos de tecnología y escasa implementación de sistemas de riego, por lo que algunas zonas aprovechan la época de lluvia para producir sus parcelas, al no contar con acceso al riego en otras épocas del año.

En Honduras, las épocas de siembra se distribuyen durante todo el año. Sin embargo, en el departamento de Ocotepeque la mayoría siembran en el mes de agosto, mientras que en el departamento de Intibucá en el mes de Octubre (CELTA, 2005).

Principales departamentos productores de papa a nivel nacional

Las zonas productoras en Honduras y demanda nacional estimaciones realizadas por técnicos de la FHIA indican que actualmente se cultivan en el país unas 2,500 hectáreas de papa. La mayor parte se siembra en las zonas altas de los Departamentos de Intibucá y Ocotepeque, y en menor cantidad en los Departamentos de Lempira, Santa Bárbara, Francisco Morazán, Yoro, Copán y Olancho. A nivel nacional se considera que hay unos 3,500 productores dedicados a este rubro, la mayoría de ellos ubicados en el Departamento de Intibucá. Se estima que la producción promedio en el país es de unos 350 quintales por hectárea, principalmente en la zona de Intibucá, donde predominan los pequeños productores que utilizan todavía un bajo nivel tecnológico en sus parcelas de producción. Los rendimientos promedios por hectárea son superiores en la zona de Ocotepeque, donde en general se aplica un mejor nivel de tecnología en la producción de este tubérculo. “La producción generada en el país todavía no es suficiente para satisfacer la demanda nacional, por lo que hacemos esfuerzos para que los productores que atendemos en la zona de Márcala en La Paz y La

Esperanza en Intibucá, incrementen su productividad incorporando innovaciones tecnológicas en sus sistemas de producción”, comentó el Ing. José Luis Flores, extensionista de la FHIA en Intibucá.

Según SAG-DICTA (Programa Nacional de Papa), en el 2005 el área sembrada de papa era de 4,000 Mz. La producción estimada es de un millón de quintales. La producción de papa en Honduras está concentrada en las zonas de Intibucá (2,000 mz), Ocotepeque (1,400 mz), La Paz (300 mz), Azacualpa y otras zonas (300 mz).

4.5.1. Principales plagas que afectan al cultivo

Las plagas insectiles más importantes en el sistema de producción de papa en Honduras son las salta hojas (*Empoasca sp.*), Paratrioza (*Bactericera cockerelli* o *Paratrioza cockerelli*) mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), afidos (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Rhopalosiphus sp.*), polilla de la papa (*Tecia solanivora*), mosca minadora

(*Liriomyza huidobrensis*), tortuguilla (*Diabrotica sp.*) y gallina ciega (*Phyllophaga sp.* Varían entre las zonas de siembra y el nivel de daño también de acuerdo a la época seca o lluviosa (Radtke et al. 2001 y Brenes et al. 2002).

Gallina ciega (*Phyllophaga sp.*): El ciclo completo de esta plaga se extiende por uno a dos años, según la especie. Las del ciclo anual son las que causan el mayor daño en la época lluviosa entre julio y octubre. El problema lo ocasionan las larvas al alimentarse del tubérculo de papa,. Los daños más grandes ocurren cuando las plantas pequeñas mueren y las plantas sobrevivientes tienen un crecimiento raquítico. (J Antonio 2010)

Paratrioza (*Bactericera cockerelli* o *Paratrioza cockerelli*): Esta plaga, se ha convertido en un serio problema en los últimos años, primero por el desconocimiento de ella y luego por su mal manejo. La paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* (Sulc.)) se ha

convertido en una de las plagas más importantes de la papa, , no solo por los daños directos que ocasiona al inyectar toxinas, sino también por la transmisión de fitoplasmas como la punta morada en .(J Antonio 2010)

Mosca minadora (*Liriomiza sp.*): Esta plaga es un ejemplo de una plaga secundaria, donde el uso excesivo de químicos provoca un brote de otra plaga que se convierte en un problema serio, El daño es causado de dos maneras, el principal que es por las minas que hacen las larvas que pueden provocar defoliación de hasta el 100%, y la lesiones por los hábitos de alimentación del adulto que pueden ser vía de infestación de enfermedades. (J Antonio 2010).

Pulgón: Esta plaga es muy común en Honduras. El adulto se alimenta del follaje reduciendo la capacidad fotosintética del cultivo y por consecuencia el rendimiento. Su presencia es mayor en la etapa 2 del cultivo o sea desde que emerge hasta la diferenciación del tubérculo, pero el daño no se limita al adulto, ya que la larva se desarrolla en el suelo donde se alimenta de raíces y estolones reduciendo la masa radicular y la producción de tubérculos. Cuando el daño es severo la planta puede llegar a morir.

Áfidos (*Aphis sp.* y *Myzus sp.*): El daño directo lo ocasionan los adultos y ninfas al alimentarse de la savia de la planta haciendo que las hojas se enrollen y se encrespen debido a la acción de la saliva. Los ataques fuertes causan marchitez de los brotes jóvenes, decoloración y caída prematura de las hojas y crecimiento retardado.

4.5.2. Principales enfermedades

En cuanto a las enfermedades causadas por patógenos más importantes (Anexo 4) están: el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*), pudrición seca de la semilla (*Fusarium sp.*), madurez prematura (*Verticilium* y *fusarium*), pudrición de la papa *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*), bacteriosis (*Clavibacter michiganensis*), pata negra (*Erwinia carotovora*), marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y Roña o sarna

(*Streptomyces scabies*). Además, los virus (Y, X, V, PLRV). El control de estos patógenos se lleva a cabo principalmente por medio de productos químicos, lo cual eleva los costos de producción y daña el medio ambiente (Brenes et al. 2002).

Tizón temprano (*Alternaria sp.*): hongo patógeno de mucha importancia en la papa. Normalmente, se presenta en la segunda mitad del ciclo del cultivo, sobre todo en las plantas desnutridas, atacadas con otro hongo o insecto, mal regadas o cualquier situación de debilidad de la planta - en términos generales se puede decir que es un hongo oportunista. El hongo ataca los tallos y hojas, en las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. Las manchas tienen la característica de tener anillos concéntricos de color oscuro. Usualmente las manchas aparecen en las hojas más viejas y de éstas suben al resto de la planta. A medida que la enfermedad progresa, el hongo puede atacar los tallos. En los anillos concéntricos se producen esporas polvorientas y oscuras. Las esporas se pueden observar si se le acerca un objeto de coloración clara a la lesión. (Brenes et al. 2002).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): Esta es la enfermedad de papa más importante en el mundo, ataca hojas, tallos y frutos en plantas adultas. En plántulas puede causar la muerte de la planta.

Marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*): Esta enfermedad, después de tizón tardío, es la más importante en términos del daño económico. Por mucho tiempo ha sido una enfermedad muy temida entre los productores porque se ha considerado fatal y que nada se puede hacer una vez que aparece. Hoy día, las técnicas y productos existentes nos permiten hacer un manejo para tratar de reducir sus daños, sobre todo de una manera preventiva. (Brenes et al. 2002).

Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*): Es una enfermedad endémica al cultivo de la papa que provoca importantes pérdidas. *R. solani* sobrevive de una temporada a otra en el suelo y sobre los tubérculos-semilla. Este es un hongo del suelo y su daño lo hace del cuello hacia abajo

(afectando tallos en su parte subterránea, estolones y tubérculos), y es por este hecho que normalmente su daño pasa desapercibido y en el momento de la cosecha es muy difícil determinar cuántos tubérculos se perdieron por esta causa. El hongo está presente en la mayoría de los suelos y puede vivir en ellos por muchos años. *R. solani* ataca una gran variedad de cultivos aunque la cepa del hongo asociado a la papa parece no afectar otros cultivos. Los suelos húmedos y un poco fríos favorecen su desarrollo, ataca tallos en su parte subterránea, estolones y tubérculos. (Brenes et al. 2002).

Peca bacteriana (*Xanthomonas campestris*): No ha sido una enfermedad de mucha importancia, pero en los últimos meses se ha observado una incidencia mayor que debe llamar la atención de los productores. Aparentemente se ha introducido variedades susceptibles que han ayudado a la diseminación de esta bacteria.

Recibe su nombre de los síntomas que presenta en la hoja, lesiones que asemejan pecas, aparecen en las hojas más bajas y pueden ocupar una porción considerable de área foliar lo que reduce la capacidad fotosintética. . (Brenes et al. 2002).

4.6. Validación de tecnologías

Según CATIE.1985.Es a la fase donde las opciones ya aceptadas Técnicamente se observan Bajo la ejecución directa de una muestra de los agricultores para quienes se propone; tiene como propósito.

Verificar el comportamiento esperado de la tecnología en su ámbito de recomendación, estimar niveles de adopción e impacto y anticipar costos, métodos y otros requisitos para su transferencia

La validación o transferencia se inicia en el momento cuando se ha aceptado una idea técnica como mejorada y apropiada para un área. Validación verifica si esa tecnología propuesta es

realmente buena y apropiada para un grupo de agricultores y si es conveniente y se puede transferir a la población de agricultores.

Los propósitos de esta fase son: verificación técnica, estimación de impacto/beneficio, estimar los requisitos y costos de una posible transferencia para decidir si es conveniente transferirla y efectuar recomendaciones o diseñar la transferencia de esa innovación tecnológica.

El Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), ha tratado de contribuir a la validación de tecnologías con especial énfasis en los aspectos metodológicos. Con este fin en 1999 se elaboró una guía metodológica, enfatizando la conducción y evaluación de ensayos de validación.

Sin embargo, la evaluación más relevante es la de los mismos productores y productoras utilizando sus propios criterios de evaluación. La apreciación de ellos y ellas es más decisiva para la difusión y adopción de una nueva tecnología que la evaluación técnica-económica conducida por los técnicos.

La evaluación participativa ayuda a conocer los criterios de los productores y a entender mejor sus decisiones acerca de la nueva tecnología. Los criterios de los productores son a menudo diferentes de los criterios utilizados por los técnicos, obedeciendo a una lógica campesina. Se trata de los criterios sociales o socioculturales.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

El trabajo se realizó en tres municipios del departamento de Intibucá (Anexo 1), estos fueron identificados al momento de dar inicio a la investigación con productores de la zona.

5.2. Materiales y equipo

Para la preparación del terreno se utilizó tracción motriz, tracción animal, cinta métrica, estacas, cabuya, semilla de papa, fertilizantes fungicidas, insecticidas gallinaza, cal, EM, panelas de dulce, agua, un barril, bomba de mochila, libreta de campo, lápiz, balanza.

5.3. Manejo del Experimento

El manejo de las parcelas demostrativas se realizó de acuerdo a las prácticas utilizadas por los productores locales.

5.3.1. Activación de microorganismos eficientes.

Se activó el (EM) en un recipiente plástico con capacidad de 20 litros, con cierre hermético. Se colocó en un lugar donde hay poca luz

Los ingredientes que se utilizaron son: un litro de EM, 1 litro de melaza o jugo de caña, 18 litros de agua. Los EM se prepararon disolviendo los ingredientes en el recipiente plástico, luego se completó posteriormente se tapó herméticamente para el inicio de la fermentación,

Los EM fueron aplicados a los 10 días cuando presentaban el olor característico de la fermentación olor agridulce.

Preparación del terreno: Se realizó utilizando la metodología del productor, si el terreno ha estado en descanso y esta con grama o guamil se procedió a chapear la vegetación removida por la chapea una vez limpio el terreno la siguiente actividad fue arar el mismo este se realizó utilizando tracción animal bueyes y en caso de que el productor no cuente con bueyes se realizara con azadón., luego se procedió al surcado, donde la localidad de santa catarina se hizo con tracción motriz, dos con tracción animal el Cerron y el portillo del norte, la unión y la puerta se hizo con azadón.

Siembra: Una vez finalizada las actividades de preparación de suelos se procedió a la siembra en forma manual, donde los productores depositaron un tubérculo por postura a una distancia de 0.30 m entre planta y 1 m entre surco

La Fertilización química: Se hizo uso de fórmulas granuladas ya que son las que normalmente el productor utiliza. Las más frecuentes son el 12-24-12, 18-46.0, 0-0-60 o KCl, donde se hicieron dos fertilizaciones al momento de la siembra y porque con formula 12-24-12 45 kg en cada aplicación, también se aplicó foliares a razón de cuatro copas Bayer por bomba de mochila, este se aplicó al follaje

Riego: fue por aspersión donde todos los productores los hicieron de la misma forma

El manejo de malezas: Se hizo de forma manual mediante el uso de azadón, machete y algunos de tracción animal, que se adaptaron a las necesidades de los productores. (Se procuró evitar el uso de herbicidas por el daño que causa a la microbiología del suelo. (Anexo 3)

Control de plagas: Para el control de plagas insectiles; se realizaron muestreos semanales los primeros quince días después de la siembra, para su control se tomaron en cuenta ciertas

prácticas culturales; y las aplicaciones se hicieron de forma calendarizada. También se hicieron aplicaciones de productos químicos como curion, perfechon, actara y confidor para mosca, áfidos etc. en los tratamientos dos. y tres (anexo4)

Control de enfermedades: Al igual que para las plagas se efectuaron muestreos semanalmente utilizando la metodología de muestreos (Anexo 5) y de encontrar los niveles críticos se controlaran haciendo uso de aplicaciones de forma calendarizada, productos químicos como cúrsate, ridomil, mancozeb, positrón para controlar el tizón tardío.

5.3.1. Cosecha y manejo pos cosecha de la producción.

Defoliación: Una vez que la planta ha llegado a su madurez fisiológica se procedió a la defoliación, esta práctica consiste en eliminar el follaje existente ya sea de manera mecánica (arrancado o utilizando un machete corto). El objetivo principal de la defoliación es la suberización es decir que la piel logre una buena consistencia para que al momento de la cosecha no se desprenda del tubérculo. La planta debe permanecer defoliada por un lapso de tiempo de 15 a 21 días aproximadamente, antes de la cosecha.

Cosecha: Mediante muestreos se determinó si el periodo de “suberización” se ha completado para luego realizar la labor de cosecha. Se hizo de manera manual. En esta actividad es importante no dejarla por mucho tiempo expuesta al sol con el propósito que cambie su coloración a un tono verde, ya que pierde su valor comercial

5.2 Diseño del experimento

En el campo se utilizó el modelo con arreglo de parcelas pareadas, y al momento del análisis de datos se analizaron haciendo uso del diseño completo al azar con un modelo lineal multivariante y un nivel de significancia del 0.05 por ciento de probabilidad, el cual consistió experimentos en parcelas de agricultores.

La tecnología a evaluar fue el uso de EM, en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y nutrición de la planta, para ello se consideraron 3 tratamientos.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Descripción	Dosificación
T1	Manejo del agricultor, aplicación de EM, sin químicos.	0.5 lt/bomba
T2	Manejo del agricultor más aplicación EM con químicos.	0.5 lt/bomba
T3	Manejo del agricultor sin la aplicación de EM aplicación de químicos. (testigo)	0.5 lt/bomba

Estos tres tratamientos fueron replicados con cada agricultor y se tuvo un área de 400 m², distribuidos en 20 m x 20 m, cada una se trabajó en 5 localidades diferentes, (Anexo 3), para el análisis de las variables de rendimiento se tomaron cuatro (4) sub muestras de cada parcela para obtenerlas estas se tomaron de plantas seleccionadas.

5.6. Evaluación de las variables agronómicas

Altura de planta: a las que se les midió la altura considerando 10 plantas al azar de la parcela y luego se le saco el promedio

Incidencia de plagas y enfermedades y daños: Se realizó mediante muestreos semanales en los cuales se identificó la presencia e incidencia de plagas y enfermedades el cultivo de papa, mediante la observación visual.

Las variables de cosecha al culminar el ensayo se seleccionaron 10 plantas al azar a las cuales se les tomo diámetro de tubérculo, número de tubérculos y peso del tubérculo.

Diámetro del tubérculo: Al momento de la cosecha se seleccionaron algunos tubérculos considerando las 10 plantas al azar de cada uno de los diferentes tratamientos y se calculó un promedio por parcela.

Número de tubérculos por planta: se contó el número de tubérculos por planta y se obtuvo un promedio por parcela.

Peso del tubérculo: se tomó el peso de algunos tubérculos, siempre de las 10 plantas seleccionadas, posteriormente se calculó el peso promedio por parcela, de acuerdo al peso se clasificó en categorías súper, primera, segunda, tercera. (Ver ANEXO 2)

Rendimiento comercial en kg/ha: Para evaluar esta variable se tomó el peso total de tubérculos cosechados en el área útil, posteriormente se clasificó en tres categorías de calidad comercial. Luego se ajustó a hectáreas utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento kg/ha} = \frac{(\text{peso del tuberculo(kg)del area util})}{\text{area utilm}^2} \times \frac{(10000\text{m}^2)}{1 \text{ ha}}$$

5.7. Características físicas y biológicas del suelo

Mesofauna del suelo: Para evaluar la mesofauna se realizó un muestro al inicio como al final del ciclo de cultivo, tomando dos muestras de suelo por parcela en una superficie de 20 x 20 cm y 20 cm de profundidad, en vista de que esta es la profundidad a la cual la actividad de estos organismos es más concentrada, posteriormente se llevó a cabo el conteo e identificación.

Densidad aparente: Se hizo al inicio como al final del experimento, la cual se extrajo una muestra de suelo con un instrumento especial (cilindro metálico) de volumen conocido sin disturbar la estructura natural del suelo, posteriormente se llevó al horno en donde se secó

la muestra a 105 o C por 72 horas. Los cálculos fueron expresados en g/ cm³, obtenidos mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{peso de suelo seco en el horno (g)}}{\text{volumen del suelo cm}^3}$$

5.8. Análisis de los resultados de todas las variables evaluadas: se utilizó el programa SPS para el análisis de los resultados con una comparación de medias según Duncan al 0.05 de significancia.

5.9. Relación beneficio costo

La relación beneficio costo se calculó teniendo el presupuesto para una hectárea. Luego el costo de cada tratamiento también los ingresos de cada tratamiento.

$$R\ B/C = \frac{\text{Ingresos} - \text{Egresos}}{\text{Egresos}} \times 100$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características generales del suelo en las diferentes localidades en los tres tratamientos evaluados

Los diferentes promedios obtenidos de los tratamientos en las respectivas localidades para las variables evaluadas densidad inicial, densidad final, mesofauna inicial, mesofauna final se muestran en el cuadro 2.

Las variables mesofauna inicial y mesofauna final fueron altamente significativas para localidades, para los tratamientos ninguna de las variables presento diferencia estadística significativa todos tuvieron el mismo comportamiento, para la variable mesofauna inicial fue significativa para la interacción localidad *tratamiento lo que indica que está influenciado por el clima, suelo, altitud y el manejo, la respuesta será diferente en cada localidad para esta variable debido a estos factores.

En general los coeficientes de variación fueron bastante bajos, lo que indica que son aceptables desde el punto de vista del manejo del experimento que se encuentran dentro del rango aceptable lo que indica que no hubo mucha variabilidad de los datos. En cuanto a los coeficientes de determinación para cada variable 0.42, 0.35, 0.57.y 0.55 son factores que son explicados por el modelo y para el resto son factores que no están incluidos dentro del modelo

Cuadro 2. Promedios para las características del suelo a través de las diferentes localidades evaluadas.

Localidad	Densidad inicial gr/cm³	Densidad final gr/cm³	Mesofauna inicial # de lombrices/m³	Mesofauna final # de lombrices/m³
Santa catarina, intibuca	1.044	1.039	2.66 b ¹	2.00 b ¹
La unión Opalaca	1.018	1.036	2.750 b	2.500 b
El Cerron	1.037	1.037	3.000 b	3.000 b
El portillo del norte	1.038	1.038	1.917 b	2.167 b
La puerta	1.025	1.025	0.00 a	0.500 a
Media general	1.032	1.035	2.5118	2.0084
ANOVA				
LOC	n.s	n.s	**	**
TRAT	n.s	n.s	n.s	n.s
Loc * Trat	n.s	n.s	*	n.s
R²	0.426	0.351	0.570	0.558
C. V	11.138	11.164	5.8	3.225

*= significativo al 0.05 de probabilidad

**=significancia al 0.01 de probabilidad

N.S= No significativo

C.V=Coeficiente de variación

R² =Coeficiente de determinación

¹⁾ Representa la prueba de medias por Tukey, variables con letras en común no son estadísticamente diferentes.

Según resultados obtenidos para la interacción localidad por tratamiento para la variable mesofauna el inicial del suelo ($p < 0.05$), indica que hay interacción genotipo por ambiente y que hay condiciones mejores en algunas localidades por lo tanto se comportan diferentes debido a las condiciones de suelo, clima, altitud, , los rangos de mesofauna encontrados oscilaron entre 0 a 3. donde se muestra que la localidad ubicada en la comunidad de la Puerta obtuvo ningún número de lombrices esto es debido al manejo que se le dio al suelo anteriormente

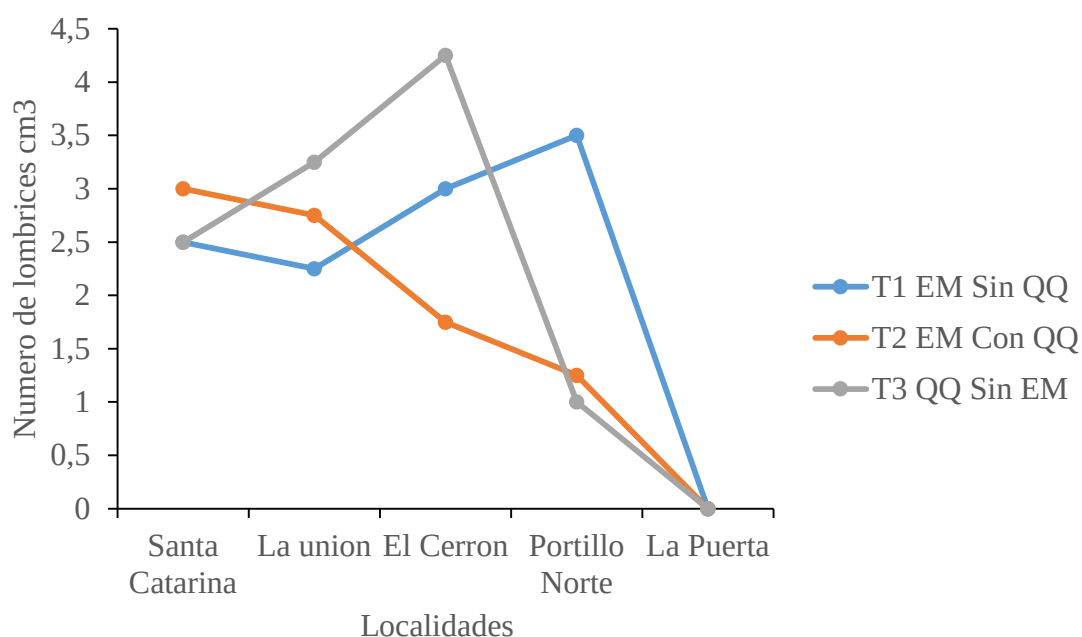


Figura 1. Interacción localidad por tratamiento para la variable mesofauna inicial

6.1.3. mesofauna final

Se observa que la localidad que se encontro mayor numero de lombrices fue la localidad del Cerrón en comparacion a la comunidad de la Puerta.

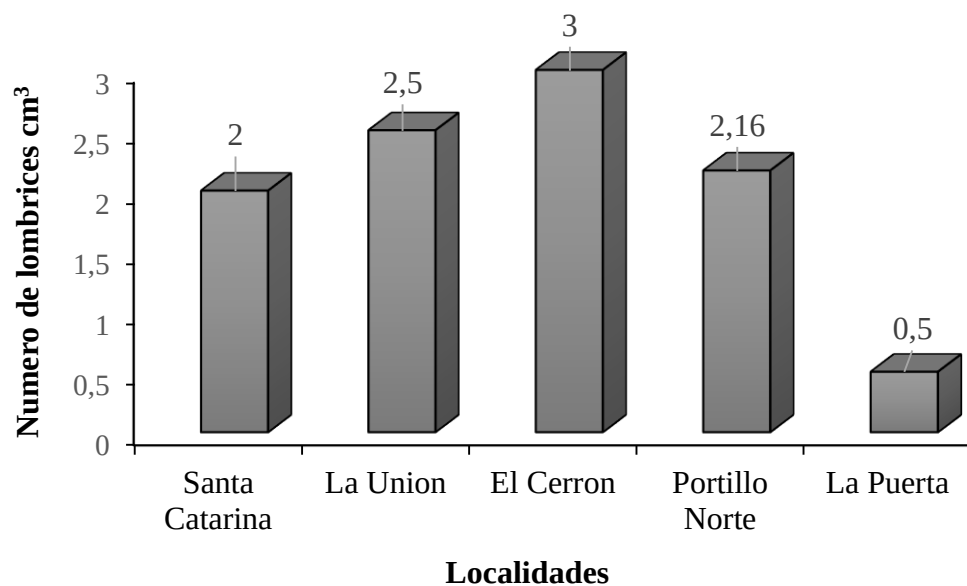


Figura 2. Promedio del número de lombrices encontrados por cm^3 en las diferentes localidades para los tratamientos evaluados.

6.2. Características agronómicas

Los diferentes promedios obtenidos de los tratamientos a través de las localidades para las respectivas variables altura de planta, número de tallos por planta, número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculo y peso del tubérculo por planta se muestran en el cuadro 3.

Las variables altura de planta, número de tallos por planta, número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculo, peso de tubérculos por planta fueron significativas para las localidades, las variables número de tubérculos por planta y diámetro de tubérculos por planta fueron significativa para los tratamientos. Las variables diámetro de tubérculo y peso del tubérculo por planta fueron altamente significativas para la interacción localidad * tratamiento lo que indica que los genotipos son muy influenciados por condiciones ambientales como el clima, altitud, suelos y el manejo por lo que su respuesta será diferente en cada localidad debido a estos factores.

En general los coeficientes de variación se encontraron dentro del rango aceptable lo que indica que no hubo mucha variabilidad de los datos. En cuanto a los coeficientes de determinación estos son bajos menos del 0.50 esto indica que el modelo explica el 45% de la variabilidad en las diferentes localidades para estas variables y que el resto son factores que no están incluidos en el modelo.

Cuadro.3. Promedios para las características agronómicas en las diferentes localidades.

Localidad	Altura de plata en (cm)	Número de tallos por planta	Número de tubérculos por planta	Diámetro de tubérculo cm	Peso de tubérculos por planta kg
Santa catarina, Intibuca	48.03ab	2.46 ab	6.03 b	7.74 a ¹	0.5946 b ¹
La unión san Franc de Opalaca	53.23ab	2.96 ab	3.83 a	9.50 b	0.8123 c
Cerrón	44.5 a	3.16 b	4.16 a	7.84 a	0.42 a
Portillo norte	66.26 b	3.23b	3.63 a	10.60 c	0.4123 a
La puerta	45.6 b	2.23 a	2.9 a	10.35 c	0.4635 a
Media general	51.52	2.81	4.11	9.21	0.54
EM sin QQ	60.68	2.96	3.64 a	8.70 a	0.52
EM con QQ	47.82	2.78	4.84 b	9.32 b a	0.49
QQ sin EM	46.08	2.70	3.86 ab	8.25 a	0.58
Media general	51.526	2.81	4.113	8.764	0.54
Loc	*	**	**	**	**
Trat	n.s	n.s	*	*	n.s
Loc * Trat	n.s	n.s	**	**	**
R ²	0.413	0.372	0.490	0.459	0.521
C.V	7.43	5.03	7.17	5.67	10.35

*= Significancia al 0.05 de probabilidad

**=significancia al 0.01 de probabilidad

N.S= No significativo

C.V=Coeficiente de variación

F.V=Fuente de variación

R² =Coeficiente de determinación

1) Se presentan pruebas de medias por Duncan, variables con letras iguales no son estadísticamente diferentes.

Según resultados obtenidos para la interacción localidad por tratamiento la variable diámetro de tubérculo presenta diferencia estadística significativa lo que indica que hay condiciones diferentes comportamiento.

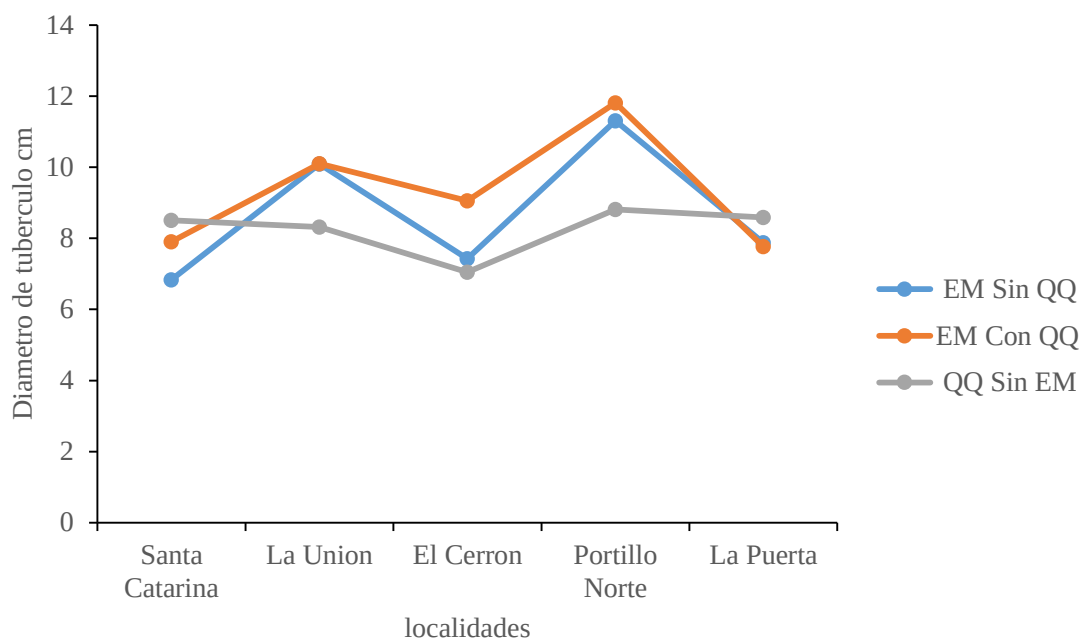


Figura 3. Promedio del diámetro de tubérculo por tratamiento en las diferentes localidades.

Según resultados obtenidos se muestra la interacción localidad por tratamiento para la variable peso del tubérculo, lo que indica que las localidades presentan componentes diferentes en cuanto a suelo, clima, altitud y manejo etc., por ende se comportan diferentes debido a la interacción genotipo por el ambiente. Como se observa en la figura 4.

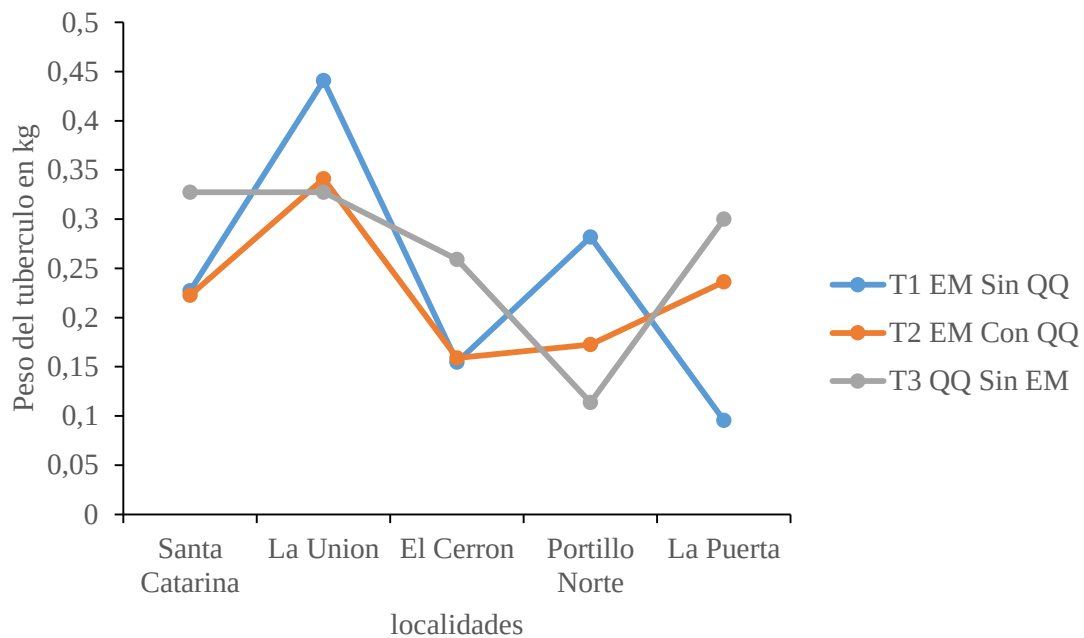


Figura 4. Interacción localidad por tratamiento para la variable peso del tubérculo en los tres tratamientos evaluados

6.2.1. Altura de planta

En la figura 5 se observa que la variable altura de planta (cm) presento una media de 51.52 y un rango que va de 44.50 a 53.23 cm respectivamente donde la localidad que presento una menor altura de planta fue la de la localidad ubicada en la comunidad de el Cerron comparada con la localidad que presento mayor altura de planta ubicada en la comunidad de la unión. Los tratamientos mostraron un comportamiento similar para esta variable por lo que no hubo diferencia estadística significativa.

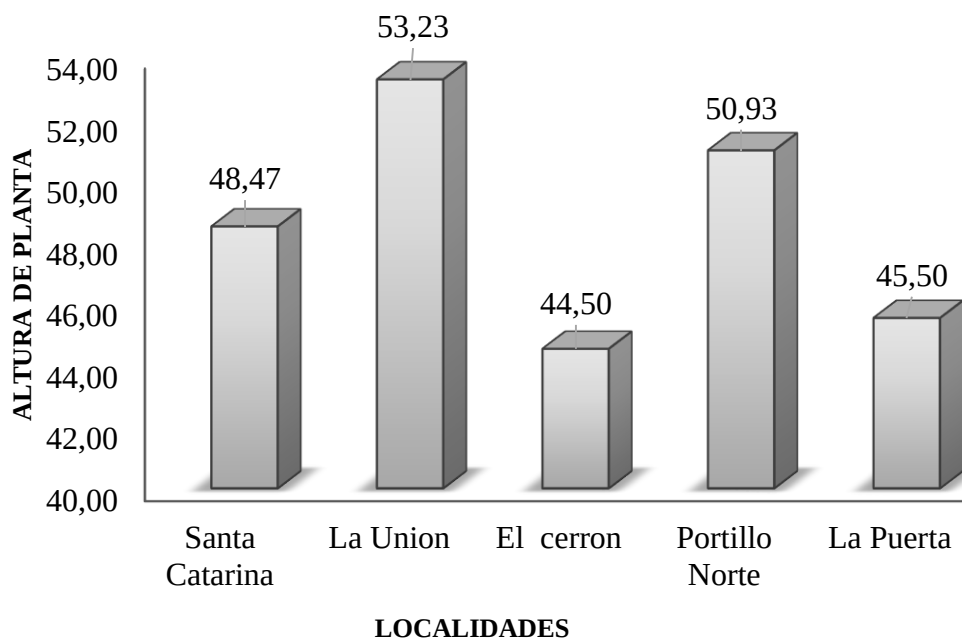


Figura 5. Promedio para la variable Altura de Planta (cm) del cultivo de papa según las localidades donde se validaron los EM

6.2.2. Número de tallos por planta

Según resultados obtenidos en la variable número de tallos por planta presento una media de 2.808, donde las localidades del cerrón y el portillo del norte presentaron mayor número de tallos en comparación a la localidad que presento menor número de tallos fue la comunidad de la puerta, de igual forma se comportaron los tratamientos por lo que no presentaron diferencias estadísticas significativas.

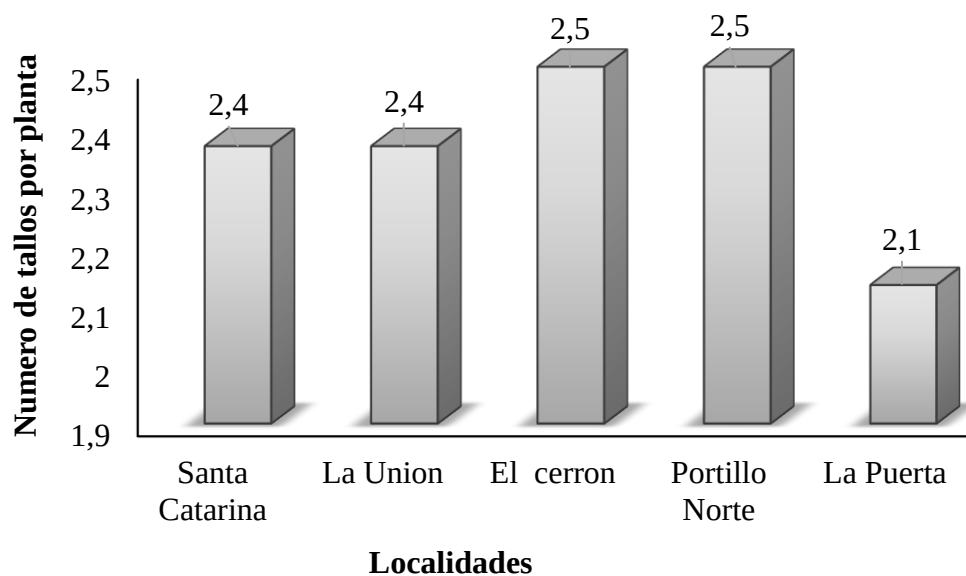


Figura 6. Promedio para la variable de número de tallos por planta de los tres tratamientos en las cinco localidades.

6.2.3. Número de tubérculos por planta

Según resultados obtenidos en el cuadro 3 se observa que para la variable número de tubérculos por planta para las localidades como para los tratamientos mostraron diferencias significativas lo que indica que para las localidades la aplicación de los EM su comportamiento fue diferente, al igual que para los tratamientos

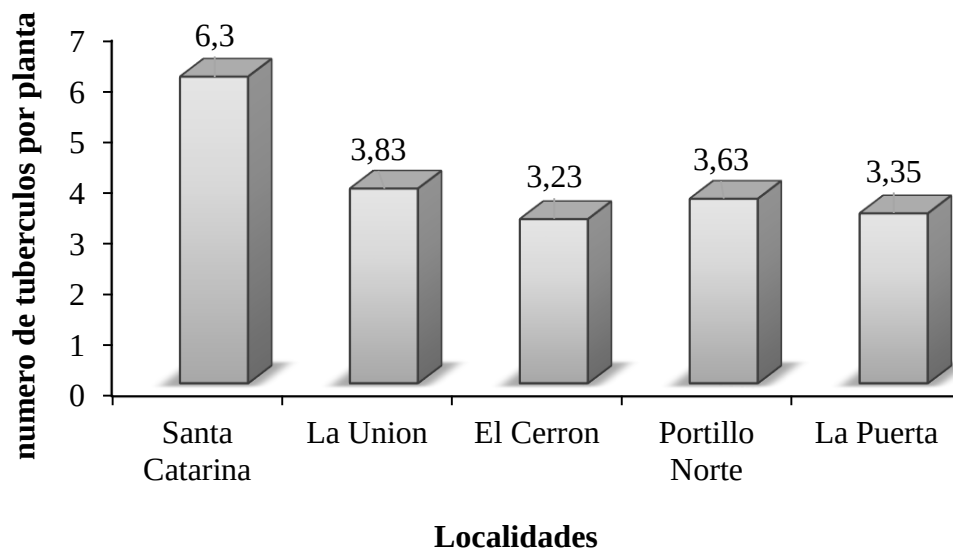


Figura 7. Promedio para la variable número de tubérculos por planta en las diferentes localidades donde se aplicaron los EM.

Para explicar los coeficientes de variación fueron bastante aceptados lo que significa que no hubo mucha variabilidad en datos, para el coeficiente de determinación para la variable peso de tubérculos súper el 0.44 es explicado por el modelo el resto por factores que no están incluidos por el modelo para el resto los coeficientes de determinación fueron muy bajos.

6.3. Variables de rendimiento en kg ha⁻¹

Se presenta el promedio de peso para cada clasificación de cada una de las categorías, súper, primera, segunda, tercera se observan en el cuadro 4

Las variables peso de papa súper en kg y peso total fueron altamente significativas para las localidades, para los tratamientos no hubo diferencia estadística lo que indica que todos los tratamientos tuvieron el mismo comportamiento. Interacción localidad * tratamiento para la variable rendimiento de papa súper en kg presento diferencia altamente significativa lo que indica que los genotipos son muy influenciados por condiciones ambientales como el clima, altitud, suelos y el manejo por lo que su respuesta será diferente en cada localidad.

En general los coeficientes de variación se encontraron dentro del rango aceptable lo que indica que no hubo mucha variabilidad de los datos. En cuanto a los coeficientes de determinación estos son demasiado bajos menos del 0.40 esto indica que el modelo explica menos del 40 % de las variables el resto no son explicadas por el modelo.

Cuadro 4. Promedio de rendimiento en kg por categoría para cada una de las variables evaluadas.

Localidades	Peso súper kg	Peso Primera kg	Peso Segunda kg	Peso Tercera kg	Peso total kg ¹⁾
Santa catarina	12.694 b	14.273	9.013	4.128	40.108 b ¹⁾
La unión	12.696 b	13.985	8.958	4.584	40.223 b
El Cerron	12.654 b	14.510	8.991	4.127	40.282 b
Portillo norte	12.848 b	15.010	8.953	4.228	41.039 b
La puerta	10.428 a	13.324	8.397	4.091	36.241 a
Media general	12.624	14.22	8.86	4.23	39.578
Tratamientos					
EN sin QQ	12.741	13.971	9.061	4.065	39.657
EM con QQ	11.732	14.920	8.753	4.351	39.755
QQQ sin EM	12.320	13.952	8.774	4.279	39.324
Media general	12.26	14.28	8.86	4.23	39.58
Loc	**	n.s	n.s	n.s	**
Trat	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
LOC * TRAT	**	n.s	n.s	n.s	n.s
C V	11.7	12.05	11.6	14.4	4.9
R ²	0.44	0.13	0.11	0.078	0.41

*= Significancia al 0.05 de probabilidad

**=significancia al 0.01 de probabilidad

N.S= No significativo

C.V=Coeficiente de variación

F.V=Fuente de variación

R²=Coeficiente de determinación

¹⁾ pruebas por Tukey, variables con igual letra no son estadísticamente diferentes.

En la gráfica se observa que hay interacción genotipo por ambiente, porque los genotipos se van a comportar de manera diferente según las localidades

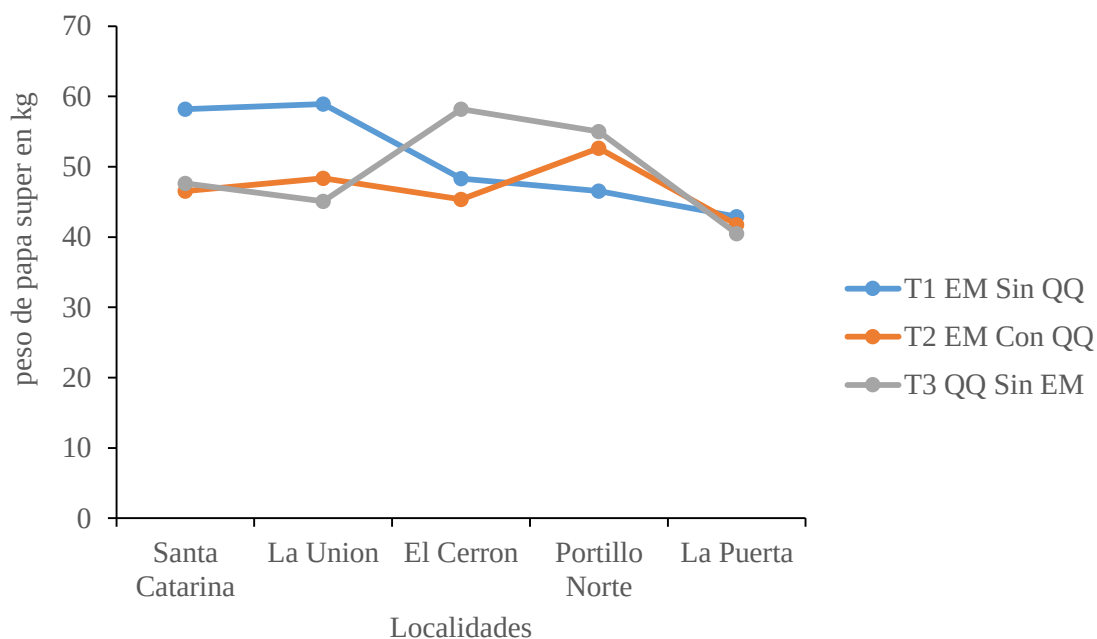


Figura 5. Promedios para interacción localidad por tratamiento para la variable peso de la categoría súper.

En el cuadro 5 se observa el promedio de rendimiento en kg/ha^{-1} para cada categoría, donde la localidad que obtuvo mayor rendimiento de papa súper en la comunidad de el Portillo del Norte con un menor rendimiento la comunidad de la Puerta. Primera mayor rendimiento la localidad de el Portillo, menor rendimiento localidad de la Puerta. Segunda la localidad de Santa Catarina menor localidad de la Puerta. Tercera localidad de la Unión, menor localidad de la Puerta.

Cuadro 3. Rendimiento comercial en kg/ha por categoría para cada una de las localidades evaluadas.

Localidad	Rendimiento kg/ha súper	Rendimiento kg/ha primera	Rendimiento kg/ha segunda	Rendimiento kg/ha tercera
Santa catarina	12,694.17	14,273.33	9,012.5	4,128.33
La unión	12,695.83	13,985	8,958.33	4,584.66
El Cerrón	12,654.17	14,510	8,990.83	4,126.66
Portillo del norte	12,847.5	15,010	8,953.33	4228.33
La puerta	10,428.33	13,324.17	8,397.5	4,090.83

Cuadro 4. En el cuadro se presentan la correlación entre los componentes de rendimiento del rendimiento.

		NT	DT	PT	REND
NT	Correlación de Pearson	1	,004	-,119	,085
	Sig. (bilateral)		,966	,148	,302
	N	150	150	150	150
DT	Correlación de Pearson	,004	1	,261**	-,042
	Sig. (bilateral)	,966		,001	,610
	N	150	150	150	150
PT	Correlación de Pearson	-,119	,261**	1	-,013
	Sig. (bilateral)	,148	,001		,878
	N	150	150	150	150
REND	Correlación de Pearson	,085	-,042	-,013	1
	Sig. (bilateral)	,302	,610	,878	
	N	150	150	150	150

**correlación altamente significativa 0.01 de probabilidad

*Correlación significativa al 0.05 de probabilidad

En el cuadro 6 se observan las correlaciones de las variables que interaccionan con el rendimiento en la que del diámetro del tubérculo y el peso total del tubérculo por planta están altamente correlacionados para el rendimiento obtenido.

Relación beneficio/costo

El tratamiento EM con QQ (T2) presento la mayor relación beneficio costo (42) con una utilidad de 64282 ya que este tratamiento obtuvo mayor rendimiento comercial el tratamiento (T1) presento una mayor relación beneficio/ costo de 1.8 con una utilidad de 89269Lps/ha. Pero dicha utilidad es rentable.

Cuadro 5. Se presenta la relación beneficio costo para cada tratamiento.

Localidades	Rendimiento comercial				Ingresos (lps/ha)	costos (lps/ha)	Utilidad (lps/ha)	R B/C
	Súper (kg/ha ⁻¹)	Primera (kg/ha ⁻¹)	Segunda (kg/ha ⁻¹)	Tercera (kg/ha ⁻¹)				
EM sin QQ	1416,5	455,085	2989,8	1341	136,769	47.500	89,269	0.88
EM con QQ	3872.7	4923.45	2888.55	1435.5	136,782	72500	64,282	1.88
QQ sin EM	4065.75	4604.4	2895.3	1411.16	135,731,5	72000	64282	0.88

VI. CONCLUSIONES

El uso de EM con QQ presento mejores resultados en el comportamiento agronómico del cultivo de papa y mayor aceptación para los productores.

En las características del suelo para la densidad aparente ninguno de los tratamientos demostró mejores resultados, lo que indica que para mesofauna si mostraron diferencia algunas localidades.

Según los resultados obtenidos se observa que para las características agronómicas en las localidades su comportamiento fue diferente, para las variables altura de planta (cm), número de tallos por planta, número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculos y peso del tubérculo.

En la clasificación de las diferentes categorías Súper, primera, segunda, tercera, por tratamiento el que presento mayor rendimiento en kg/ha fue el EM con QQ.

Los promedios de diámetro de tubérculo y peso del tubérculo son las variables que se correlacionan con los componentes del rendimiento.

El tratamiento EM con QQ presento la mejor relación beneficio/costo (1.88) obteniendo una utilidad de 64282 Lps/ha, los tratamientos EM sin QQ Y QQ sin EM igual relación beneficio/costo.

VII. RECOMENDACIONES

Aplicar los Microorganismos Benéficos con un coadyuvante que no reduzca la eficacia de los mismos para obtener mejores resultados.

Realizar nuevas investigaciones con el tratamiento EM con QQ en el cultivo de papa, (*Solanum tuberosum*).

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aguirre Medina, J. F. Irizar Garza, M.B., Duran Prado, A. Grajeda Cabrera, O.A., Peña Del Rio, M.A Y Loredo Osti, C. Gutiérrez Baesa, A. 2009. Los Biofertilizantes microbianos:

Alternativa Para La Agricultura en México. Campo Experimental Rosario Izapa, Taxtla Chico, Chiapas Mexico.86 P.

Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1 ed. 250 p.

Alvarez, B. 2006. Biofertilizantes como insumos en la agricultura sostenible. Sinaloa, MEX. 157 p.

Añez, R. y J. Pereyra. 1974. Investigaciones Agrícolas. Aplicación de estiércol en papa (*Solanum tuberosum* L.). Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Mérida. Venezuela. 15 p.

Barea, J.M., Olivares J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: Agricultura sostenible. Jiménez Díaz, R.M., Lamo de Espinosa, J. (eds), pp. 173-193. Mundi prensa. Madrid.

Brenes A, A.; Rivera H, C.; Vásquez S, V.2002. Principales plagas y enfermedades de la papa en Costa Rica. San José, Costa Rica: EUNED. 120 p.

CATIE (centro agronómico tropical de investigación y enseñanza).1985.validacion/transferencia en el desarrollo de mejores técnicas agrícolas.70p

Consultado 8 de Mayo. 2013. Disponible en <http://www.adevas.org/web/images/desc/Documentos%20y%20Guias/Guia%20de%20cultivo%20de%20papa.pdf>

Fernández J. 2010. Guía para el manejo y producción de papa (*solanum tuberosum*) en la parte alta del departamento de Ocotepeque. San Marcos Ocotepeque.

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2006. La papa: un cultivo tradicional que sigue siendo alternativa. Honduras. 9 (4): 2-4.

Frioni, L. 1999. Procesos Microbianos. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. ARG. 332 p.

García, R. 2001. “Biofertilizantes”. [en línea]. Salamanca-España. Consultado 15 da mayo 2013 Disponible http://coli.usal.es/Web/educativo/biotec_microb/temas/29RubenIglesiasGarcia.pdf (fecha de consulta: 9/07/06).

Miguel Obando, Adrián Maitre, Martin Fischler, Heriberto Sosa, Feliciano Paz. 1999. Guía Metodológica para Evaluaciones Participativas de Ensayos de Validacion.39p
PASOLAC. (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2001.

Guía Metodológica para Evaluaciones Participativas de Ensayos de Validación. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 39p.

Rodríguez; Hernández, R.1994.agricultura sostenible. Inventario tecnológico. El salvador.100 p

Ross, H. 1986. Potato Breeding-Problems and Perspectives: Advances in plant breeding, supplement to Journal of Plant Breeding. Parey, Berlin and Hamburg. 132 p.

Teruo Higa.1989. Microorganismos benéficos y eficaces. Para una agricultura y medio ambiente sostenible.84p

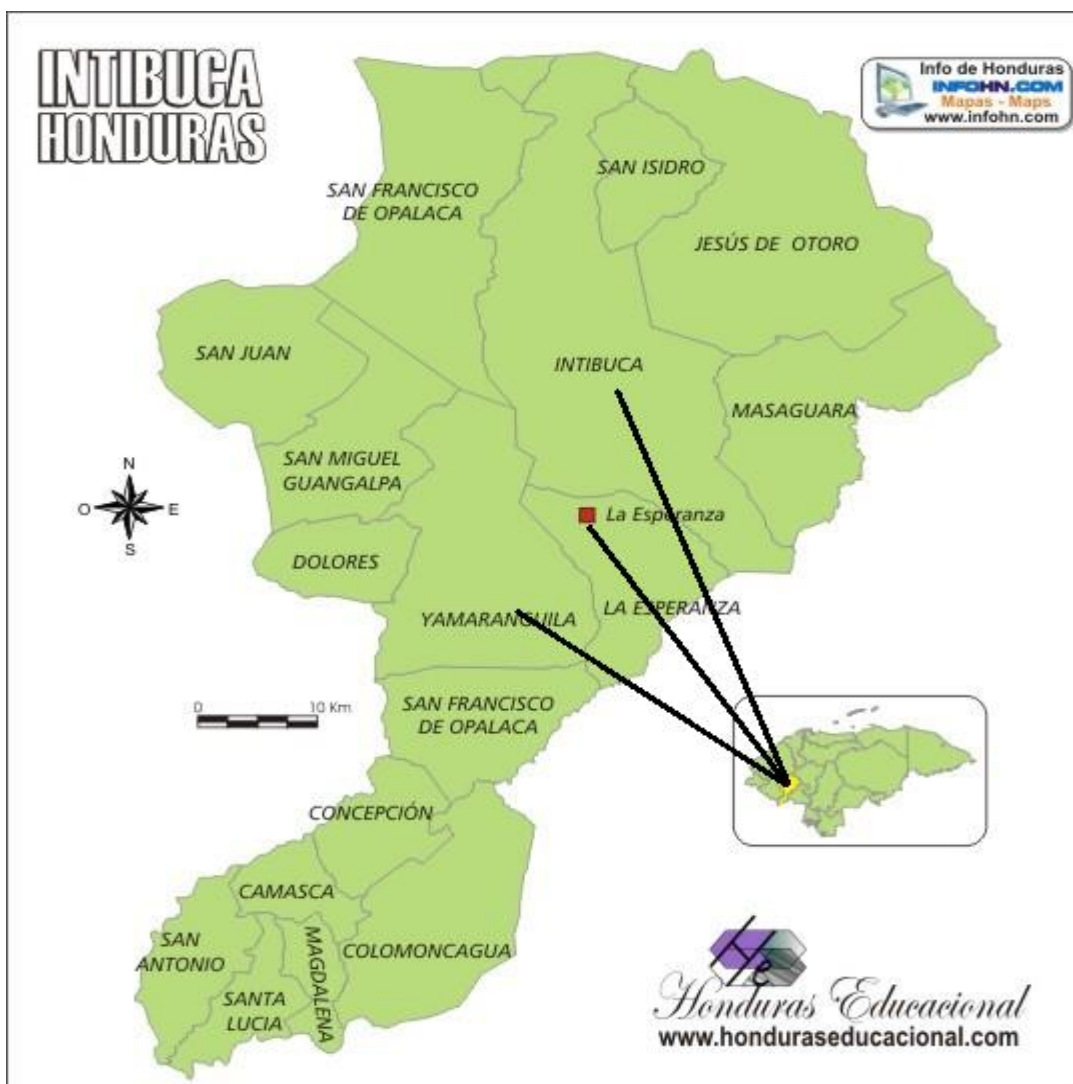
Un enfoque ecológico, socioeconómico y de desarrollo tecnológico.1992.agricultura sostenible. Comisión de estudios ambientales C.P. e instituto interamericano para la cooperación.1992

USAID-RED.2008. Manual de producción de papa (*Solanum tuberosum*), Lima, cortes, honduras. 48p

Vance e.d.1996. Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. J. Environ. Qual. 35, 937-944.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa del departamento de intibuca donde se realizó el trabajo de investigación.

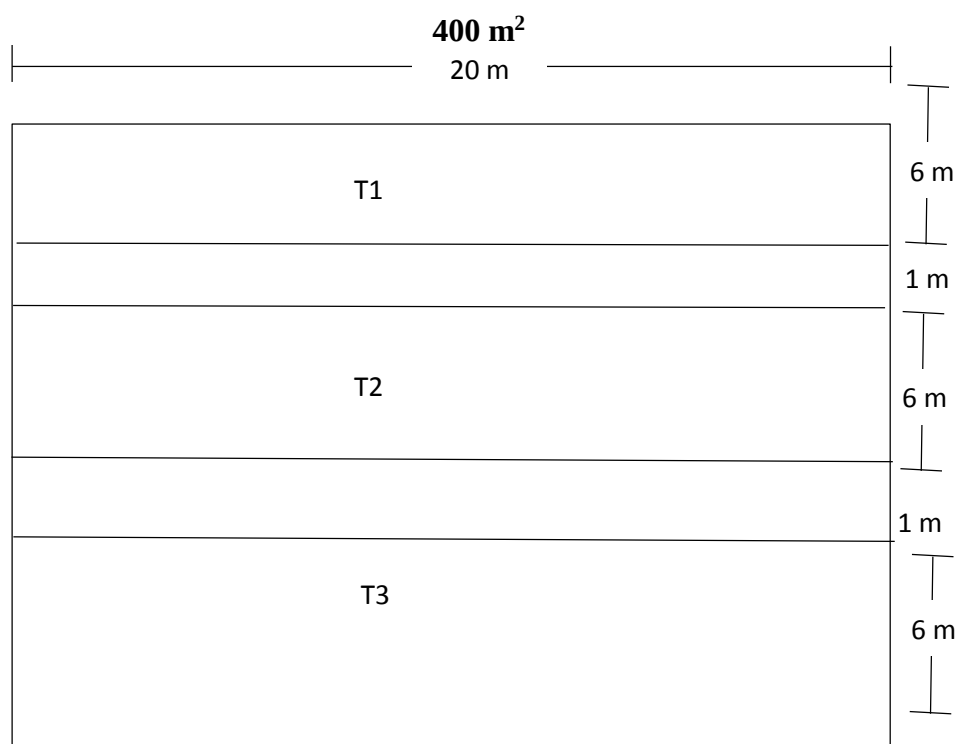


Anexo 2. Clasificación de tubérculos de papa por categoría

Clasificación	Peso del tubérculo
Súper	>1 lb. 12 a 14 oz.)
primera	0.25 a 1.0 lb. (8 a 10 oz.)
segunda	0.06 a 0.25 lb. (4 a 5 oz.)
tercera	<0.06 lb. (1 a 2 oz.)

Fuente: Guía para el manejo y producción de papa solanum tuberosum en la parte alta del departamento de Ocotepeque. Fernández Borjas. 2010

Anexo 3. Diseño de cada una de las parcelas donde se establecerán los diferentes tratamientos



Anexo 4. Control químico de malezas

Nombre comercial		Ingrediente activo	Dosis por hectárea o en 200 litros de agua	observaciones
Basta 15 SL		Glifosato de amonio 150 gr/Lt	1.6 Lt/Barril	No selectivo quemante
Roundup Max 68 SG		Glyphosato 680 gr/Kg	2 Kg/barril	Sistémico, aplicar mínimo 15 días antes de la siembra
Fusilade ECA	12.5	Fluazifop-P-butyl 125 gr/Lt	1.25 Lt/barril	Solamente controla gramíneas
Anexo 3.				
Poast Plus		Sethoxydim 12.5%	0.53 Lt/barril	Solamente controla gramíneas
Sencor 70 WP		Metribuzina 700 gr/kg	0.5-0.7 Kg/Ha	Usar en el último tercio del ciclo

Anexo 5. Tabla de plagas su daño y su control químico.

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona	Control químico
Minador	Liriomyza sp.	Túneles en el follaje	Danitol 2.4 EC (Fenpropathrin) Trigard (Cyromazine)
Paratrioza	Bactericera cockerelli	Transmite toxinas	Confidor 70 WG (Imidacloprid)
	Paratrioza cockerelli	Transmite micoplasma	Actara 25 WG (Thiamethoxam) Rescate 20 SP (Acetamiprid) Danitol 2.4 EC (Fenpropathrin)
Gallina Ciega	Phyllophaga sp.	Daño mecánico	Brigadier 0.3 GR (Bifenthrin)
Gusano	Aeolus sp.		
Alambre			Bazam (Beauveria bassiana)
Áfidos	Aphis gossypii	Transmisión de virus	Danitol 2.4 EC (Fenpropathrin)
Pulgón	Myzus persicae	Daño mecánico	Actara 25 WG (Thiamethoxam)
	Epitrix sp.		Confidor 70 WG (Imidacloprid)
Mosca Blanca	Bemisia tabasi	Transmisión de virus	Igual al de Paratrioza
	Trialeurodes sp.		
			Danitol 2.4 EC (Fenpropathrin) Lorsban 48 EC (Chlorpyrifos)
Palomilla de la Papa	Phthorimaea operculella	Se alimenta del tallo, pecíolo, follaje y tubérculo	Dipel 6.4 WG, Xentari 10.3 WG (Bacillus thuringiensis) Tracer 48 SC (Spinosad) Proclaim 5 SG (Emamectina Benzoato) Thiodan 35 EC (Endosulfan)

Anexo 6. Tabla de enfermedades su daño y su control químico

Nombre Común	Nombre Técnico	Daño que Causa	Control Químico
Tizón tardío	Phytophthora infestans	Lesiones en hojas, tallo y tubérculos	Acrobat MZ 69 WP (Dimethomorph + Mancozeb)
			Best-K (Fosfanato de Potasio)
			Curzate MZ 72 WP (Cymoxanil 8% + Mancozeb 64%)
			Positron Duo 69 WP (Iprovalicarb90gr/Kg +Propineb 600 g/Kg)
			Ridomil MZ 69 WP (Metalaxyl+Mancozeb)
Tizón temprano	Alternaría solani	Lesiones en hojas y tallos	Amistar 50 WG (Azoxystrobin)
			Silvacur 30 EC (Tebuconazol 225 g/Lt +Triadimenol 75 g/Lt)
			Score 25 EC (Difenoconazol 250 g/Lt)
			Rovral 50 WP (Iprodione 50%)
Rhizoctonia	Rhizoctonia solani	Ataca tubérculos, tallos subterráneos y raíces	Trichozam (Trichoderma harzianum)
Marchitez Bacterial	Ralstonia Solanacearum	Pudrición de tallos y raíces	Sulcox 50 WP (Oxicloruro de Cobre 50%)
			Phyton-27 (Sulfato de Cobre Pentahidratado 27%)
Peca Bacteriana	Xanthomonas campestris	Lesiones parte aérea de la planta	Oxitetraciclina (Oxitetraciclina 95%)
			Agri-Mycin 16.4 WP (Sulfato de estreptomicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina +Sulfato de Cobre)
			Kocide 101 (Hidróxido de Cobre 77%)

Anexo 7. Interrogantes en forma oral en el proceso de aceptabilidad de la tecnología.

pregunta	Nombre de productores participantes dueños de parcelas de validación				
Nombre del productor	1:	2:	3:	4:	5:
¿Cuál parcela le gusta más mas?					
¿Por qué?					
¿Cuál parcela le gusta menos?					
¿Por qué?					
Observación/comentario					

Anexo 8. Lista de productores que participaron en las parcelas de validación de EM en el rendimiento en el cultivo de papa.

No	Productor	Lugar
1	Edilberto	Santa catarina, intibuca
2	Julián lemuz	La unión Opalaca
3	Brayan Sánchez	El Cerron, la Esperanza
4	Horacio Sánchez	El portillo norte, la Esperanza
5	Juan Pérez	La puerta, la esperanza

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable altura de planta para los tratamientos evaluados

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	9.506.943	2.376.623	1.684	N.S
TRAT	2	6.359.453	3.179.727	2.254	N.S
REP	9	13.332.327	1.481.370	1.050	N.S
ERROR	126	177.785.173	1.410.993		
TOTAL	150	616.407.000			

Anexo 10 Análisis de varianza para la variable número de tallos por planta.

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	23.440	5.860	2.957	Sig.
TRAT	2	1.773	0.887	0.447	n.s
REP	9	10.507	1.167	0.589	n.s
ERROR	126	249.693	1.982		
TOTAL	150	1.486.000			

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable número de tubérculos por planta

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	164.107	41.027	5.805	Sig.
TRAT	2	40.813	20.407	2.887	Sig.
REP	9	136.407	15.156	2.145	Sig.
ERROR	126	890.493	7.067		
TOTAL					

Anexo 12. Análisis de varianza para la variable diámetro de tubérculo.

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	223.420	55.855	31.315	sig.
TRAT	2	74.487	37.243	20.881	sig
REP	9	12.128	1.348	0.755	n.s
ERROR	126	224.738	1.784		
TOTAL	150	13.360.140			

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable peso del tubérculo.

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	3.410	0.853	18.263	sig
TRAT	2	0.140	0.70	1.503	n.s
REP	9	0.637	0.071	1.516	n.s
ERROR	126	5.882	0.047		
TOTAL	150	56.565			

Anexo 14. Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha del cultivo de papa para los diferentes tratamientos evaluados

ANAVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig.
LOC	4	4.207.825	1.015.956	272.890	0.000
TRAT	2	5.826	2.913	0.756	0.472

Anexo 15 Análisis de varianza según Duncan para la variable densidad aparente inicial del suelo.

ANOVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig
LOC	4	727119416,00	181.779.854	9.480	0.000
TRAT	2	114.913.593	57.456.796	2.996	0.060
ERROR	46	882.068.260	19.175.397		
TOTAL	60	2.167.000.276			

Anexo 16. Análisis de varianza según Duncan para la variable densidad aparente final del suelo

ANOVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig
LOC	4	0.001	0.000	0.80	0.988
TRAT	2	0.002	0.001	0.183	0.834
ERROR	46	0.195	0.004		
TOTAL	60	64.692			

Anexo 17. Análisis de varianza según Duncan para la variable mesofauna inicial del suelo

ANOVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig
LOC	4	71.781	17.495	11.155	0.000
TRAT	2	4.226	2.113	1.313	0.279
ERROR	46	74.00	1.609		
TOTAL	60	432.000			

Anexo 18 Análisis de varianza según Duncan para la variable mesofauna final del suelo.

ANOVA					
F.V	G.L	S.C	C.M	F	Sig
LOC	4	42.883	10.721	11.883	0.000
TRAT	2	1.260	0.630	0.699	0.503
ERROR	46	41.500	0.902		
TOTAL	60	342.000			

