

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), es una planta originaria de los Andes, es uno de los tubérculos más consumidos en el Ecuador. Este producto agrícola tiene un importante contenido de almidón y que en promedio puede alcanzar un 14 %. Además, su contenido en proteína y grasa es bajo y presenta una gran variedad de posibilidades para ser industrializada y obtener productos con valor agregado de gran aceptación por parte del consumidor en general¹.

En el Ecuador, un total del 0,4 % del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa, lo que corresponde a 49.719 ha, 75,6 % de esta superficie se encuentra en manos de pequeños productores con extensiones de tierra de entre 1 y 5 ha, 11,9% en productores que poseen de 5 a 10 ha, 10,7 % en productores que poseen de 10 a 50 ha y tan solo el 1,8 % del total de hectáreas de cultivo están en manos de productores grandes con extensiones de más de 50 ha. Se producen 409.733 t de papa al año y el rendimiento promedio por hectárea es de 9,2 t, lo que refleja un problema de baja productividad que hay que enfrentar².

La dieta en nuestro país se basa generalmente en la papa, la provincia del Carchi ubicada en la zona norte de la región montañosa de los Andes, es responsable del 40 % de la producción de este tubérculo. La productividad de Carchi se puede explicar en parte por la riqueza de la tierra negra de sus suelos de montaña.

Pero muchos agricultores locales creen también que este alto rendimiento no sería posible sin la aplicación de altas concentraciones de fertilizantes químicos, haciendo que el uso de estos, incremente el rendimiento de los cultivos pero contribuye al agotamiento de la vida microbiana del suelo.

Los residuos que dejan el uso masivo de estos químicos provocan la contaminación del suelo, por lo que resulta preponderante un plan de recuperación aplicando técnicas

¹ Cárdenas, M. 2010 . Origen e historia de la papa. Técnica agropecuaria. Órgano de la asociación peruana de ingenieros agrónomos.- biblioteca exp. Agric. La Molina.

² OFIAGRO. 2008. Diagnóstico de la situación actual de la cadena agroalimentaria de la papa en el Ecuador, (en línea). Consultado: 3 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.papandina.org/>

que permitan restaurar la biodiversidad microbiana. La utilización de microorganismos descomponedores y solubilizadores de nutrientes, variedad de organismos vivos invisibles como bacterias, hongos, actinomicetos, algas y protozoarios resultan ser una alternativa en un plan de rehabilitación de la fertilidad edáfica³.

Los microorganismos del suelo aportan una serie de servicios fundamentales para la sostenibilidad de todos los ecosistemas, siendo los componentes más importantes de este, constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. Estos servicios no sólo son decisivos para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, sino que constituyen un importante recurso para la gestión sostenible de los sistemas agrícolas y más aun en la producción del cultivo de papa⁴.

Las bacterias del suelo son los microorganismos más abundantes y pequeños (0,1 a 1 micras), su capacidad de multiplicación les permite crear poblaciones muy grandes en un tiempo muy corto, colonizando rápidamente los sustratos a degradar. La clase y abundancia de bacterias presentes en una fracción de suelo dependen de los sustratos que la compongan y de sus condiciones (suelo ácido, porcentaje de materia orgánica). Los grupos bacterianos que actúan primero sobre los sustratos disponibles son dominantes hasta que termina su acción y luego dan oportunidad a que otros grupos crezcan en el residuo del metabolismo de los primeros.

Las bacterias tienen especial importancia en la relación suelo-planta y son responsables del incremento o disminución en el suministro de nutrientes. Los suelos agrícolas que están sometidos a la mecanización continua, al monocultivo, al riego, a la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de síntesis, a la compactación y a las quemadas, tienen una flora microbiana muy baja que afecta su fertilidad.

Dada la importancia del cultivo de papa, por lo representativo que resulta ser su producción, nació el interés de realizar el presente trabajo de investigación utilizando bacterias solubilizadoras de nutrientes.

³ Donald, C. 2003. <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/33558/1/123674.pdf>

⁴ FAO. 2012. Microorganismos. (en línea). Consultado: 28 de septiembre de 2013. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/soilbiota_biod_es.pdf

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar la respuesta de tres dosis de bacterias solubilizadoras de nutrientes en las variedades de papa CAPIRO y ROJA PLANCHA en la zona de La Libertad, provincia del Carchi.

1.1.2. Objetivos Específicos

- 1) Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de papa a la aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes.
- 2) Identificar la dosis de población bacteriana más efectiva en el rendimiento de las variedades de papa evaluadas.
- 3) Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Cultivo de la Papa

Pumisacho y Sherwood (2002), manifiestan que la mayor diversidad genética de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida que menciona a la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1583. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador. El centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia.

Según el MAGAP (2011), en el Ecuador, en la región de la Sierra, se estima que se cultiva en un total de 90 cantones a nivel nacional. En promedio la superficie cosechada fluctúa alrededor de 49.000 hectáreas, la que origina una producción total promedio de 307.000 t anuales. Las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, aportaron el 79,5 % de la producción, las mayores extensiones de cultivo de papa correspondieron en su orden a Chimborazo 20.2 %, Carchi 17,0 %, Cotopaxi 13,87 %, Tungurahua 13,14 % y Pichincha 10,14 %.

Según Egusquiza (2000), la papa (*Solanum tuberosum* L.), le corresponde la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>S. Tuberosum</i>
Nombre científico:	<i>Solanum tuberosum</i>

Requerimientos edafoclimáticos:

- Temperatura: la papa requiere de 15 a 20 °C para su tuberización (formación de tubérculos) y desarrollo. La papa es considerada una planta termoperiódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C. Si la diferencia es menor, el desarrollo y tuberización se ven afectados (Román y Hurtado, 2002).

La temperatura interviene en la brotación de los tubérculos semillas, en la utilización de nutrimentos, pérdida de agua y en las etapas fenológicas del cultivo (INTA, 2004).

- Luminosidad: se comporta mejor con periodos de 8 a 12 horas luz. La intensidad luminosa favorece la floración y fructificación, recibida al inicio del crecimiento del tubérculo tendrá un marcado efecto sobre su posterior desarrollo, pues, este es un factor importante en la síntesis de carbohidratos a través del proceso de fotosíntesis (CORPOICA, 2009).

- Precipitación: La precipitación o cantidad óptima de agua requerida es de 600 mm., distribuida en todo el ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios en los periodos críticos o cuando no se presenta lluvias (CORPOICA, 2009).

La disponibilidad de agua en el suelo, influye directamente en el desarrollo, fotosíntesis y absorción de nutrientes, si existe poca disponibilidad provoca clorosis y marchitamiento, por consiguiente disminución en el rendimiento, un exceso de humedad favorece el desarrollo de enfermedades (Parsons, 2008).

- Altitud: Pumisacho y Sherwood (2002), indican que la producción de papa en el Ecuador se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por las relaciones entre clima, fisiografía y altura. En general el cultivo de papa en el país se desarrolla en los terrenos irregulares, laderas hasta con más de 45% de pendiente y un rango de altitud de 2400 a 3800 msnm.

2.2. Los Microorganismos del Suelo

Higa (1995), menciona que existe una diversidad de microorganismos y hace referencias a los “Microorganismos Efectivos” o EM. Este reporte presenta algunas nuevas perspectivas en el rol y aplicación de microorganismos benéficos, como inoculantes microbianos para lograr un equilibrio del suelo de manera que puedan mejorar su calidad, incrementando la producción y protección de los cultivos, conservando los recursos naturales y creando una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Según Infoagro (2012), los hongos del suelo son descomponedores de materia orgánica (en el caso de los saprofitos) y contribuyen a la solubilización de nutrientes para las plantas y el suelo. Pero estos microorganismos actúan a la vez como agentes de control biológico, con lo que reducimos aquellos microorganismos indeseables en el suelo y favorecemos los organismos útiles para los cultivos, con lo que aumentamos la producción de la planta.

Waksman (2010), menciona que los actinomicetos actúan en la descomposición de residuos animales y vegetales liberando amoníaco y ácidos orgánicos, son capaces de formar complejos muy importantes en edafogénesis (proceso de formación y evolución de un suelo) y en la nutrición vegetal, ya que tienen una gran movilidad y capacidad quelante para ceder a las raíces el nutriente que se requiera, permiten la mineralización del humus con la consiguiente liberación de principios útiles para la nutrición de las plantas haciendo de esto un proceso de humificación, particularmente en la formación de sustancias melánicas gracias a unas proteínas (hidrofobinas) ricas en cisteínas.

Sánchez (2009), dice que las bacterias son numerosas, y debido a su pequeño tamaño, sólo representan menos de la mitad de la biomasa microbiana total. La abundancia de estas se puede medir por medio del conteo en placas o estimando, a través de microscopía directa encontrándose de 108 a 1000 bacterias/g de suelo aproximadamente.

El mismo autor menciona que la fertilidad del suelo depende en gran parte de la actividad bacteriana donde centenares de especies de bacterias se encuentran en la naturaleza y la magnitud de la población bacteriana del suelo depende de condiciones

ambientales tales como el grado de humedad favorable, la concentración de hidrógenos, la temperatura, el alimento disponible y la aireación.

Estas bacterias del suelo son absolutamente esenciales para todos los procesos vitales, ya que sin los procesos de putrefacción y desintegración no habría descomposición de la material vegetal y animal con la consecuente liberación de sustancias químicas simples como nitrato sódico, fosfato de calcio, cloruro sódico, etc. Las plantas verdes en desarrollo pueden utilizar estos productos de la descomposición y sintetizarlos en el proceso de la fabricación de alimento fotosintético.

Infoagro (2012), informa que algunas bacterias han demostrado una gran capacidad en la fijación biológica de nitrógeno libre y no simbiótico y otras elaboran una serie de metabolitos como vitaminas, enzimas y otros compuestos beneficiosos para la planta, que van a ser absorbidos por las raíces. Todos estos nutrientes estimulan el desarrollo de las plantas.

La mayor actividad de estas bacterias se realiza desde la superficie del suelo, hasta unos 20 centímetros de profundidad. Sus colonias permanecen adheridas en las partículas del suelo y sobre las raíces de las plantas, ya que así les aportan sustancias orgánicas, que son utilizadas como alimento. Por ejemplo la bacteria denominada *Azospirillum*, realiza la fijación biológica del nitrógeno, es decir transforma el nitrógeno molecular del suelo o la atmósfera, en nitrato o amonio. Esta bacteria también solubiliza mejor el fósforo del suelo, por lo que cuando desciende la temperatura y se producen las típicas pigmentaciones violetas en las hojas de los cultivos, con esta bacteria, el fósforo está más fácilmente asimilable por la planta.

Carrillo (2003), señala que las principales funciones que realizan los microorganismos son:

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

- Producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas.
- Solubilización de fuentes de nutrientes insolubles
- Producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo.

Según FAO (2010), dice que los organismos del suelo mantienen procesos críticos como el almacenamiento de carbono, los ciclos de nutrientes y la diversidad de especies de plantas.

La biodiversidad del suelo juega un papel en la fertilidad del mismo, en su rehabilitación, en la absorción de los nutrientes por las plantas, en los procesos de biodegradación, en la reducción de residuos peligrosos y en el control de plagas de forma natural.

Los organismos del suelo aumentan la productividad de los cultivos a través de:

- El reciclado de nutrientes básicos requeridos por todos los ecosistemas, como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.
- La descomposición de la materia orgánica en humus, al aumentar de este modo la retención de la humedad del suelo y reducir el lixiviado de nutrientes.
- El incremento de la porosidad del suelo, la infiltración del agua, y la reducción de la superficie de escorrentía y de la erosión.

Ecológicamente, la biota del suelo regula varias funciones críticas. La reducción excesiva de la biodiversidad del suelo, especialmente la pérdida de especies claves y/o especies con funciones únicas, puede tener efectos ecológicos en cascada, al conducir a un deterioro a largo plazo de la fertilidad del suelo y a la pérdida de la capacidad productiva agrícola.

Según Carrefour (2008), numerosos microorganismos, principalmente bacterias y hongos, junto con algunos componentes de la mesofauna, como las lombrices, son capaces de mejorar la estructura y la estabilidad estructural de los suelos. Estos efectos son debidos a que, por ellos mismos o a través de sustancias producidas por ellos, son capaces de ligar las partículas de suelo formando agregados.

Higa (1995) menciona que los “Microorganismos Efectivos” EM consiste en un cultivo mixto de microorganismos benéficos, de ocurrencia natural, que pueden ser

aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbial de los suelos y plantas.

Las investigaciones han arrojado que la inoculación de cultivos de EM al ecosistema del suelo/plantas, puede mejorar la calidad, salud del suelo, y el desarrollo, producción y calidad de los cultivos. EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas y levaduras y un número más pequeño de bacterias fotosintéticas. Todos estos compatibles mutuamente unos con otros y capaces de coexistir en un cultivo líquido. EM no es en sustituto de otras prácticas de manejo. Es una herramienta adicional para optimizar las mejores prácticas de manejo del suelo y cultivos como: rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, labranza de conservación, reciclaje de residuos de cosecha y biocontrol de plagas. Si son usados apropiadamente, EM puede incrementar significativamente los efectos benéficos de estas prácticas.

Carrefour (2008), señala que los nutrientes pueden encontrarse en diferentes formas químicas en el suelo y para que las plantas puedan asimilarlos es necesario que sean solubles en agua. Algunos microorganismos son capaces de transformar las formas no solubles de algunos compuestos en formas asimilables.

Los fosfatos pueden ser solubilizados especialmente por algunas bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*, aunque se conocen otras muchas especies de bacterias y hongos capaces de llevar a cabo este proceso.

Otros nutrientes de los que se conocen que también son solubilizados por organismos solubilizadores, aunque menos estudiados, son el potasio, el azufre, el hierro y el manganeso.

2.3. Características de las bacterias solubilizadoras como material experimental.

Según BIOSEB (2013), el producto biológico con población de microorganismos descomponedores y solubilizadores de materia orgánica y elementos inorgánicos que proporcionan nutrientes de fácil asimilación para las plantas, se comercializa como líquido soluble con el nombre ACTIMAX y se vende en el Ecuador a través de la empresa BIOSEB.

Dentro de su composición existe una población de bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN) concentrada como líquido soluble con características termofílicas y mesofílicas, pertenecientes a diversos géneros.

El mecanismo de acción de estos microorganismos del producto pertenece a varios grupos de bacterias que descomponen materia orgánica mediante la producción de enzimas extracelulares como celulasas, quitinasas, proteasas, amilasas, glucanasas, entre otras. Además permiten la formación de compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas y producen ciertos ácidos orgánicos que actúan en la solubilización de nutrientes inorgánicos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental

La presente investigación se llevó a cabo en la Cooperativa Agroforestal Alejandro Almeida, sector San Tander de la Parroquia de La Libertad, cantón Espejo, provincia del Carchi; localizado a 0° 41' 30" latitud norte y 77° 57' 17" de longitud oeste, a una altura de 3.280 msnm

Los promedios anuales son de 1.000 a 1.300 mm de precipitación y 12 a 20 °C de temperatura. Corresponde según Holdridge al piso de bosque siempre verde montano alto (b.MA), la vegetación está caracterizada principalmente por páramo con pendientes moderadamente escarpadas.

3.2. Material de Siembra

Se utilizó dos variedades de papa cuyas características se presentan el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las variedades estudiadas

Características morfológicas	Variedad	
	Capiro	Roja Plancha
Color predominante de la piel de los tubérculos:	Rojo	Rojo
Forma de tubérculos:	Redondo ligeramente aplanado	Redondo con ambas caras aplanadas.
Color predominante de pulpa:	Crema	Pulpa amarilla
Periodo de reposo de tubérculos:	3 meses	3 meses
Resistencia :	Susceptible a PYVV y (<i>P. Infestans</i>).	Resistente (<i>Phytophthora</i> sp.) medianamente resistente (<i>Oidium</i> sp.) y (<i>Puccini</i> sp.) .
Planta:	Tamaño mediano, follaje verde oscuro, floración media y muy poca formación de frutos.	Tamaño mediano, tallos morados vigorosos con pigmentación verde, follaje frondoso, hojas con tres pares de folíolos primarios peciolados.

3.3. Factores Estudiados

- 1) Cultivo de papa con dos variedades: Capiro y Roja Plancha
- 2) Dosis de bacterias: 2 - 4 y 6 l/ha

3.4. Tratamientos

Los tratamientos se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos en el estudio de la respuesta de tres dosis de bacterias solubilizadoras de nutrientes en dos variedades en el cultivo de papa, Capiro y Roja Plancha en la zona de La Libertad, Provincia del Carchi. FACIAG. UTB2013.

Tratamientos	Variedades de papa	Dosis de bacterias l/ha *
t1	Roja Plancha	2
t2	Roja Plancha	4
t3	Roja Plancha	6
t4 (testigo 1)	Roja Plancha	0
t5	Capiro	2
t6	Capiro	4
t7	Capiro	6
t8 (testigo 2)	Capiro	0

* Volumen de descarga 800 l/ha.

3.5. Métodos

Se utilizó los métodos teóricos: inductivo - deductivo y análisis - síntesis; y empírico denominado experimental.

3.6. Diseño experimental

En esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial (A x B) + 2 con cuatro repeticiones por tratamiento dando un total de 32 unidades experimentales.

3.6.1. Características del lote experimental

Área total del ensayo:	1.408 m ²
Área de la unidad experimental:	20 m ² (5 x 4)
Área útil:	12 m ² (4 x 3)
Número de plantas por parcela:	80
Distancia de siembra:	0,25 x 1,00 m
Número total de plantas del ensayo:	2.560
Distancia entre parcelas entre bloques y parcelas :	1,50 m

3.6.2. Análisis funcional

Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia.

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Preparación del terreno

Se realizó un pase de arado de disco a una profundidad de 0,30 m y dos pases de rastra, una vez preparado el terreno se procedió a delimitar las parcelas con surcos a una distancia de 1,00 m y ubicando las áreas de separación a 1,5 m entre sí.

Se efectuó un análisis de suelo tomando submuestras de la parcela experimental. La misma que se envió al laboratorio LABONORT. Con los resultados se realizó los reajustes correspondientes de acuerdo a la interpretación nutricional y el requerimiento del cultivo (Anexo 4 y 5).

De acuerdo a los resultados y el grado de acidez se procedió a la aplicación de carbonato de calcio (CaCO₃) en dosis de 100 g/m², esta aplicación consistió en aflorar en el suelo e incorporado con rastra con unos treinta días antes de la siembra.

3.7.2. Análisis de los microorganismos

Luego de la aplicación de las bacterias y treinta días después de la última aplicación se realizó la toma de muestras correspondiente a cada tratamiento la cual se envió al laboratorio de Bioseb Organics Cia. Ltda. Para determinar el grado infectivo de las bacterias y además la presencia de actinomicetos y ficomicetes (Anexo 6 y 7).

3.7.3. Siembra

Se colocó dos tubérculos semilla al fondo del surco por golpe.

3.7.4. Aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN)

Se realizó tres aplicaciones por asperjado de las bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN): la primera al momento de la siembra con la semilla inoculada más la primera fertilización de fondo, la segunda al retape en conjunto con la fertilización y tercero al primer aporque con la tercera fertilización de acuerdo a las dosis establecidas en los tratamientos respectivamente.

3.7.5. Control de malezas

Se controló en forma manual con azadón, para prevenir la presencia de malezas; posterior se realizó controles normales conjuntamente con los aporques correspondientes.

3.7.6. Riegos

Se realizaron 5 riegos por gravedad de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo a partir de la post siembra con frecuencias de 10 días y de acuerdo a las condiciones climáticas.

3.7.7. Control fitosanitario

Se realizó una desinfección de suelo antes de la siembra solo con insecticidas (Tiametoxam 1cc/l + Lambda-cihalotrina 1cc/l y Acefato 0,5g/l) para el control de *Premnotrypex vorax* y *Epitrix*. Durante el desarrollo del cultivo previo monitoreo se aplicaron fungicidas preventivos como Metiram a razón de 2,5 g/l y curativos Cymoxanil 2,5 g/l con fines de prevención de *Phytophthora infestans* y *Alternaria*

solani, en el control de insectos de *Liriomyza* spp se aplicó Avamectina a 0,5 cc/l en rotación con Permetrina a 0,5 cc/l.

3.7.8. Cosecha

Se realizó en forma manual con azadón, a los 165 días después de la siembra una vez que el cultivo alcanzó su madures fisiológica es decir cuando el follaje se secó y la cascara de la papa no se peló al friccionarla.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1. Altura de planta

Se midió desde la parte basal hasta el ápice de la planta, utilizando un flexómetro. Su evaluación se efectuó a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds); actividad que se realizó en 10 plantas tomadas al azar en la parcela neta (12 m²).

3.8.2. Diámetro del tallo

Se midió el diámetro de la base del tallo con un calibrador pie de rey en 10 plantas tomadas al azar en la parcela neta y su medida se registró en cm a los 60, 90 y 120 días después de la siembra (dds).

3.8.3. Número de tubérculos por planta

Esta variable se estableció a la cosecha, se contó el número de tubérculos por planta de las diez plantas seleccionas al azar en cada parcela experimental.

3.8.4. Rendimiento de tubérculos

Se cosechó toda la parcela neta de cada tratamiento y se procedió a la clasificación por categorías, el resultado se expresó en kg, para su respectiva categorización se utilizó la siguiente escala:

Primera: entre 8 y 14 cm

Segunda: entre 5 a 8 cm

Tercera: menor a 5 cm

3.8.5. Análisis económico del cultivo

Se determinó la utilidad económica en función del rendimiento alcanzado, el valor de la producción y el costo de cada uno de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de la planta

Los valores promedios de altura de planta alcanzados días después de la siembra (dds) de las variedades de papa se presentan en el Cuadro 3.

El análisis de variancia a los 60 dds, reportó significancia estadística al 5 % para variedades; siendo el coeficiente de variación de 12,67 %.

La variedad “Capiro” fue superior y diferente estadísticamente a “Roja Plancha” con promedios de 27,22 y 24,44 cm respectivamente.

Las dosis de bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN) y el testigo registraron valores de 24,41 a 26,86 cm las cuales no difirieron estadísticamente.

En los valores promedios de las interacciones de variedades por dosis de BSN no difirieron estadísticamente obteniéndose valores promedios de 23,25 a 28,63 cm.

El análisis de variancia a los 90 dds reportó significancia estadística al 1 % en variedades, presentándose un coeficiente de variación de 9,57 %.

La variedad “Capiro” con 67,68 cm de altura resultó estadísticamente con mayor altura que “Roja Plancha” que obtuvo 60,41 cm.

Las dosis de BSN y el testigo se observó que no difirieron estadísticamente con valores promedios de 61,95 a 66,46 cm de altura de planta.

Las interacciones de variedades por dosis de BSN y el testigo obtuvieron resultados estadísticamente similares que oscilaron desde 57,20 a 70,18 cm de altura.

A los 120 dds el análisis de varianza presentó significancia estadística al 1 % en variedades y tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 6,82 %.

La media de la altura de planta en variedades determinó que “Capiro” con 87,23 cm de altura de planta, sea estadísticamente superior a “Roja Plancha” que obtuvo un valor

inferior igual a 78,07 cm de altura.

Las dosis de BSN y el testigo sin aplicación, presentaron similar altura sin diferenciar estadísticamente entre sí con promedios que oscilaron entre 81,03 a 84,13 cm de altura.

Para la interacción de variedades por dosis de BSN, “Capiro” con dosis 6 - 4 - 2 l/ha de BSN, y el testigo sin aplicación, además “Roja Plancha” con 2 - 6 - 4 l/ha de BSN, presentaron valores semejantes de 89,73 - 87,38 - 85,95 - 85,88 - 80,33 - 78,53 - 77,25 cm de altura respectivamente. La variedad “Roja Plancha” sin aplicación de BSN alcanzó el menor tamaño con 76,18 cm de altura.

1.1. Diámetro del tallo

Los valores promedios de diámetro de tallo alcanzados a los 60, 90 y 120 días después de la siembra dds se exponen en el Cuadro 4.

El análisis de variancia a los 60 dds reportó significancia estadística al 1 % para variedades y variedades por dosis (interacciones); cuyo coeficiente de variación fue de 6,22 %.

La variedad “Capiro” obtuvo 1,09 cm de diámetro de tallo difiriendo estadísticamente a la variedad “Roja Plancha” que alcanzó el menor diámetro con 0,97 cm.

Los promedios en las dosis de BSN no diferenciaron estadísticamente los cuales variaron de 0,99 a 1,06 cm de diámetro de tallo.

La variedad “Capiro” a dosis de 6 - 2 - 4 l/ha - testigo sin aplicación de BSN y la variedad “Roja Plancha” a dosis de 4 l/ha de BSN resultaron estadísticamente similares con valores 1,13 - 1,10 - 1,09 - 1,04 y 1,03 cm de diámetro de tallo respectivamente. No así la variedad Roja Plancha sin aplicación de BSN obtuvo 0,93 cm como menor diámetro a los otros tratamientos.

En los valores promedios de diámetro de tallo a los 90 días después del trasplante el análisis de variancia reportó significancia estadística al 1 % en variedades y 5 % en la interacción, presentándose un coeficiente de variación de 8,32 %.

Cuadro 3. Valores promedios de altura de planta de papa variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

Variedades	Dosis BSN (l/ha)	Altura de planta (cm)					
		60 dds		90 dds		120 dds	
Roja Plancha		24,44	b *	60,41	b **	78,07	b **
Capiro		27,22	a	67,68	a	87,23	a
	2	24,41	ns	62,88	ns	83,14	ns
	4	26,86		64,89		82,31	
	6	26,83		66,46		84,13	
	0	25,23		61,95		81,03	
Roja Plancha	2	23,50	ns	61,00	ns	80,33	a *
Roja Plancha	4	26,00		60,70		77,25	a
Roja Plancha	6	25,03		62,75		78,53	a
Roja Plancha (testigo)	0	23,25		57,20		76,18	b
Capiro	2	25,33		64,75		85,95	a
Capiro	4	27,73		69,08		87,38	a
Capiro	6	28,63		70,18		89,73	a
Capiro (testigo)	0	27,20		66,70		85,88	a
Promedios		25,83		64,04		82,65	
Coeficiente de Variación (%)		12,67		9,57		6,82	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según prueba de Tukey.

*: Significativo al 5%

**: Significativo al 1%

dds: Días después de la siembra

ns= no significativo

La variedad “Capiro” con 1,30 cm de diámetro de tallo resultó estadísticamente superior a la variedad “Roja Plancha” que alcanzó 1,14 cm.

Los valores promedios de diámetro de tallo para las dosis de BSN fueron de 1,21 a 1,25 cm sin diferir estadísticamente.

Las interacciones de las variedad “Capiro” con 6 - 2 - 4 l/ha - testigo sin aplicación de BSN y la variedad “Roja Plancha” con dosis 2 - 4 y 6 l/ha de BSN obtuvieron resultados estadísticamente semejantes de 1,34 - 1,29 - 1,29 - 1,28 - 1,20 - 1,15 y 1,13 cm de diámetro respectivamente. La variedad “Roja Plancha” sin aplicación de BSN obtuvo un valor significativamente menor de 1,10 cm de diámetro comparado con los demás tratamientos.

120 días después del trasplante el análisis de variancia presentó significancia estadística al 1 % tanto en variedades e interacciones; siendo el coeficiente de variación de 7,11 %.

Las variedades se diferenciaron significativamente con valores 1,42 y 1,25 cm de diámetro de tallo tanto para Capiro y Roja Plancha respectivamente.

Los valores promedios para las dosis de BSN variaron de 1,31 a 1,36 cm de diámetro de tallos sin diferenciar estadísticamente.

De acuerdo a la prueba de Tukey las interacción de “Capiro” con dosis de 6 - 2 - 4 l/ha de BSN, el testigo sin aplicación y la variedad “Roja Plancha” con dosis de 4 - 6 l/ha de BSN y el testigo sin aplicación, presentaron valores de 1,47 - 1,42 - 1,42 - 1,38 - 1,27 - 1,26 y 1,24 cm de diámetro respectivamente no difiriendo significativamente entre si, mientras que la variedad “Roja Plancha” sin aplicación de BSN, alcanzó el menor diámetro con 1,22 cm diferente a las demás.

1.2. Número de tubérculos por planta

Los valores promedios de número de tubérculos por planta evaluados al momento de la cosecha se presentan en el Cuadro 5. El análisis de variancia reporto significancia estadística al 1 % tanto en variedades, dosis de BSN y variedades por dosis (interacciones); cuyo coeficiente de variación fue de 4,27 %.

Las variedades “Capiro” y “Roja Plancha” con promedios de 40,28 y 30,96 tubérculos/planta, respectivamente; difirieron estadísticamente.

Cuadro 4. Valores promedios de diámetro de tallo de papa variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

Variedades	Dosis de BSN (l/ha)	Diámetro de tallo (cm)		
		60 dds	90 dds	120 dds
Roja Plancha		0,97 b **	1,14 b **	1,25 b **
Capiro		1,09 a	1,30 a	1,42 a
	2	1,03 ns	1,25 ns	1,32 ns
	4	1,06	1,22	1,34
	6	1,04	1,22	1,36
	0	0,99	1,21	1,31
Roja Plancha	2	0,95 c **	1,20 a *	1,24 a **
Roja Plancha	4	1,03 a	1,15 a	1,27 a
Roja Plancha	6	0,96 b	1,13 a	1,26 a
Roja Plancha (testigo)	0	0,93 d	1,10 b	1,22 b
Capiro	2	1,10 a	1,29 a	1,42 a
Capiro	4	1,09 a	1,29 a	1,42 a
Capiro	6	1,13 a	1,34 a	1,47 a
Capiro (testigo)	0	1,04 a	1,28 a	1,38 a
Promedios		1,03	1,22	1,33
Coeficiente de Variación (%)		6,22	8,32	7,11

Letras distintas indican diferencias significativas (p = 0.05) según prueba de Tukey.

** : Significativo al 1%

* : Significativo al 5%

dds= Días después de la siembra

ns= no significativo

De acuerdo a la prueba de Tukey las dosis de BSN 2 - 4 y 6 l/ha se comportaron estadísticamente similar con promedios de 38,66 - 38,56 y 38,40 tubérculos/planta respectivamente, no así, el testigo sin aplicación de BSN mostró menor promedio de 26,85 tubérculos/planta.

Las interacciones que incluyen la variedad “Capiro” con las dosis 4 - 2 - 6 l/ha de BSN fueron superiores e iguales estadísticamente entre sí con 44,10 - 43,85 y 43,45 tubérculos planta en su orden; pero diferente a la variedad “Roja Plancha” si aplicación de BSN que obtuvo un resultado inferior de 24 tubérculos/planta.

1.3. Rendimiento de tubérculos

En el Cuadro 6, se anotan los valores promedios de rendimiento de tubérculos en kg/área útil de acuerdo a clasificación de primera, segunda y tercera categoría.

En los valores promedios de la primera categoría, el análisis de varianza detecto significancia estadística para variedades, dosis e interacciones; siendo el coeficiente de variación de 6,10 %.

Las variedades “Roja Plancha” y “Capiro”, difirieron significativamente, con promedios de 19,18 y 16,38 kg/área útil, en su orden.

La dosis de 6 l/ha de BSN con promedio de 21,63 kg/área útil, se comporto diferente estadísticamente a las demás, mientras la dosis 0 obtuvo el menor promedio de 13,53 kg/área útil.

La interacción de la variedad “Roja Plancha” con la dosis de 6 l/ha de BSN con valor promedio de 23,49 kg/área útil fue superior a los demás tratamientos. La variedad “Capiro” si aplicación de BSN logró el menor promedio con 12,03 kg/área útil.

En los promedios de rendimiento de tubérculos de segunda categoría, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística para dosis e interacciones. El coeficiente de variación fue de 12,27 %.

Las variedades “Capiro” y “Roja Plancha” con promedios de 19,50 y 18,67 kg/área útil de papa de segunda no difirieron significativamente.

Cuadro 5. Valores promedios de número de tubérculos de papa variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

Variedades	Dosis de BSN (l/ha)	Número de tubérculos / Planta	
Roja Plancha		30,96 b	**
Capiro		40,28 a	
	2	38,66 a	**
	4	38,56 a	
	6	38,40 a	
	0	26,85 d	
Roja Plancha	2	33,48 b	**
Roja Plancha	4	33,03 b	
Roja Plancha	6	33,35 b	
Roja Plancha (testigo)	0	24,00 d	
Capiro	2	43,85 a	
Capiro	4	44,10 a	
Capiro	6	43,45 a	
Capiro (testigo)	0	29,70 c	
Promedios		35,62	
Coeficiente de Variación (%)		4,27	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según la prueba de Tukey.

** : Significativo al 1 %

Las dosis de 6 - 2 - 4 l/ha de BSN con valores de 22,23 - 19,42 y 19,10 kg/área útil se comportaron estadísticamente iguales; difirieron del testigo sin aplicación de BSN que obtuvo 15,61 kg/área útil como menor promedio.

Las interacciones de “Roja Plancha” con las dosis de 6 l/ha, “Capiro” con dosis de 6 - 4 - 2 y “Roja Plancha” en dosis de 2 y 4 l/ha de BSN, lograron los mayores promedios con 22,23 - 22,23 - 20,16 - 19,58 - 19,26 y 18,04 kg/área útil de papa de segunda respectivamente, siendo iguales estadísticamente, pero diferentes de las interacciones “Capiro” y Roja Plancha” sin aplicación de BSN cuyo promedio fue de 16,04 y 15,17 kg de papa de segunda como menor promedio.

En los promedios de rendimiento de tubérculos de tercera categoría, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística para variedades, dosis e interacciones, con un coeficiente de variación es de 3,74 %.

La variedad “Capiro” obtuvo 17,54 kg de papa de tercera difiriendo estadísticamente a la variedad “Roja Plancha” que alcanzó el menor rendimiento con 14,16 kg/área útil de papa de tercera.

Los promedios en las dosis de BSN difirieron estadísticamente en los cuales 6 l/ha obtuvo el mayor promedio de 21,42 kg de papa siendo diferente a las demás dosis. El menor promedio lo alcanzó el testigo sin aplicación de BSN con un promedio de 11,79 kg de papa.

La variedad “Capiro” a dosis de 6 l/ha de BSN resultó estadísticamente diferente a los demás tratamientos con valor promedio de 24,33 kg de papa. No así la variedad “Roja Plancha” sin aplicación de BSN obtuvo 11,16 kg de papa como menor rendimiento a los otros tratamientos.

1.4. Análisis Económico

En el Cuadro 7, se presenta el análisis económico del rendimiento de tuberculos en función al costo de producción de cada tratamiento. Se observa que en los tratamientos de la variedad “Roja Plancha” con la dosis de 6 l/ha de BSN se obtuvo la mayor utilidad económica con \$ 7.333 USD mientras la menor utilidad fue en “Capiro” sin aplicación de BSN la cual presentó una utilidad de \$ 2.660 USD.

Cuadro 6. Valores promedios de rendimiento por categoría (primera, segunda y tercera) de papa variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

Variedades	Dosis de BSN (l/ha)	Rendimiento kg/área útil de acuerdo a la clasificación de mercado					
		Primera		Segunda		Tercera	
Roja Plancha		19,18 a	**	18,67	ns	14,16 a	**
Capiro		16,38 b		19,50		17,54 a	
	2	17,17 c	**	19,42 a	**	13,48 c	**
	4	18,78 b		19,10 a		16,69 b	
	6	21,63 a		22,23 a		21,42 a	
	0	13,53 d		15,61 b		11,79 d	
Roja Plancha	2	17,82 c	**	19,26 a	**	12,32 d	**
Roja Plancha	4	20,39 b		18,04 a		14,64 c	
Roja Plancha	6	23,49 a		22,23 a		18,51 b	
Roja Plancha (testigo)	0	15,02 e		15,17 b		11,16 d	
Capiro	2	16,52 d		19,58 a		14,64 c	
Capiro	4	17,17 d		20,16 a		18,75 b	
Capiro	6	19,78 b		22,23 a		24,33 a	
Capiro (testigo)	0	12,03 f		16,04 b		12,43 d	
Promedios		17,78		19,09		15,85	
Coeficiente de Variación (%)		6,10		12,27		3,74	

Letras distintas indican diferencias significativas (p = 0.05) según la prueba de Tukey.

** : Significativo al 1%

ns= no significativo

Cuadro 7. Análisis económico de rendimiento por categoría (primera, segunda y tercera) de papa variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

Variedades	Dosis de BSN (l/ha)	Rendimiento (kg/ha)			Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
		Primera	Segunda	Tercera		Fijos	Variables	Total	
Roja Plancha	2	19.805	21.402	13.686	9.629	4.837	60	4.897	4.733
Roja Plancha	4	22.653	20.042	16.268	10.300	4.837	120	4.957	5.344
Roja Plancha	6	26.095	24.695	20.572	12.350	4.837	180	5.017	7.333
Roja Plancha (testigo)	0	16.690	16.857	12.395	8.002	4.837	0	4.837	3.165
Capiro	2	18.360	21.760	16.268	9.658	4.937	60	4.997	4.662
Capiro	4	19.083	22.404	20.830	10.433	4.937	120	5.057	5.376
Capiro	6	21.973	24.695	27.028	12.153	4.937	180	5.117	7.037
Capiro (testigo)	0	13.366	17.823	13.815	7.597	4.937	0	4.937	2.660

* Costo USD/kg papa: primera \$ 0,22; segunda \$ 0,18 y tercera \$ 0,11 Junio/2013

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió el efecto de bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN) en el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa en variedades Roja Plancha y Capiro con diferentes dosis teniendo un testigo absoluto en cada una de las variedades.

La variedad “Capiro” en los valores promedios de altura de planta hasta los 120 días después de la siembra presentó diferencia significativa, lo que podría atribuirse a que esta característica es propia en esta variedad. En lo referente a las dosis no presentaron diferencias significativas frente al testigo en ninguna de las fechas evaluadas, esto podría atribuirse a que las dosis de BSN no influyo en este componente. Los promedios de las interacciones alcanzadas en altura se pudo observar a los 120 días en las dos variedades y en las diferentes dosis evaluadas de BSN. Estos resultados pueden mostrar que la inoculación de BSN permiten un desenvolvimiento nutricional favorable de nutrientes en el suelo del cual las plantas se ven beneficiadas como lo demuestra BIOSEB 2013.

En cuanto al diámetro de tallo los valores obtenidos en variedades presentan diferencias significativas obteniéndose en la variedad “Capiro” mayor diámetro en las tres evaluaciones realizadas sobre “Roja Plancha”, característica que puede atribuirse a la naturaleza propia de la variedad. Al analizar las dosis en el diámetro de tallo tanto las aplicadas con las bacterias como el testigo se comportaron similares razón que demuestra que las dosis de BSN no presento efecto en este componente. El diámetro de tallo en las interacciones se obtuvo que “Capiro” como “Roja Plancha” con las diferentes dosis de bacterias solubilizadoras BSN, alcanzaron valores no significativos estadísticamente entre si pero diferente frente a los testigos de las dos variedades. Estos resultados favorables a las dosis de bacterias solubilizadoras de nutrientes son gracias al efecto que permiten la formación de compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas y producen ciertos ácidos orgánicos que actúan en la solubilización de nutrientes inorgánicos, además este beneficio sumado la característica

botánica propia de las variedades permiten un desarrollo eficaz en este componente como lo afirma BIOSEP 2013.

El número de tubérculos por planta en las variedades “Capiro” y “Roja Plancha” difirieron estadísticamente, lo cual se deba a características propias de las variedades. Las dosis de bacterias solubilizadoras de nutrientes se comportaron estadísticamente similares pero diferentes al testigo, pudiendo atribuirse que si hay una efecto de bacterias en la solubilización de nutrientes y que beneficia en el número de tubérculos en esta variedades. Las interacciones que incluyen la variedad “Capiro” con las dosis 2 - 4 y 6 fueron superiores e iguales estadísticamente entre sí en el número de tubérculos, pero diferente a los tratamientos de la variedad “Roja Plancha” y los testigos de cada variedad. Estos resultados podrían atribuirse que sumado la característica propia de la variedad y efecto de solubilización de nutrientes permitió el incremento de número de tubérculos como lo demuestra BIOSEP 2013, al hablar del beneficio de las bacterias al permitir una mejor disponibilidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos para la planta.

Al referirnos en el rendimiento por categorías se pudo observar que en papa de primera, la variedad “Roja Plancha”, difirió significativamente a la variedad “Capiro” que solo alcanzó mayor significancia en segunda y tercera categoría, razón que se atribuiría a características propias de las variedades. Las dosis de bacterias solubilizadoras a 6 l/ha en sus promedios obtenidos en las tres categorías se comportaron diferentes estadísticamente las demás dosis y testigo por lo que podríamos atribuir a que una mayor concentración (Anexo 5-6) de bacterias permiten mayor disponibilidad de nutrientes por solubilización. La interacción de la variedad “Roja Plancha” con las dosis 6 l/ha, fue superior estadísticamente a los demás tratamientos en el rendimiento de papa de primera; mientras en papa de segunda las dos variedades “Capiro” y “Roja Plancha” en dosis de 2- 4 y 6 l/ha de bacterias solubilizadoras se comportaron estadísticamente similar y diferente de los tratamientos testigo. En los rendimientos de papa de tercera categoría la variedad Capiro con la dosis de 6 l/ha presentó mayor relevancia significativa a los demás tratamientos, por lo que podríamos manifestar que el efecto de las bacterias en las diferentes dosis de alguna manera permite un mejor desenvolvimiento de los elementos orgánicos e inorgánicos a nivel de suelo admitiendo de esta manera una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta y con el ello mayor rendimiento de acuerdo a las características propias de cada variedad.

Por otro lado también podríamos atribuir que uno de los elementos minerales determinantes en este tipo de suelo resulta el fosforo el cual por su baja concentración y factores (pH ácido) propios de los suelos del Carchi (Anexo 4) resulta deficiente entonces el efecto de estas bacterias solubilizadoras al permitir que estos fosfatos puedan ser solubles resulta ventajoso cuando se realiza una fertilización química de estos elementos como lo menciona Carrefour 2008.

En el análisis económico del rendimiento de tubérculos de papa en función del costo de producción, se observó que todos los tratamientos presentaron utilidades económicas; sin embargo podemos mencionar que la variedad “Roja Plancha” con la dosis de 6 l/ha de BSN pudo alcanzar un 146 % de utilidad comparado con el testigo de la misma variedad que alcanzó un 65 %. Estos resultados demuestran que, para obtener utilidades económicas resulta favorable el empleo de variedades de alta producción aplicando este sistema biológico de inoculación con BSN para lograr el máximo rendimiento de tubérculos por unidad de superficie.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se obtienen las siguientes conclusiones:

1. Mejores características agronómicas y mayor producción presenta la variedad “Roja Plancha” comparado con “Capiro” lo cual se atribuye a características propias de variedades.
2. Composición de aplicación de 2 - 4 - 6 l/ha de BSN en plantas de papa variedad “Roja Plancha” y “Capiro” determino que, 6 l/ha de BSN es la mejor dosis en el incremento de la productividad en las dos variedades, sobresaliendo “Roja Plancha” con mayor incremento en relación a plantas no aplicadas con las BSN.
3. Con la variedad “Roja Plancha” en dosis de 6 l/ha de BSN se obtiene mayor utilidad económica.

Analizadas las conclusiones se recomienda:

1. Utilizar la variedad “Roja Plancha” en siembras de cultivos de papa, debido a su comportamiento agronómico y capacidad de producción.
2. Utilizar BSN como inoculante al momento de realizar las fertilizaciones para lograr mejores resultados tanto en el comportamiento agronómico como productivo.
3. Realizar investigaciones en mayores dosis a las evaluadas.

VII. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de las bacterias solubilizadoras de nutrientes (BSN) el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa variedades Capiro y Roja Plancha en la Cooperativa Agroforestal Alejandro Almeida, sector San Tander de la Parroquia de La Libertad, cantón Espejo, provincia del Carchi, con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades del cultivo de papa a la aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes, identificar la dosis más efectiva de población bacteriana en el rendimiento de las variedades de papa evaluadas así como analizar económicamente los tratamientos.

Se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial (variedades x dosis) con cuatro repeticiones y ocho tratamientos. El lote experimental fue de 1.408,00 m² con parcelas de 20,00 m² siendo el área útil de 12,00 m².

Se evaluaron las variables, altura de planta, diámetro del tallo, número de tubérculos por planta y rendimiento de tubérculos. Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia, aplicando la prueba de Tukey al nivel 0,05 de significancia para determinar la diferencia entre las medias de los factores de estudio.

Los resultados experimentales determinaron que: mejores características agronómicas y mayor producción presenta la variedad “Roja Plancha” comparado con “Capiro” lo cual se atribuye a características propias de variedades. Composición de aplicación de 2 – 4 - 6 l/ha de BSN en plantas de papa variedad “Roja Plancha” y “Capiro” determino que, 6 l/ha de BSN es la mejor dosis en el incremento de la productividad en las dos variedades, sobresaliendo “Roja Plancha” con mayor incremento en relación a plantas no aplicadas y con la variedad “Roja Plancha” en dosis de 6 l/ha de BSN se obtiene mayor utilidad económica.

SUMMARY

In the present study aimed to examine the effect of nutrient solubilizing bacteria (BSN) development and yield of potato varieties Red Capiro iron in Agroforestry Cooperative Alejandro Almeida, San Tander sectors of the Parish of La Libertad Region Mirror, Carchi, in order to evaluate the agronomic performance of two varieties of the potato crop to solubilizing bacteria application of nutrients, identify the most effective dose of bacterial populations on the performance of potato varieties evaluated and analyzed treatments economically. Design was used randomized complete block (RCBD) with factorial arrangement (varieties x dose) with four replications and eight treatments. The experimental plot was 1,408.00 m² with 20,00 m² plots being the useful area of 12.00 m². Variables were evaluated, plant height, stem diameter, number of tubers per plant and tuber yield. All variables were subjected to analysis of variance, using the Tukey pruebaat the 0.05 level of significance to determine the difference between the means of the study factors. The experimental results determined that: improved agronomic characteristics and increased production presents the variety "Red Iron" compared with "Capiro" which is attributed to varietal characteristics. Applying composition 2 - 4 - 6 l / ha BSN variety potato plants "Red iron" and "Capiro" determined that 6 l / ha of the best dosage BSN in increased productivity in the two varieties, excelling "Red iron" with greater increase compared to plants not implemented and with the variety "Red iron" at a dose of 6 l / ha of BSN greatest economic benefit is obtained.

VIII. LITERATURA CITADA

- Cárdenas, M. 2010 . Origen e historia de la papa. Técnica agropecuaria. Órgano de la asociación peruana de ingenieros agrónomos.- biblioteca exp. Agric. La Molina.
- Carrefour. 2008. Cómo se hace agricultura ecológica. (en línea). Consultado: 13 de Julio del 2012. Disponible en: <http://www.crie.uji.es/agric/como.htm>
- Carrillo, L. 2003. Los microorganismos. (en línea). Consultado: 15 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap3.pdf>
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2009. Manejo Integrado del cultivo de papa. (en línea). Colombia. Consultado el 27 de mayo de 2012. Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=84IJ3KnbcFQC&pg=PA42&dq=etapas+fenol%C3%B3gicas+ppa&hl=es&ei=IIPXTOeXCsWBIAeU8LT9CA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCcQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false
- Donald, C. 2003. <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/33558/1/123674.pdf>*
- Egusquiza, B. 2000. La papa: producción, transformación y comercialización Editor International Potato Center (CIP). Lima, Perú. 192 p.
- FAO. 2010. Cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje # 33. Roma, Italia.
- FAO. 2012. Microorganismos. (en línea). Consultado: 30 de junio de 2015. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/soilbiota_biod_es.pdf
- Higa, P. 1995. Efecto de los microorganismos. (en línea). Consultado: 3 de marzo del 2012. Disponible en:
http://www.fundases.com/userfiles/file/MicroorG_Benef_Efect.pdf
- INFOAGRO. 2012. Microorganismos. (en línea). Consultado: 11 de marzo del 2012. Disponible en:

http://www.Infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm

INIAP. 2010. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias).

Ecuador. Manual del cultivo de papa. Manual No. 5 p 1– 2

INTA. 2012. Condiciones medioambientales para los cultivos. (en línea). Consultado: 10 de julio del 2012. Disponible en:

<http://Inta.es.scribd.com/doc/59077753/8/Temperatura>

MAGAP. 2011. El cultivo de la papa en el Ecuador. (en línea). Consultado: 13 de julio del 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/68112182/Proyecto-Cultivo-de-Papa1>

OFIAGRO. 2008. Diagnóstico de la situación actual de la cadena agroalimentaria de la papa en el Ecuador, (en línea). Consultado: 3 de marzo del 2012. Disponible en: <http://www.papandina.org/>

Parsons, D. 2008. Serie de manuales para la producción agropecuaria – PAPAS– Producción Vegetal. Editorial Litográfica Ingramex S.A. México. 46 p

Pumisacho, M y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa. (en línea). Consultado: 12 de junio del 2012. Disponible en: INIAP-CIP,

<http://es.scribd.com/doc/20552814/El-cultivo-de-la-papa-en-Ecuador>

Román, M., Hurtado, G. 2002. Guía Técnica del cultivo de papa. (en línea). Consultado: martes, 30 de junio de 2015. Disponible en: <http://www.redepapa.org/roman.pdf>

Sánchez, F. (2009). Las bacterias del suelo. (en línea). Consultado: 3 de junio del 2009. Disponible en:

http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/microbiologia/parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo.pdf

Waksman, D. 2012. Actinomicetos. (en línea). Consultado: 13 de mayo del 2012.

Disponible en: <http://blogs.creamoselfuturo.com/bio-tecnologia/2010/06/18/los-actinomicetos-como-fuente-de-productos-de-interes-biotecnologico/>

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de varianza

Cuadro 8. Análisis de variancia de altura de planta de papa a los sesenta días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	362,11				
Tratamientos	7	105,19	15,03	1,4 ns	2,4	3,5
Variedades (V)	1	61,60	61,60	5,8 *	4,3	7,8
Dosis (D)	3	35,45	11,82	1,1 ns	3,0	4,7
V X D	3	8,13	2,71	0,3 ns	3,0	4,7
Repeticiones	3	62,98	20,99	0,3 ns	4,3	8,5
Error	24	256,92	10,71			
Medias		25,8				
C.V.		12,67%				

* Significativo al 5%

ns No significativo

Cuadro 9. Análisis de variancia de altura de planta de papa a los noventa días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	1.459,42				
Tratamientos	7	557,66	79,67	2,1 ns	2,4	3,5
Variedades (V)	1	421,95	421,95	11,2 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	98,50	32,83	0,9 ns	3,0	4,7
V X D	3	37,22	12,41	0,3 ns	3,0	4,7
Repeticiones	3	158,63	52,88	0,1 ns	4,3	8,5
Error	24	901,75	37,57			
Medias		64,0				
C.V.		9,57				

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 10. Análisis de variancia de altura de planta de papa a los ciento veinte días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	1.511,50				
Tratamientos	7	748,72	106,96	3,4 *	2,4	3,5
Variedades (V)	1	671,61	671,61	21,1 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	41,34	13,78	0,4 ns	3,0	4,7
V X D	3	35,76	11,92	0,4 ns	3,0	4,7
Repeticiones	3	164,68	54,89	0,1 ns	4,3	8,5
Error	24	762,79	31,78			
Medias			82,7			
C.V.			6,82%			

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 11. Análisis de variancia de diámetro de tallo de papa a los sesenta días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	0,253				
Tratamientos	7	0,155	0,022	5,414 **	2,423	3,496
Variedades (V)	1	0,117	0,117	28,609 **	4,260	7,823
Dosis (D)	3	0,022	0,007	1,765 ns	3,009	4,718
V X D	3	0,016	0,005	1,331 ns	3,009	4,718
Repeticiones	3	0,020	0,007	0,057 ns	4,347	8,451
Error	24	0,098	0,004			
Medias			1,029			
C.V.			6,22%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 12. Análisis de variancia de diámetro de tallo de papa a los noventa días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	0,471				
Tratamientos	7	0,224	0,032	3,095 *	2,423	3,496
Variedades (V)	1	0,193	0,193	18,725 **	4,260	7,823
Dosis (D)	3	0,007	0,002	0,236 ns	3,009	4,718
V X D	3	0,023	0,008	0,743 ns	3,009	4,718
Repeticiones	3	0,128	0,043	0,220 ns	4,347	8,451
Error	24	0,248	0,010			
Medias			1,221			
C.V.			8,32 %			

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 13. Análisis de variancia de diámetro de tallo de papa a los ciento veinte días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	0,480				
Tratamientos	7	0,264	0,038	4,199 **	2,423	3,496
Variedades (V)	1	0,242	0,242	26,900 **	4,260	7,823
Dosis (D)	3	0,013	0,004	0,479 ns	3,009	4,718
V X D	3	0,009	0,003	0,351 ns	3,009	4,718
Repeticiones	3	0,035	0,012	0,049 ns	4,347	8,451
Error	24	0,216	0,009			
Medias			1,33			
C.V.			7,11%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 14. Análisis de variancia de numero de tubérculos de papa a los ciento veinte días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	1.605,45				
Tratamientos	7	1.550,04	221,43	95,9 **	2,4	3,5
Variedades (V)	1	693,78	693,78	300,5 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	820,45	273,48	118,5 **	3,0	4,7
V X D	3	35,81	11,94	5,2 **	3,0	4,7
Repeticiones	3	8,20	2,73	0,0 ns	4,3	8,5
Error	24	55,40	2,31			
Medias			35,6			
C.V.			4,27%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 15. Análisis de variancia de numero de tubérculos de papa a los ciento veinte días después de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	1.605,45				
Tratamientos	7	1.550,04	221,43	95,9 **	2,4	3,5
Variedades (V)	1	693,78	693,78	300,5 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	820,45	273,48	118,5 **	3,0	4,7
V X D	3	35,81	11,94	5,2 **	3,0	4,7
Repeticiones	3	8,20	2,73	0,0 ns	4,3	8,5
Error	24	55,40	2,31			
Medias			35,6			
C.V.			4,27%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 16. Análisis de variancia rendimiento de tubérculos de primera categoría de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	372,09				
Tratamientos	7	343,83	49,12	41,7 **	2,4	3,5
Variedades (V)	1	62,89	62,89	53,4 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	274,38	91,46	77,7 **	3,0	4,7
V X D	3	6,57	2,19	1,9 ns	3,0	4,7
Repeticiones	3	1,01	0,34	0,0 ns	4,3	8,5
Error	24	28,26	1,18			
Medias			17,8			
C.V.			6,10%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 17. Análisis de variancia rendimiento de tubérculos de segunda categoría de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	319,06				
Tratamientos	7	187,39	26,77	4,9 **	2,4	3,5
Variedades (V)	1	5,50	5,50	1,0 ns	4,3	7,8
Dosis (D)	3	176,63	58,88	10,7 **	3,0	4,7
V X D	3	5,26	1,75	0,3 ns	3,0	4,7
Repeticiones	3	68,54	22,85	4,2 ns	4,3	8,5
Error	24	131,67	5,49			
Medias			19,1			
C.V.			12,27%			

** Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 18. Análisis de variancia rendimiento de tubérculos de tercera categoría de la siembra variedades “Roja Plancha” y “Capiro” con aplicación de bacterias solubilizadoras de nutrientes. FACIAG. UTB. 2013.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.tab	
					F5%	F1%
Total	31	554,15				
Tratamientos	7	545,73	77,96	222,2 **	2,4	3,5
Variedades (V)	1	91,37	91,37	260,4 **	4,3	7,8
Dosis (D)	3	430,43	143,48	409,0 **	3,0	4,7
V X D	3	23,93	7,98	22,7 **	3,0	4,7
Repeticiones	3	0,99	0,33	0,0 ns	4,3	8,5
Error	24	8,42	0,35			
Medias			15,8			
C.V.			3,74%			

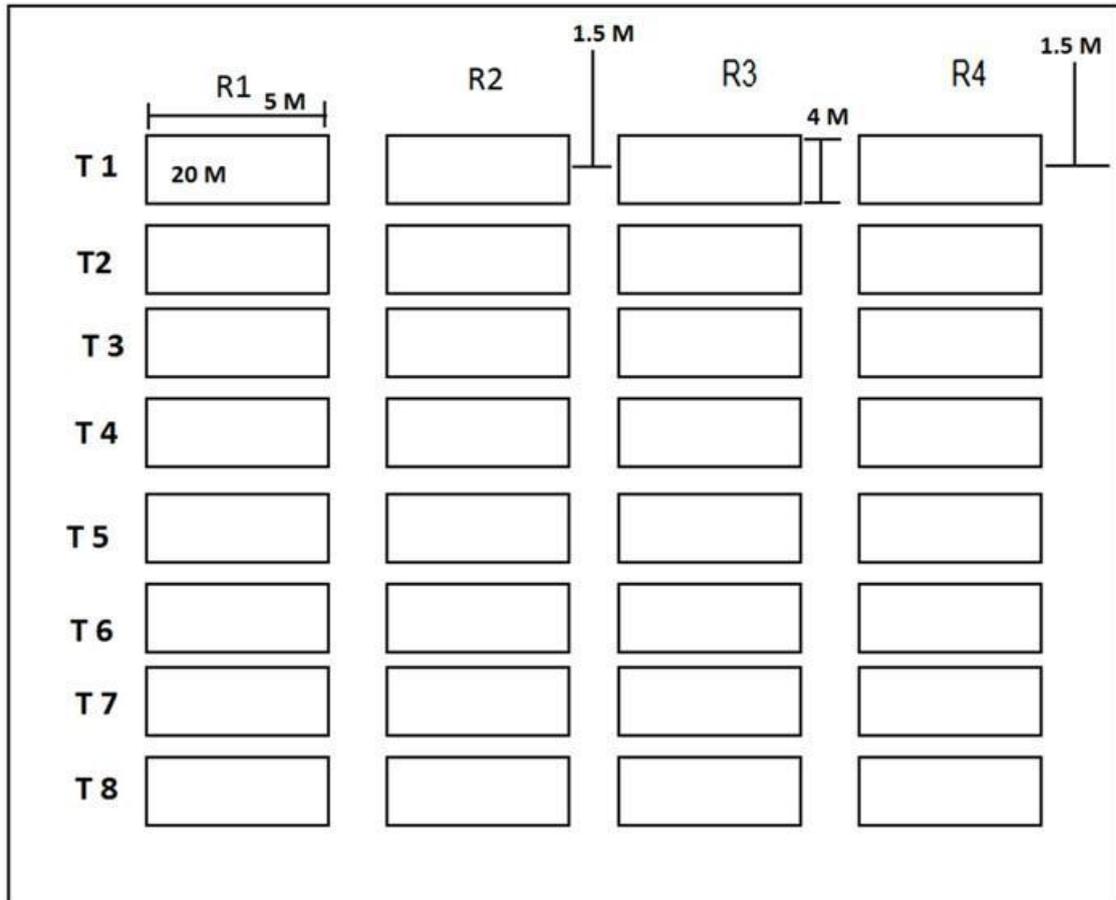
** Significativo al 1%

ns No significativo

Anexo 2. Costos y financiamiento de la investigación

Rubros	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total USD
Terreno				
Renta	Mensual	6	30	180,00
Insumos				
Semilla	Quintal	4	20	80,00
Fertilizantes				
8-20-20	Quintal.	4	40	160,00
Bacterias solubilizadoras	lt	5	30	150,00
Plaguicidas				
Cymoxanil	kg	2	11	22,00
Metyram	kg	2	12	24,00
Difenoconazol	lt	0,5	35	17,50
Tiametoxan	cc	500	0,07	35,00
Fipronil	cc	250	0,1	25,00
Fijador	lt	1	20	20,00
Mano de obra				
Siembra	Jornales	3	10	30,00
Aporque	Jornales	3	10	30,00
Riego	Jornales	10	10	100,00
Manejo	Tesista	1	200	200,00
Cosecha	Jornales	4	7	28,00
Materiales				
Piola	Rollo	3	3,5	10,50
Tablas	Unidad	5	4	20,00
Vigas	Unidades	12	3	36,00
Bomba de fumigar (renta)	Unidad	1	80	80,00
Metro	Unidad	1	5	5,00
Calibrador pie de rey	Unidad	1	22,5	22,50
Movilización				200,00
Material documentable				150,00
Imprevistos				300,00
Total				1925,50

Anexo 3. Diseño de parcelas



RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

NOMBRE: Iván Herembás		CULTIVO: Papa		FECHA: 2012 08 08	
MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos de 50 kg/ha
	N	P2O5	K2O		
4120 M1	180	355	185	18 - 46- 0 Fertipapa siembra (13- 32- 11) Fertipapa aporque (15- 17- 19) Sulfato de amonio Sulpomag Muriatode potasio (0-0-60)	8 7 8 2 2 2

El nivel crítico de fósforo (P) para el cultivo de papa es 40ppm

Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento

Aplicar al retape, todo el fertilizante (18 - 46 -0), el fertipapa siembra (13 - 32 -11), más el 50% de sulfato de amonio y sulpomag. El resto de fertilizantes aplicar en banda lateral a 10 cm de las plantas al aporque. Dependiendo de las condiciones del cultivo puede aplicar un saco de urea por hectárea al aporque.

Aplicar microelementos foliares compuestos o en forma de quelatos (especialmente Boro, y Cu) una o dos aplicaciones antes y al inicio de la floración.

Para corregir la deficiencia de boro aplicar 5 Kilos de bórax por hectárea disueltos en agua, y con bomba mochila al SUELO, al momento de la siembra (preferible) o retape. Otra alternativa es aplicar 10 kilos de Granulex boro (13% Boro) conjuntamente con los fertilizantes aplicados a la siembra o retape.

Parte del K se los recomienda en forma de sulpomag para compensar o reforzar el contenido de Mg y S. Considerando el pH muy ácido y el alto contenido de materia orgánica (20,73 %) es indispensable encalar aplicando cal agrícola al surco antes de la siembra. Esto permite regula localmente el pH y aprovechar la MO acumulada.

*Las recomendaciones son en sacos por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado.

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto ésta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Anexo 6. Reporte de análisis microbiológico 1

REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

TIPO DE MUESTRA: Muestra de suelo
FECHA DE INGRESO: 15/10/2012
EMPRESA: SR. IVAN HEREMBÁS

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO:

La muestra de suelo fue homogeneizada. Se preparó diluciones seriadas para la determinación de unidades formadoras de colonias por gramo.

CODIFICACION DE MUESTRAS:

BSB-168 → Muestra de suelo.

RESULTADOS

Población de microorganismos

Código	Número de unidades formadoras de colonias por gramo suelo (ufc/g)		
	Bacterias	Hongos	Actinomicetes
BSB-168	9.0x10 ⁷ (N) ¹	1.8x10 ⁵ (A)	-
Rango Normal	1x10 ⁶ - 1x10 ⁸	1X10 ³ - 1X10 ⁵	1X10 ⁶ - 1X10 ⁸

Hongos Benéficos

No hay presencia.

Hongos Fitopatógenos

No hay presencia.

COMENTARIO

Existe desbalance en las fracciones de las poblaciones microbianas debido a la ausencia de actinomicetes.

¹ MB, muy bajo; B, bajo; N, normal; A, alto; MA, muy alto

Anexo 7. Reporte de análisis microbiológico 2



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

TIPO DE MUESTRA: Muestra de suelo

FECHA DE INGRESO: 10/05/2013

EMPRESA: SR. IVAN HEREMBÁS

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO:

Las muestras de suelo fueron homogeneizadas. Se preparó diluciones seriadas para la determinación de unidades formadoras de colonias por gramo.

CODIFICACIÓN DE MUESTRAS:

BSB 278 → T3. BSB-279 → T4. BSB-280 → T2. BSB-281 → T1.

RESULTADOS

Población de microorganismos

Código	Número de unidades formadoras de colonias por gramo suelo (ufc/g)		
	Bacterias	Hongos	Actinomicetes
BSB-278	4.5×10^8 (A) ¹	3.7×10^4 (N)	5.4×10^4 (B)
BSB-279	3.7×10^7 (N)	1.9×10^4 (N)	2.4×10^5 (B)
BSB-280	4.1×10^7 (N)	4.5×10^4 (N)	1.4×10^5 (B)
BSB-281	3.1×10^7 (N)	4.5×10^4 (N)	6.3×10^4 (B)
Rango Normal	1×10^6 - 1×10^8	1×10^3 - 1×10^5	1×10^6 - 1×10^8

¹ MB, muy bajo; B, bajo; N, normal; A, alto; MA, muy alto.

Hongos Benéficos

No hay presencia.

Hongos Fitopatógenos

ID	DILUCIÓN	GÉNERO HONGO	PORCENTAJE DE	ufc/g
BSB-278	1/10	<i>Fusarium</i>	17.1%	6.3x10 ³
	1/10	<i>Cladosporium</i>	2.4%	9.0x10 ²
BSB-279	1/10	<i>Fusarium</i>	14.3%	2.7x10 ³
	1/10 ³	<i>Cladosporium</i>	8.3%	9.0x10 ⁴
BSB-280	1/10	<i>Fusarium</i>	4.0%	1.8x10 ³
BSB-281	1/10	<i>Fusarium</i>	6.0%	2.7x10 ³

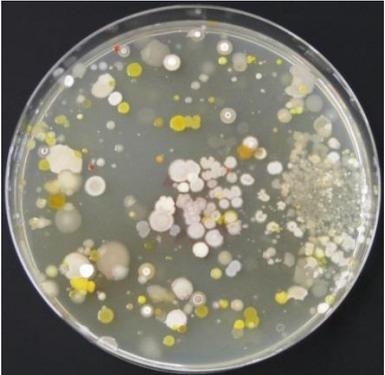
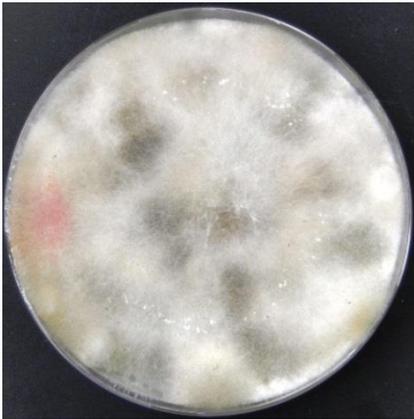
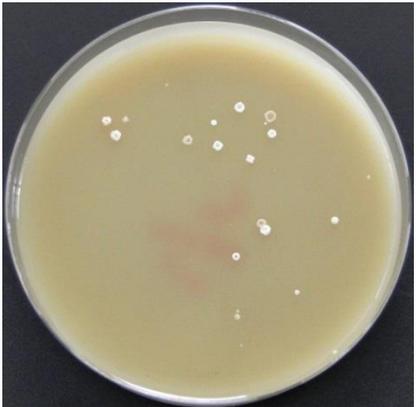
COMENTARIOS

Si bien es cierto se detectaron actinomicetes, el desbalance en las fracciones de microorganismos continúa por la baja población de actinomicetes. Además, se observa una presencia importante de hongos fitopatógenos.



Dr. Carlos Rodríguez M.; Ph.D
BIOSEBORGANICS CIA. LTDA

Anexo 8. Fotos de análisis microbiológico

CODIGO	BACTERIAS	HONGOS	ACTINOMICETES
BSB-278			
BSB-279			

CODIGO	BACTERIAS	HONGOS	ACTINOMICETES
BSB-280			
BSB-281			

Anexo 9. Fotos ensayo



Foto 1: Preparación del terreno



Foto 2: Toma de muestras de suelo



Foto 3: Encaladura



Foto 4: Incorporación de la cal



Foto 5: Delimitación de parcelas



Foto 6: Encaladura



Foto 7: Distribución del lote experimental



Foto 8: Desinfección del suelo con insecticida



Foto 9: Visita asesor



Foto 10: Visita asesor



Foto 11: Siembra



Foto 12: Distribución de semillas en campo



Foto 13: Dosificación de fertilizante



Foto 14: Aplicación en campo de fertilizante



Foto 15: Bacterias solubilizadoras



Foto 16: Aplicación de las bacterias en campo



Foto 17: Tapado de semilla



Foto 18: Desmalezado



Foto 19: Toma de la variable altura de planta



Foto 20: Variable diámetro de tallo



Foto 21: Variable diámetro de tallo



Foto 22: Plantas 60 días después de la siembra



Foto 23: Riego



Foto 24: Segunda fertilización primer aporque



Foto 25: segunda aplicación de bacterias solubilizadoras sobre el fertilizante



Foto 26: Segundo aporque



Foto 27: Planta a los 70 días después de la siembra



Foto 28: Monitoreo



Foto 29: Plantas inicio de flor



Foto 30: Variable altura de planta 90 días después de la siembra



Foto 31: Tercera dosis de fertilizante



Foto 32: Aplicación de fertilizante en campo al segundo aporque



Foto 33: Dosificación de bacterias solubilizadoras para la tercera aplicación



Foto 34: Tercera aplicación en campo de bacterias solubilizadoras



Foto 35: Segundo aporque



Foto 36: Plantas aporcadas



Foto 37: Plantas en floración



Foto 38: Plantas en épocas de formación de vayas



Foto 39: Cuajado de tuberculos



Foto 40: Cosecha



Foto 41: Clasificación por categorías primera
segunda y tercera



Foto 42: Peso de rendimiento