

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS y
AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS

**“EFECTO DE *Glomus intraradices* (micorrizas) SOBRE EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Solanum tuberosum*
“papa” EN INVERNADERO”**

Presentado por:

Bach. TORRES VITE BRYAN HERSON ALEXANDER

PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO

Asesor:

Dr. CONTRERAS LIZA, SERGIO EDUARDO

HUACHO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS y
AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS

**“EFECTO DE *Glomus intraradices* (micorrizas) SOBRE EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Solanum tuberosum*
“papa” EN INVERNADERO”**

Ing. Mg. Eroncio Mendoza Nieto
PRESIDENTE

Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo
SECRETARIO

Dr. Maria del Rosario Utia Pinedo
VOCAL

Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza
ASESOR

HUACHO – PERÚ

2019

Universidad Nacional
José Faustino Sánchez Carrión
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS y AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huacho, el día 23 de mayo del 2019, siendo las *12:01* en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agraria Industrias Alimentarias y Ambiental, los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

PRESIDENTE: Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO DNI N° 06723932
SECRETARIO: Dr. EDISON GOETHE PALOMARES ANSELMO DNI N° 15605363
VOCAL: Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO DNI N° 07922793
ASESOR: Dr. SERGIO EDUARDO CONTRERAS LIZA DNI N° 08787108

El postulante al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, don: **BRYAN HERSON ALEXANDER TORRES VITE**, identificado con DNI N° 47336618, procedió a la Sustentación de la Tesis titulada: **EFFECTO DE *Glomus intraradices* (micorrizas) SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE *Solanum tuberosum* "papa" EN INVERNADERO**, autorizado mediante Resolución de Decanato N° 328-2019-FIAIAyA de fecha 08/05/19, de conformidad con las disposiciones vigentes, absolvió las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado.

Concluida la sustentación de Tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando el candidato *Aprobado* por *Unanimidad* con la nota de:

CALIFICACIÓN		EQUIVALENCIA	CONDICIÓN
NÚMERO	LETRAS		
<i>18</i>	<i>Dieciocho</i>	<i>Muy bueno</i>	<i>Aprobado</i>

Siendo las *Tres y cinco* del día 23 de mayo, se dio por concluido el acto de Sustentación, firmando los presentes el libro de Actas de Sustentación de Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo correspondiéndole el folio N° 70 del Libro de Actas.



Mg. Sc. ERONCIO MENDOZA NIETO
PRESIDENTE



Dr. EDISON GOETHE PALOMARES ANSELMO
SECRETARIO



Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO
VOCAL



Dr. SERGIO EDUARDO CONTRERAS LIZA
ASESOR

DEDICATORIAS

Mi tesis lo dedico con todo amor y cariño.

- ❖ *A Dios por la vida, por la salud, por haberme regalado una familia maravillosa y por cada nuevo día que me da.*

- ❖ *A mis padres Miriam Vite Rivera y Eduardo Torres Ramirez, quienes me brindaron su apoyo incondicional, su noble dedicación y su gran amor. Así mi padre no esté conmigo, este triunfo es de ustedes dos. ¡Los amo!*

- ❖ *A mis hermanos, Maricielo, Maricruz, Augusto; por el apoyo, amistad y cariño. ¡Gracias!*

- ❖ *A mis Tíos y primos: Iris Vite, Sandro Serpa, Deyna, Sergio, Stefanie Medina, Bryan Huanuco, Ian, Eduardo Rivera, Maruja Taipe, Jeremi, Gianmarco, Pablo Vite, Maribel Vigil, Rodrigo, Favio Castillejo, Augusto Neyra, Victor y Zamira.*

- ❖ *A mi abuelita Mamilucy por dedicarme tiempo y haber estado conmigo apoyándome en todos los momentos para ser un hombre de bien y darme excelentes consejos en mi caminar diario. ¡Gracias!*

AGRADECIMIENTOS

Expreso de corazón mi sincera gratitud a mi tío Juan Enrique Vite Rivera, por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y lecciones día a día que fueron la base de mi formación personal y profesional.

A mi asesor de la tesis, Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza por la oportunidad y confianza en el desarrollo de esta labor, sus conocimientos, orientaciones, paciencia y su gran motivación, que ha sido fundamental para mi formación, quien se ha ganado mi lealtad y admiración.

Al proyecto FOCAM: “Uso de inductores de resistencia sistémica inducida (SAR) como estrategia de manejo agronómico sustentable en el cultivo de papa” por el financiamiento que pudo cubrir parcialmente esta investigación.

A mi novia, Midori Lisbeth Gomez Gomez, que con su valor y entrega ha sido una persona incondicional en mi vida, mi apoyo para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles, por ser la mujer que Dios me presentó en la vida para ser muy feliz y por su innegable dedicación y amor.

A la señora Lisbeth Gomez y el señor Humberto Gomez, por abrirme las puertas de su casa y de su corazón.

A los miembros del jurado el Ing. Mg. Eroncio Mendoza Nieto, Dr. Edison Palomares Anselmo y la Dr. Maria del Rosario Utia Pinedo, les agradezco por su tiempo y dedicación para corregir el manuscrito final y fungir como miembros del jurado evaluador.

Finalmente a mis amigos del Team Agro, Mandrakez, Kasugashi, Fertifito, Man, y El niño iama; a Elin Teodoro Serna y Yan Garcia Garcia por su ayuda, amistad y tiempo prestado durante las diferentes etapas del proyecto de investigación.

A todos ellos, ¡MUCHAS GRACIAS!

INDICE	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Importancia económica de la papa	3
2.3. Taxonomía e importancia que afectan a la papa	5
2.3.1. Organismos que afectan al cultivo de la papa	5
2.4. Variedades de papa - características	6
2.5. Taxonomía e importancia de micorrizas	6
2.5.1. Aspectos generales de las micorrizas	7
2.6. Clasificación de las micorrizas	7
2.7. Importancia de las micorrizas	9
2.8. Efectos de las micorrizas	10
2.9. Atributos de las micorrizas	10
III. MATERIALES Y METODOS	12
3.1. Ubicación	12
3.2. Materiales	12
3.3. Tratamientos	13
3.4. Diseño estadístico	13
3.5. Características evaluadas	14
3.6. Distribución de los tratamientos	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Altura inicial de planta	18
4.2. Altura de planta a los 15 días después del trasplante	19
4.3. Altura de planta a los 30 días después del trasplante	21
4.4. Número de brotes a los 30 días después del trasplante	22
4.5. Número de hojas	24
4.6. Número de tallos por planta	26
4.7. Diámetro de tallo	27
4.8. Número de flores a los 45 días	28
4.9. Número de brotes por planta a los 60 días	30
4.10. Peso fresco de muestras de hojas	31
4.11. Grado de senescencia de follaje (escala)	33

4.12. Peso fresco del follaje	34
4.13. Peso seco del follaje a la cosecha	36
4.14. Peso de tubérculos a la cosecha	37
4.15. Peso promedio del tubérculo	39
4.16. Número de tubérculos	40
4.17. Diámetro del tubérculo	42
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamiento de inoculación a usar en el experimento por cada genotipo de papa	13
Tabla 2. Esquema de análisis de variancia factorial	14
Tabla 3. Análisis de varianza para altura de planta (cm)	18
Tabla 4. Efecto de tratamientos de inoculación sobre la altura inicial de planta	18
Tabla 5. Interacción de tratamientos de inoculación y variedades de papa para altura inicial de planta	19
Tabla 6. Análisis de varianza para altura de planta a los 15 días después del trasplante	19
Tabla 7. Efecto de tratamientos de inoculación para altura de planta a los 15 días después del trasplante	20
Tabla 8. Interacción de tratamientos de inoculación y variedades de papa para la altura de planta a los 15 día después del trasplante	20
Tabla 9. Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días después del trasplante (cm)	21
Tabla 10. Efecto de tratamientos de inoculación para altura de planta a los 30 días después del trasplante	21
Tabla 11. Interacción de tratamientos con variedades para la altura de planta a los 30 días después del trasplante.	22
Tabla 12. Análisis de varianza para número de brotes a los 30 días después del trasplante	22
Tabla 13. Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 30 días después del trasplante	23
Tabla 14. Interacción de tratamientos con variedades para número de brote por planta a los 30 días después del trasplante	23
Tabla 15. Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días después del trasplante	24
Tabla 16. Efecto de tratamientos de inoculación para número de hojas por planta a los 30 días después del trasplante	24

Tabla 17. Interacción de tratamientos con variedades para el número de hojas por planta a los 30 días después del trasplante	25
Tabla 18. Análisis de varianza para número de tallos a los 60 días después del trasplante (n)	25
Tabla 19. Efecto de tratamientos de inoculación para número de tallos por planta a los 60 días después del trasplante	26
Tabla 20. Interacción de tratamientos con variedades para el número de tallos por planta a los 60 días después del trasplante	26
Tabla 21. Análisis de varianza para diámetro de tallos a los 60 días después del trasplante	27
Tabla 22. Efecto de tratamientos de inoculación para diámetro de tallo por planta a los 60 días después del trasplante	27
Tabla 23. Interacción de tratamientos con inoculación con variedades para diámetro de tallo por planta a los 60 días después del trasplante	28
Tabla 24. Análisis de varianza para número de flores a los 60 días después del trasplante (n)	28
Tabla 25. Efecto de tratamientos de inoculación para número de flores por planta a los 60 días después de trasplante	29
Tabla 26. Tabla de interacción de tratamientos con variedades para número de flores por planta a los 60 días después del trasplante	29
Tabla 27. Análisis de varianza para número de brotes a los 60 días después del trasplante (n)	30
Tabla 28. Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante	30
Tabla 29. Interacción de tratamientos con variedades para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante	30
Tabla 30. Análisis de varianza para peso fresco a los 65 días después del trasplante (g)	31
Tabla 31. Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante	32
Tabla 32. Interacción de tratamientos con variedades para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante	32

Tabla 33. Análisis de varianza para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante (g)	33
Tabla 34. Efecto de tratamientos de inoculación para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante	33
Tabla 35. Interacción de tratamientos con variedades para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante	34
Tabla 36. Análisis de varianza para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante	34
Tabla 37. Efecto de tratamientos de inoculación para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante	35
Tabla 38. Interacción de tratamientos con variedades para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante	35
Tabla 39. Análisis de varianza para peso seco del follaje a la cosecha	36
Tabla 40. Efecto de tratamientos de inoculación para peso seco del follaje a la cosecha	36
Tabla 41. Interacción de tratamientos con variedades para peso seco del follaje a los 90 días después del trasplante	37
Tabla 42. Análisis de varianza para peso de tubérculos a la cosecha (gr)	37
Tabla 43. Efecto de tratamientos de inoculación para peso de tubérculos a la cosecha	38
Tabla 44. Interacción de tratamientos con variedades para peso de tubérculos a la cosecha	38
Tabla 45. Análisis de varianza para peso medio tubérculos (gr)	39
Tabla 46. Efecto de tratamientos de inoculación para peso medio del tubérculo	39
Tabla 47. Interacción de tratamientos con variedades para peso medio de tubérculos	40
Tabla 48. Análisis de varianza para número de tubérculos a la cosecha	40
Tabla 49. Efecto de tratamientos de inoculación para número de tubérculos a la cosecha	41
Tabla 50. Interacción de tratamientos con variedades para número de tubérculos a la cosecha	41
Tabla 51. Análisis de varianza para diámetro de tubérculos a la cosecha (gr)	42

Tabla 52. Efecto de tratamientos de inoculación para diámetro de tubérculos a la cosecha	42
Tabla 53. Interacción de tratamientos con variedades para diámetro de tubérculos a la cosecha	43

RESUMEN

Objetivo: determinar el efecto de *Glomus intraradices* sobre el comportamiento agronómico de plántulas papa en invernadero. **Metodología:** la investigación se desarrolló en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicada en Huacho, provincia de Huaura, región Lima, durante los meses de noviembre del 2017 a Marzo del 2018. El sustrato fue 40% arena, 50% vermicompost y 10% pajilla de arroz. La temperatura ambiental promedio fue 25°C. Las plántulas *in vitro* de cinco genotipos de papa fueron trasplantadas a macetas de 4 litros e inoculadas con productos comerciales de: *Glomus intraradices*, *G. intraradices*+*Bacillus subtilis*, NPK+*G. intraradices* y control sin inoculación. Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro replicaciones. Los datos agronómicos, fueron sometidos a análisis de variancia y luego a pruebas de comparación de medias de Scott-Knott a nivel de significación del 5% y procesados a través de *Infostat*. **Resultados:** La inoculación con micorrizas o micorrizas con rizobacterias, superaron estadísticamente ($p < 0,05$), a los controles en el caso de peso de tubérculos por planta, peso medio del tubérculos, número de tubérculos por planta y diámetro del tubérculo, además de altura de planta a los 15 y 30 días del trasplante; para peso fresco del follaje por planta y grado de senescencia del follaje, el tratamiento control superó estadísticamente los tratamientos de inoculación. Los caracteres de número de brotes por planta, número de hojas y número de flores por planta no presentaron diferencias significativas. **Conclusiones:** la inoculación con micorrizas y/o rizobacterias mejora el desarrollo y la productividad de papa en invernadero.

Palabras claves: *Glomus intraradices*, comportamiento agronómico, plántulas *in vitro*, variedades de papa, invernadero.

ABSTRACT

Objective: to determine the effect of *Glomus intraradices* on the agronomic behavior of potato seedlings in the greenhouse. **Methodology:** the research was carried out at the José Faustino Sánchez Carrión National University, located in Huacho, province of Huaura, Lima region, from November 2017 to March 2018. The substrate was 40% sand, 50% vermicompost and 10 % straw rice. The average environmental temperature was 25 ° C. The in vitro seedlings of five potato genotypes were transplanted into 4 liter pots and inoculated with commercial products of: *Glomus intraradices*, *G. intraradices* + *Bacillus subtilis*, NPK + *G. intraradices* and control without inoculation. The completely randomized design was used with four replications. The agronomic data were subjected to analysis of variance and then to tests of comparison of means of Scott-Knott at the level of significance of 5% and processed through Infostat. **Results:** The inoculation with mycorrhizae or mycorrhiza with rhizobacteria, statistically surpassed ($p < 0.05$), the controls in the case of tubers weight per plant, average weight of the tubers, number of tubers per plant and diameter of the tuber, plus of plant height at 15 and 30 days after transplanting; For fresh weight of foliage per plant and degree of senescence of the foliage, the control treatment statistically exceeded the inoculation treatments. The characters of number of shoots per plant, number of leaves and number of flowers per plant did not show significant differences. **Conclusions:** inoculation with mycorrhizae and / or rhizobacteria improves potato development and productivity in the greenhouse.

Key words: *Glomus intraradices*, agronomic behavior, in vitro seedlings, potato varieties, greenhouse.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la necesidad del hombre por disminuir la contaminación ambiental y mejorar su calidad de vida lo ha llevado a buscar alternativas de mitigación, como en el caso de la agricultura donde este problema se agrava debido al uso indiscriminado de agroquímicos, que si bien tienen un efecto positivo en la producción, al mismo tiempo dañan la calidad del suelo generando pérdidas económicas y sobre todo efectos ambientales negativos. Uno de estos cultivos y que es objeto de la presente investigación es la papa, que actualmente se encuentra entre los cuatro alimentos más importantes a nivel mundial después del arroz; trigo y maíz. El crecimiento positivo de la producción de papa se explica básicamente por la capacidad de adaptarse a las condiciones de clima de diferentes regiones del planeta y mejoras tecnológicas en los sistemas de producción y comercialización (Ministerio de Agricultura, 2006).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que forman simbiosis con el 80% de las plantas terrestres (Vierheilig, 2004), formando arbusculos, vesículas (en algunas especies) e hifas, dentro de las células corticales de las plantas que colonizan (Douds y Millener, 1999). Esta asociación simbiótica entre el hongo y la planta, actúa como un complemento de la raíz de la planta en la toma de nutrientes (Colozzi y Cardozo, 2000), especialmente en la absorción de P, aumento de la tolerancia a condiciones de stress abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de N₂ (Barea, 2005)

El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto de *Glomus intraradices* (hongo micorrízico) sobre el comportamiento agronómico de plántulas de “papa” en invernadero. Los objetivos específicos fueron: determinar el efecto de *Glomus intraradices* sobre atributos fisiológicos de plántulas de *Solanum tuberosum* “papa” en invernadero, y sobre las características productivas de plántulas de “papa” en invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Cesaro *et al.* (2008) demostraron que la simbiosis entre las raíces de las plantas y los hongos micorrízicos arbusculares (*Glomus intraradices*) afecta tanto a la diversidad como a la productividad de las comunidades agrícolas en un 30.7% y 16.7% respectivamente.

Los beneficios que aporta el género *Glomus* es la protección a diversas situaciones dañinas para las plantas, como el ataque de patógenos, y parásitos; ya que protege por medio de competición, impidiendo la llegada de algún patógeno a las raíces, o puede producir sustancias antibióticas (quitinasas y fitoalexinas) que detienen o matan algunos 21 organismos nocivos presentes en el suelo como por ejemplo; *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis basicola*, *Macrophomins* y *Verticillium*.(Flores, 2012).

Rodríguez, Quiñones y Hernández (2006) determinaron los porcentajes de colonización micorrízica (C%) y densidad visual (DV%), en raíces de las vitroplantas de papa no inoculadas e inoculadas con tres cepas de HMA. Los tres tratamientos inoculados con HMA mostraron valores superiores al control en el porcentaje de colonización micorrízica, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en el porcentaje de densidad visual sobresalieron por sus elevados valores las vitroplantas tratadas con *Glomus sp.* 26%(C) - 3.69% (DV), seguido por los tratamientos inoculados con *Glomus mosseae* 25.7%(C) - 1.24% (DV) y *Glomus claroideum* 25% (C) y 1.35% (DV); que superaron al control sin diferir estadísticamente entre ellos 21% (C) – 0.46% (DV).

Duffy y Cassells (2000) demostraron que la inoculación de micorrizas puede influir en la calidad del rendimiento de los microplantas de papa. Los tratamientos Vaminoc y Endorize promovieron la floración, 80% y 76%, respectivamente, a los 2 meses después de la siembra, en relación con el control de microplantas (60% a los 2 meses), *G. intraradices* el tratamiento redujo la floración, 14% a los 2 meses. El rendimiento promedio de tubérculos para un control derivado de tubérculos fue de 1.2 kg. por planta, y el rendimiento promedio por planta para el control de

microplantas fue significativamente menor con 0.9 kg. El tratamiento con Vaminoc no fue significativamente diferente del control de microplanta. Los rendimientos Endorize IV y *G. intraradices* fueron significativamente menores a 0.64 kg y 0.41 kg por planta, respectivamente. El número promedio de tubérculos de semilla para los tratamientos respectivos fue, 1.2 para el cultivo de semilla-tubérculo, 3.8 para los microplants de control, 3.8 para el *G. intraradices*, 6 para Vaminoc y 8.5 para Endorize IV cultivos, respectivamente.

2.2. Importancia económica de la papa

De acuerdo con las estadísticas de la FAO (2016), la producción de Perú en el 2014 ocupó el lugar 14, dentro del conjunto de 150 países que siembran este cultivo; siendo el segundo país con mayor producción en América, después de Estados Unidos; y, el primero, en América del Sur.

Ese mismo año el Perú ocupó el octavo lugar en el mundo respecto la superficie cosechada, superando a países como Alemania, Francia, Polonia y Países Bajos, que se ubican dentro de los primeros 10 lugares como productores del mundo. No obstante, desde la perspectiva de productividad por ha, la ubicación del Perú se vio relegada al puesto 122, con un rendimiento promedio de 14 778 kg/ha, inferior en 26,0%, respecto del promedio mundial, e inclusive menor que los rendimientos obtenidos por nuestros países vecinos, que oscilan entre 18 449 Kg/ha (Ecuador), 20 042 Kg/ha (Colombia), 27 941 Kg/ha (Brasil) y 21 675 Kg/ha (Chile). Los rendimientos en los países europeos como Francia, Alemania, Países Bajos; así como, de los Estados Unidos de América, superan las 45 mil Kg/ha.

Con respecto a las principales zonas productoras de papa, para el año 2016 la superficie de este cultivo fue de 311,2 mil hectáreas a nivel nacional, ocupando el segundo lugar, después del arroz, dentro del conjunto de cultivos transitorios que se siembran cotidianamente en el país.

Este tubérculo se cultiva en 19 de las 25 regiones del país, siendo la región Puno, la de mayor producción y la región Lambayeque, la de menor producción.

Por zonas de producción, el 47.1% de la producción nacional corresponde al conjunto de regiones de la Zona Sierra Sur del país (Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), el 28.5% al conjunto de regiones de la Zona Sierra Centro (Huánuco, Junín, Huancavelica y Pasco), el 20.3% al grupo de regiones la Zona Sierra Norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash, Amazonas, Piura y Lambayeque); y, el 4.1% restante, a la producción de las regiones de la Zona Centro Costa (Lima e Ica).

El nivel de productividad por ha, alcanzado por cada departamento. Es evidente las asimetrías a nivel del país, ya que mientras en Arequipa se obtiene un rendimiento promedio de 33.5 t/ha y en Ica 32.2 t/ha, en las regiones de Piura y Lambayeque, estos apenas llegan a 9.5 t/ha y 6.6 t/ha, respectivamente. Estas diferencias están relacionadas directamente con manejo del cultivo en áreas bajo riego o bajo seco; así, se tiene que en Arequipa, Ica y Lima, que muestran los más altos rendimientos del país, casi toda la producción proviene de áreas bajo riego; mientras que, en las regiones de Huánuco, Junín, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica, con rendimientos más bajos, la producción proviene en su mayor parte de áreas bajo seco y en una pequeña proporción de áreas bajo riego. En los casos de Piura y Lambayeque, que registran los rendimientos más bajos del país, toda la producción proviene exclusivamente de áreas bajo seco. Cabe destacar, sin embargo, que en 10 de las 19 regiones productoras de papa, se obtiene rendimientos por encima del promedio nacional, que fue de 14.5 t/ha, y que la producción de papa ha venido creciendo, principalmente, en base a la mejora de rendimientos, que de una expansión de las áreas cosechadas.

Los precios en chacra corresponden a precios promedio ponderado y se van construyendo desde el nivel de Agencia Agraria (Los precios en chacra varían de región a región y están influenciados por la variedad predominante que cada cual cultiva. En tal sentido, el precio en chacra promedio nacional es un precio promedio ponderado y, por tanto, representativo del producto papa).

En la última década el precio promedio en chacra mostró una tendencia favorable para los agricultores dedicados a este cultivo, ya que año a año fue incrementándose,

pasando de S/ 0.45 el Kg, en el 2007 a S/ 1.03, en el 2016, con las únicas interrupciones en los años 2010 y 2014.

2.3. Taxonomía y organismos que afectan a la papa

Según Sensu y Reveal (2009)

Reino: Plantae

Clase: Magnoliophyta

Subclase: Magnolospida

Orden: Solanales

Familia: Solanáceae

Género: *Solanum*

Especie: *tuberosum*

Nombre científico: *Solanum tuberosum* “papa”

Nombres comunes: papa, potato, papa blanca, amkha en quechua, chchukki en aymara.

2.3.1. Organismos que afectan al cultivo de la papa

Phytoplasmas: Los principales fitoplasmas que afectan al cultivo de la papa son, la punta morada de la papa, escoba de brujas y la bola de hilo.

Hongos: Entre las enfermedades fungosas se encuentran la roña *Spongospora subterranea*, tizón tardío *Phytophthora infestans*, pudrición rosada *Phytophthora erythroseptica*, tizón temprano *Alternaria solani*, pudrición basal *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, pudrición seca y marchitez por *Fusarium spp.* (Reynoso *et al.*, 2011).

Nematodos: Entre los nematodos se encuentran *Globoderapallida*, *G. rostochiensis*, *Meloidogyne spp.* Y *Nacobbus aberrans*, que inducen agallas, *Pratylenchus spp.* Induce lesiones radiculares (Cepeda 2003).

Los Virus: Al presente se han reportado alrededor de 28 virus que infectan al cultivo de la papa. De éstos, el virus X (PVX), virus Y (PVY), y el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) de la papa, son los más importantes a nivel mundial.

Bacterias: Las principales enfermedades bacterianas que afectan a este cultivo son marchitez bacteriana *Ralstonia solanacearum*, pierna negra y pudrición blanda *Pectobacterium spp.*, pudrición anular *Clavibacter michiganensis* sub., sarna común *Streptomyces scabies* (Thaxter), (Hiltunen et al., 2005).

2.4. Variedades de papa – características

Unica: La forma de la hoja es disectada, con cinco pares de folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre los pecíolos. Las flores son violetas y no forman bayas en épocas con bajas temperaturas. Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semiprofundo. La piel del tubérculo es de color rosado. La pulpa es crema (CIP, 2000).

Canchan: Periodo vegetativo 120 días, Rendimiento 32-36 t/ha. La piel del tubérculo es de color rosado. Susceptible a racha. Progenitores: BL-1.2 x Murillo III-80. (Fries y Tapia. 2007).

Perricholi: Periodo vegetativo 140 días, Rendimiento 38-40 t/ha. Tolerante a heladas. Susceptible a rajaduras. Progenitores: 801013=(MEX 72 =I-1058) x 700764=(Casa Blanca EE-2010). (Gomez et al. 2008)

Yasmine: Clon avanzado del CIP (CIP 396311.1). Periodo vegetativo 100 días, Precocidad intermedia. Hábito de crecimiento determinado. Rendimiento 30 t/ha. Apta para procesamiento en tiras. Resistente a virus X, Virus Y. Progenitores: 391925.2 x C92.030. (Pradel et al 2017).

Faustina: Clon avanzado del CIP (CIP 399101.1) Periodo vegetativo 80 días, Precocidad alta. Rendimiento 30 t/ha. Apta para procesamiento en tiras y snacks. La piel del tubérculo es de color rosado. Resistente a virus X, Virus Y. Tolerancia al calor. Progenitores: 391213. 1 x 388972.22. (Pradel et al 2017).

2.5. Taxonomía e importancia de micorrizas

Según Oehl *et al.* (2011)

Reino: Hongos

Clase: Glomeromicetos

Orden: Glomerales

Familia: Glomeraceae

Género: *Glomus*

Especie: *intraradices*

Nombre científico: *Glomus intraradices*

2.5.1. Aspectos generales de las micorrizas

Las micorrizas fueron descubiertas por el botánico alemán Frank en 1885, en las raíces de algunos árboles forestales, recién en 1900 el francés Bernard puso de manifiesto su importancia estudiada las orquídeas, eran considerados excepciones, pero ahora se sabe que casi la totalidad de las plantas verdes, con algunas excepciones, viven en simbiosis con hongos. Las primeras que despertaron interés fueron las micorrizas de los árboles forestales, aunque las plantas cultivadas comenzaron a estudiarse en 1910, es recién después de los trabajos de Mosse en Inglaterra, 1955, cuando se empieza a reconocer la importancia y la generalidad de esta simbiosis (Alarcón y Ferrera, 2000).

El nombre de micorriza hace referencia a la simbiosis hongo - raíz (myces- rhiza), en la que el hongo ante la incapacidad de sintetizar productos orgánicos, los obtiene a través de la planta. La planta a su vez se beneficia mejorando la captación de agua y minerales del suelo, optimizando el metabolismo del fósforo (P) y de nitrógeno (N). (Rausch, C, 2001). Los hongos micorrizicos están compuestos de filamentos finos y tubulares, las hifas, las cuales forman el cuerpo del hongo o micelio (Bonfante, 2001).

2.6. Clasificación de las micorrizas

En general se reconocen tres grupos principales de micorrizas, clasificadas de acuerdo a las estructuras que desarrollan para relacionarse con su hospedero, estas son las ectomicorrizas, endomicorrizas y ectendomicorrizas (Wilcox, 1991).

Las ectomicorrizas:

Es una asociación donde el micelio del hongo invade la raíz sin entrar en el interior de las células formando una estructura característica, la red de Hartig, de aquí el nombre de ectomicorrizas, se encuentran asociadas a plantas de ambientes templados, observándose la simbiosis entre especies arbóreas y hongos filamentosos terrestres (Ascomicetes y basidiomicetes esencialmente) (Smith y Read, 1997)

Las ectomicorrizas:

Están ampliamente dispersas en la naturaleza y se estima que el 10% de la flora mundial presenta este tipo de asociación. Principalmente las familias Panaceas, Betulaceas, Fagaceas y también Ericaceas y algunas Myrtaceas, Jugladaceas y Salicaceas (Bonfante, 2001).

Las Ectendomicorrizas:

Se caracterizan por formar un manto miceliar más delgado y una red de Hartig más gruesa que las ectomicorrizas, junto con la penetración de hifas a las células, clasificadas en micorrizas arbutoide y monotropoide (Reid, 1990).

Arbutoide:

Forman un manto externo con hifas que penetran a las células para formar rulos, con hifas intra e intercelulares; las intercelulares no forman red de Hartig. Relaciona a los miembros del genero Boletus. (Reid, 1990).

Monotropoide:

Diferenciada apenas por la forma de penetración de las hifas a las células radicales. (Reid, 1990).

Las Endomicorrizas

Es el segundo tipo más extendido de micorrizas, se caracterizan por la penetración intercelular e intracelular en las células corticales y epidérmicas de la raíz, formando arbusculos, que aseguran una gran superficie de contacto entre ambos simbioses, las endomicorrizas no se introducen en los sistemas vasculares y meristemáticos. El abundante micelio que se ramifica a través de la raíz y se extiende hacia a fuera del

suelo provoca pocos cambios en la estructura de la raíz, estas micorrizas no forma, el manto externo de Sheating ni la red interna de Hartig (Wilcox, 1991).

De acuerdo a Scennerini y Bonfante (1982), las endomicorrizas se subdividen en micorrizas Ericoides, Orquidiodes y Vesículo- Arbuscular.

Orquidiode:

Llamadas de oville, es un tipo de endomicorriza importante las orquídeas porque promueve la germinación de sus diminutas semillas y le confiere todos los nutrientes en estado juvenil, pero una vez que la planta crece y fotosintetiza, generalmente se independiza del hongo. Se desarrollan principalmente en tierras calientes, con pH ácido y en suelos pantanosos. Generalmente no forman manto de hifas, ni red de Hartig, las hifas están retorcidas en las células radicales. Los hongos que participan de esta simbiosis pertenecen a los Basidiomicetos (Blanco y Salas, 1997).

Ericoide:

Se encuentran en la mayoría de los géneros de las plantas de la familia Ericaceae, están asociados con los sistemas radicales ramificados, carentes de pelos radicales y con diámetro radical muy corto (1 - 3 capas de células corticales), penetran la pared de las células corticales e invaginan la membrana plasmática. Forman un manto rudimentario, presentan hifas intercelulares e intracelulares donde las intracelulares forman masas compactas que pueden ser digeridas. No se forman vesículas ni arbusculos. Los hongos que intervienen pertenecen a los Ascomicetos (Alarcón y Ferrera, 2000).

Vesículo-Arbuscular:

El micelio del hongo invade la raíz, inicialmente es intercelular, pero luego penetra en el interior de las células radicales, desde la rizodermis hasta las células corticales (Alarcón y Ferrera, 2000).

2.7. Importancia de las micorrizas

La mayoría de las plantas que presenta asociación con hongos exhiben micorrizas vesículo arbúsculares, siendo estas las que afectan a la mayor parte de los

cultivos económicamente más importantes entre ellos el trigo, maíz, cebada, arroz, olivo, vid, cítricos, café y tabaco con excepción de las crucíferas y las quenopodiáceas (Azcon, 1998). Estos hongos inferiores que forman endomicorrizas vesículo arbúsculares pertenecen a un solo grupo, los *Glomales* (Zygomycetes), con seis géneros y un centenar de especies distribuidas en todos los continentes.

El orden Glomales incluye alrededor de 150 especies de hongos micorríticos vesículo arbúsculares, las cuales se han clasificado en base a sus características morfológicas y estructurales de las esporas asexuales. (Walker, 1992).

2.8. Efectos de las micorrizas

Según Rodríguez, Quiñones y Hernández (2006), las micorrizas incrementa la formación de microflora del suelo y un rápido restablecimiento del equilibrio biológico natural. Acelera un mayor y más rápido crecimiento de las plantas. Formando una mayor masa de raíces, reduciendo considerable de la erosión del suelo (minimiza la pérdida de suelo por efecto del viento, ya que se incrementa la cantidad de masa radicular). Así mismo asimila las sustancias nutritivas que de otra forma no estarían disponibles para las plantas (ahorro de fertilizantes).

Mejora de la tolerancia del stress hídrico mediante una mejor utilización de la humedad del suelo. Mejora de la capacidad de resistencia frente a organismos patógenos (reducción de aplicaciones químicas, tales como insecticidas y fungicidas). Incrementa la tolerancia de las raíces frente al ataque de microorganismos patógenos y nemátodos.

Disminuyendo la posibilidad de infectarse con *Phytophthora*, *Aphanomyces*, *Pythium*, disminuyendo daños vasculares como *Fusarium* y *Verticillium* y a nematodos fitoparásitos agalladores y lesionadores como *Meloidogyne* y *Pratylenchus* entre otros.

2.9. Atributos de las Micorrizas

Las micorrizas arbusculares cumplen una función vital en los ecosistemas, originando múltiples efectos positivos para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Smith y Read, 2008)

Aumentan la capacidad de absorción de fósforo y nutrientes de lenta difusión en el suelo reduciendo su dependencia a fertilizantes. Aumentan la tolerancia a periodos de sequía y al déficit hídrico. Aumentan la tolerancia al aluminio, a la toxicidad por metales pesados y contaminantes orgánicos.

Potencialmente incrementan el crecimiento de la planta y la uniformidad en cultivos. Aumentan la tolerancia de las raíces a patógenos del suelo (nematodos, *Fusarium*). Funcionan como un mecanismo de restauración ecológica de los suelos. Aumentan la biodiversidad vegetal en el ecosistema como producto de la biodiversidad de especies de HMA.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

El invernadero donde se realizó el trabajo de investigación se encuentra en el departamento de Lima, provincia de Huaura, distrito de Huacho. En la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental (Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión).

Geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas UTM -11.125665 - 77.60861, a una altitud de 68 m.s.n.m.

3.2. Materiales.

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

✓ Plántulas In vitro de papa: Genotipos de canchán, única, perricholi, faustina y yasmine.

- ✓ Micorrizas (Myco Soluciones)
- ✓ *Bacillus subtilis* (producto comercial: Biosafe)
- ✓ Fertilizantes NPK (240-180-180)
- ✓ Fosfito de potasio
- ✓ Jiffys - 7
- ✓ Bandejas
- ✓ Arena lavada
- ✓ Vermicompost
- ✓ Cascarilla de arroz
- ✓ Macetas
- ✓ Carretilla
- ✓ Lampa
- ✓ Vernier
- ✓ Cuaderno
- ✓ Lápiz y lapicero
- ✓ Regla
- ✓ Tijera

Equipos:

- ✓ Estufa
- ✓ Balanza digital
- ✓ Cámara Fitotron, Modelo SGC-120

3.3. Tratamientos

Tabla 1

Tratamiento de inoculación y variedades de papa a usar en el experimento

Nº TRAT	TRATAMIENTOS		REPETICIÓN			
	VARIETADES	INOCULANTES/FERTILIZANTES	I	II	III	IV
T1	Unica	Control (sin fertilización, ni inoculación)	T1.1	T1.2	T1.3	T1.4
T2	Unica	Fertilización NPK + <i>Glomus</i>	T2.1	T2.2	T2.3	T3.4
T3	Unica	<i>Glomus</i> , sin fertilización	T3.1	T3.2	T3.3	T3.4
T4	Unica	<i>Glomus</i> + <i>Bacillus</i>	T4.1	T4.2	T3.4	T4.4
T5	Canchán - INIA	Control (sin fertilización, ni inoculación)	T5.1	T5.2	T5.3	T5.4
T6	Canchán - INIA	Fertilización NPK + <i>Glomus</i>	T6.1	T6.2	T6.3	T6.4
T7	Canchán - INIA	<i>Glomus</i> , sin fertilización	T7.1	T7.2	T7.3	T7.4
T8	Canchán - INIA	<i>Glomus</i> + <i>Bacillus</i>	T8.1	T8.2	T8.4	T8.4
T9	Perricholi	Control (sin fertilización, ni inoculación)	T9.1	T9.2	T9.3	T9.4
T10	Perricholi	Fertilización NPK + <i>Glomus</i>	T10.1	T10.2	T11.3	T12.4
T11	Perricholi	<i>Glomus</i> , sin fertilización	T11.1	T11.2	T11.3	T11.4
T12	Perricholi	<i>Glomus</i> + <i>Bacillus</i>	T12.1	T12.2	T12.4	T12.4
T13	Yasmine	Control (sin fertilización, ni inoculación)	T13.1	T13.2	T13.3	T13.4
T14	Yasmine	Fertilización NPK + <i>Glomus</i>	T14.1	T14.2	T14.3	T14.4
T15	Yasmine	<i>Glomus</i> , sin fertilización	T15.1	T15.2	T15.3	T15.4
T16	Yasmine	<i>Glomus</i> + <i>Bacillus</i>	T16.1	T16.2	T16.4	T16.4
T17	Faustina	Control (sin fertilización, ni inoculación)	T17.1	T17.2	T17.3	T17.4
T18	Faustina	Fertilización NPK + <i>Glomus</i>	T18.1	T18.2	T18.3	T18.4
T19	Faustina	<i>Glomus</i> , sin fertilización	T19.1	T19.2	T19.3	T19.4
T20	Faustina	<i>Glomus</i> + <i>Bacillus</i>	T20.1	T20.2	T20.4	T20.4

NPK (220-180-120). *Glomus*: *Glomus intraradices*. *Bacillus*: *Bacillus subtilis*.

Plántulas *in vitro* proporcionadas por el Centro Internacional de la Papa y recuperadas en Jiffys-7 para luego ser trasplantadas a macetas en invernadero para aplicación de los tratamientos (Elaboración propia).

3.4. Diseño estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) que constó de 80 macetas distribuidas con 4 repeticiones por tratamiento: 4 tratamientos de inoculación/fertilización y 5 genotipos de papa, entre variedades comerciales y clones experimentales. Se empleó el arreglo factorial 5x4 para evaluar la interacción de los genotipos de papa y los tratamientos utilizados. Las evaluaciones por cada variable fueron analizadas estadísticamente utilizando un nivel de probabilidad del 95% mediante pruebas de Scott-Knot

Tabla 2
Esquema de análisis de Variancia Factorial

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F
Variedad (V)	4	CMG	CMG/CME
Inoculantes/fertilizantes (I)	3	CMT	CMT/CME
V x I	12	CM GxT	CM GxT/CME
Error	60	CME	
Total	79		

(Elaboración propia).

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

μ : Media global

α_i : Efecto de los genotipos de papa.

β_j : Efecto de los tratamientos experimentales.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de Genotipos y tratamientos experimentales.

ε_{ijk} : Error experimental.

3.5. Características evaluadas

- Altura de planta:

Se midió con la ayuda de un escalímetro, desde la base de planta hasta el punto de crecimiento a los 3, 15 y 30 días después del trasplante.

- Número de brotes por planta:

Se contó en número de brotes por cada maceta en un tiempo comprendido entre los 30 y 60 días después del trasplante.

- Vigor Vegetativo:

Se realizó visualmente en el día 45 después del trasplante dándole una escala fenotípica de 1 al 9, donde 1 es bueno (muy vigorosas) y 9 es malo (muy deficiente) por planta.

- Número de hojas por planta:

Se contó el número de hojas por planta a los 53 días después del trasplante.

- Número de tallos por planta:

Se contó el número de tallos por planta a los 60 días después del trasplante.

- Diámetro del tallo principal:

Con la ayuda del vernier, se midió el diámetro del tallo por planta a los 60 días después del trasplante.

- Número de flores por planta: 60 días

Se contó el número de flores por planta a los 60 días después del trasplante.

- Uniformidad:

Se utilizó la escala de 1 al 9, donde 1 es bueno y 9 es malo por planta a los 75 días después del trasplante.

- Grado de Senescencia:

Se utilizó la escala de 1 al 9, donde 1 es follaje seco y 9 es follaje verde a los 83 días después del trasplante.

- Peso de follaje por planta:

En cada maceta se cortó y peso el follaje de las con la ayuda de balanza digital a los 90 días después del trasplante, tanto peso fresco como el peso seco.

- Peso de Tubérculos por planta:

Se pesó los tubérculos por planta con la ayuda de balanza digital a los 95 días después del trasplante.

- N° de tubérculos por planta: 95 días

En el momento de la cosecha se contó los tubérculos por planta a los 95 días después del trasplante.

3.6. Conducción del experimento

El sustrato que se utilizó fue en volumen: 40% arena, 50% vermicompost y 10% pajilla de arroz.

A. Se preparó 80 en macetas de sustrato de 4 kg. de capacidad, bajo un cobertor de malla antiafida ubicado en la UNJFSC (Huacho), escuela de Ingeniería Agronómica. En esta instalación se ubicaron las macetas sobre mesas acondicionadas para este fin. Los tratamientos fueron los siguientes:

- ✓ T1: Tratamiento control, sin fertilización y sin inoculación
- ✓ T2: Tratamiento NPK + *Glomus*
- ✓ T3: Tratamiento *Glomus*
- ✓ T4: Tratamiento *Glomus* + *Bacillus*

Glomus: *Glomus intraradices*. *Bacillus*: *Bacillus subtilis*

NPK, dosis de fertilización al sustrato, equivalente a 220-180-120

B. Procedimiento de inoculación de HMA: Se pesó el producto comercial Myco Soluciones ® conteniendo *Glomus intraradices* y se aplicó al sustrato una cantidad de 10 gr. por maceta, al momento del trasplante de las plántulas *in vitro* de papa.

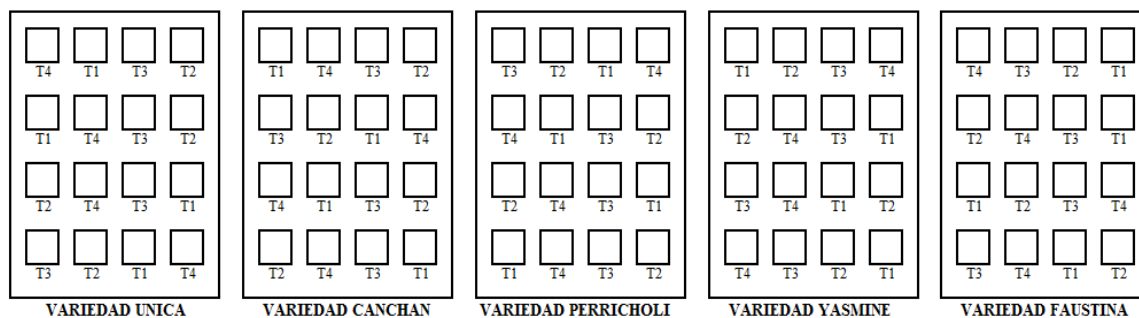
C. Procedimiento de inoculación de rizobacterias: La aplicación de Bio Safe (*Bacillus subtilis* ®), fue según recomendación del fabricante. En la primera aplicación junto al trasplante de 12 ml por maceta y a los 30 días siguientes, una segunda aplicación de 20 ml por maceta.

D. La aplicación de fertilizantes NPK por maceta fue la siguiente: urea 8 g, fosfato diamónico 9.6 g y sulfato de potasio 6g, con aplicación fraccionada del nitrógeno en tres momentos (al trasplante, a los 15 y 30 días después del trasplante).

E. Riego: Se mantuvo un riego de 120 ml por un día intercalado, a los 15 días se realizó un pre aporte aumentando la cantidad de riego a 200 ml. A los 65 días se

realizó el aporque total (llenado de maceta 4kg) aumentando el riego a 500 ml por maceta.

3.7. Distribución de los tratamientos



Leyenda:

T1: Tratamiento control

T2: Tratamiento con NPK+HMA

T3: Tratamiento con HMA

T4: Tratamiento *Glomus intraradices* + *Bacillus subtilis*

IV. RESULTADOS

4.1 Altura inicial de planta

En la tabla 3, se muestra que no hubiera diferencias entre los tratamientos estudiados ni en la interacción de variedades y tratamientos, pero si se encuentran diferencias significativas para altura de planta entre variedades de papa.

Tabla 3
Análisis de varianza para altura inicial de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2	CV%
Inoculantes, (I)	6.71	3	2.2366	1.3759	0.2640	0.64	22.2
Variedad, (V)	42.92	4	10.7301	6.601	0.0004		
IxV	35.55	12	2.9624	1.8224	0.0774		
Error	65.02	40	1.6255				
Total	178.25	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

Los resultados obtenidos nos muestran que los tratamientos de inoculación fueron estadísticamente similares para la altura inicial de plantas en todas las variedades, la cual está representado en la tabla 4.

Tabla 4
Efecto de tratamientos de inoculación sobre la altura inicial de planta

Tratamientos	Altura de planta
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	6.21 A
Control	6.17 A
Micorrizas	5.61 A
NPK+Micorrizas	5.3 A

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En cuanto a las interacciones, en la tabla 6 se muestra que solo en la variedad Perricholi el tratamiento de inoculación micorrizas + *Bacillus subtilis* fue estadísticamente superior al de resto de tratamientos para la altura inicial de plantas (tabla 5).

Tabla 5
Interacción de tratamientos de inoculación y variedades de papa para la altura inicial de planta

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Altura de planta	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	9.25	A
Control	Faustina	7.50	B
Control	Yasmine	7.00	B
Control	Perricholi	6.88	B
Micorrizas	Faustina	6.75	B
Micorrizas	Perricholi	6.63	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	6.38	B
Control	Canchan	6.00	C
NPK+Micorrizas	Perricholi	6.00	C
NPK+Micorrizas	Canchan	5.75	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	5.67	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	5.63	C
NPK+Micorrizas	Faustina	5.50	C
Micorrizas	Canchan	5.17	C
Micorrizas	Unica	4.88	C
NPK+Micorrizas	Unica	4.75	C
Micorrizas	Yasmine	4.63	C
NPK+Micorrizas	Yasmine	4.50	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	4.13	C
Control	Unica	3.50	C

Las diferencia en la altura de plantas observadas, se debe mayormente a diferencia entre variedades de papa obtenidas de cultivo in vitro.

4.2. Altura de planta a los 15 días después del trasplante

En la tabla 6, según el análisis de varianza se apreciaron diferencias para los tratamientos de inoculación y las variedades estudiados, mientras que en la interacción de variedades y tratamientos, no hubo diferencias significativas.

Tabla 6
Análisis de varianza para altura de planta a los 15 días después del trasplante

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2	CV%
Inoculantes, (I)	86.3	3	28.7658	3.7363	0.0186	0.7	21
Variedad, (V)	275.7	4	68.9262	8.9527	0.0000		
IxV	109.09	12	9.0907	1.1808	0.3292		
Error	307.96	40	7.699				
Total	1016.48	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 7 se muestra que el tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis* fue superior al resto de tratamientos en relación a altura de planta a los 15 días después del trasplante.

Tabla 7

Efecto de tratamientos de inoculación para altura de planta a los 15 días después del trasplante

Tratamiento	Altura de planta 15 días	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	14.93	A
Control	12.8	B
Micorrizas	12.6	B
NPK+Micorrizas	11.53	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En la tabla 8 se observa la superioridad del tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis* para altura de planta a los 15 días se apreció mayormente en las variedades Canchán y Única, pero no en el resto de variedades.

Tabla 8

Interacción de tratamientos de inoculación y variedades de papa para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Altura de planta 15 días	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	20.88	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	17.75	A
Control	Perricholi	16.75	A
Micorrizas	Perricholi	16.13	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	16.13	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	14.00	B
Control	Canchan	14.00	B
Micorrizas	Canchan	13.50	B
Control	Yasmine	13.00	B
NPK+Micorrizas	Canchan	12.75	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	12.00	B
Micorrizas	Unica	11.50	B
Micorrizas	Yasmine	11.38	B
Micorrizas	Faustina	10.50	B
Control	Unica	10.25	B
NPK+Micorrizas	Unica	10.25	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	10.25	B
Control	Faustina	10.00	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	9.67	B
NPK+Micorrizas	Faustina	8.67	B

4.3. Altura de planta a los 30 días después del trasplante

En la tabla 9, según el análisis de varianza se apreció diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, en la interacción de variedades y tratamientos no hay diferencias significativas.

Tabla 9

Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días después del trasplante (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2	CV%
Inoculantes, (I)	693.6	3	231.2003	9.3706	0.0001	0.83	22.3
Variedad, (V)	2008.02	4	502.0038	20.3463	0.0000		
IxV	334.52	12	27.8765	1.1298	0.3646		
Error	986.92	40	24.6729				
Total	5396.1	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos de micorrizas + *Bacillus subtilis* o de micorrizas tuvieron efectos significativos en altura de planta a los 30 días después del trasplante en relación al resto de los tratamientos (tabla 10).

Tabla 10

Efecto de tratamientos de inoculación para altura de planta a los 30 días después del trasplante

Tratamiento	Altura de planta 30 días	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	25.60	A
Micorrizas	23.04	A
Control	19.50	B
NPK+Micorrizas	15.07	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En la tabla 11 se observa que en las variedades Unica y Canchán los tratamientos de micorrizas + *Bacillus subtilis* superaron estadísticamente al resto de tratamientos para altura de planta a los 30 días después del trasplante, mientras que en el resto de variedades las diferencias no tuvieron significancia.

Tabla 11

Interacción de tratamientos con variedades para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Altura de planta 30 días	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	37.25	A
Micorrizas	Perricholi	34.13	A
Control	Perricholi	34.00	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	29.75	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	25.00	B
Micorrizas	Unica	24.75	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	24.00	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	23.00	B
Micorrizas	Yasmine	23.00	B
Micorrizas	Canchan	21.83	B
Control	Yasmine	21.00	B
Control	Canchan	17.00	C
NPK+Micorrizas	Canchan	16.75	C
Control	Unica	14.50	C
NPK+Micorrizas	Unica	13.63	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	13.00	C
NPK+Micorrizas	Yasmine	12.00	C
Micorrizas	Faustina	11.50	C
Control	Faustina	11.00	C
NPK+Micorrizas	Faustina	9.00	C

4.4. Número de brotes a los 30 días después del trasplante

En la tabla 12, se apreció diferencias estadísticas para los tratamientos inoculantes y variedades estudiadas. No hubo interacción entre variedades y tratamientos para el número de brotes por planta a los 30 días.

Tabla 12

Análisis de varianza para número de brotes a los 30 días después del trasplante

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2
Inoculante, (I)	43.07	3	14.3551	5.0112	0.0048	0.84
Variedad, (V)	303.03	4	75.758	26.4464	0.0000	
IxV	43.26	12	3.6054	1.2586	0.2801	
Error	114.58	40	2.8646			
Total	714.93	59				

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos inoculantes micorrizas + *Bacillus subtilis* superaron estadísticamente al resto de tratamientos para número de brotes por planta (tabla 13).

Tabla 13
Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 30 días después del trasplante

Tratamiento	Número de brotes	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	5.27	A
Micorrizas	4.80	A
Control	3.70	B
NPK+Micorrizas	2.72	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En la variedad Perricholi y Canchan se mostraron diferencias estadísticas cuando se inocularon micorrizas + *Bacillus subtilis* o micorrizas para número de brotes por planta (tabla 14).

Tabla 14
Interacción de tratamientos con variedades para número de brote por planta a los 30 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de brotes	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	11.00	A
Micorrizas	Perricholi	9.00	A
Control	Perricholi	8.25	A
Micorrizas	Canchan	8.00	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	7.50	A
Control	Canchan	5.00	B
NPK+Micorrizas	Canchan	4.50	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	4.00	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	3.25	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	3.25	B
Control	Yasmine	3.00	B
Micorrizas	Yasmine	3.00	B
Micorrizas	Unica	3.00	B
NPK+Micorrizas	Unica	2.75	B
NPK+Micorrizas	Faustina	1.33	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	1.33	B
Control	Unica	1.25	B
Control	Faustina	1.00	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	1.00	B
Micorrizas	Faustina	1.00	B

4.5. Número de hojas

En la tabla 15, se apreció diferencias estadísticas en el número de hojas por planta para los efectos de inoculación, variedades de papa, y para la interacción de variedades y tratamientos de inoculación.

Tabla 15

Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días después del trasplante

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-Valor	R ²	CV%
Inoculantes	750.81	3	250.2708	9.5508	0.0001	0.78	26.7
Variedad	1196.75	4	299.188	11.4176	0.0000		
IxV	788.65	12	65.7207	2.508	0.0146		
Error	1048.17	40	26.2042				
Total	4666.93	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 16 se observa que la inoculación con micorrizas + *Bacillus subtilis* o con micorrizas superaron estadísticamente al tratamiento NPK + micorrizas para número de hojas por planta.

Tabla 16

Efecto de tratamientos de inoculación para número de hojas por planta a los 30 días después del trasplante

Tratamiento	Número de hojas	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	21.95	A
Control	21.85	A
Micorrizas	21.15	A
NPK+Micorrizas	11.18	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En la tabla 17 se observa que las variedades Canchan y Yasmine no presentaron diferencias estadísticas para el efecto de inoculación de micorrizas + *Bacillus subtilis* o con micorrizas; por el contrario el número de hojas/planta con el control superó estadísticamente a los de inoculación. En cambio en la variedad Unica, se apreciaron diferencias estadísticas para efecto de la inoculación con micorrizas + *Bacillus subtilis* o con micorrizas para el número de hojas por planta.

Tabla 17

Interacción de tratamientos con variedades para el número de hojas por planta a los 30 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de hojas	
Control	Yasmine	40.00	A
Micorrizas + Bacillus subtilis	Canchan	33.50	A
Micorrizas	Canchan	28.00	A
Micorrizas	Yasmine	28.00	A
Micorrizas + Bacillus subtilis	Yasmine	26.75	A
Control	Canchan	25.00	A
Micorrizas + Bacillus subtilis	Unica	22.25	A
Micorrizas	Unica	21.00	A
Control	Perricholi	18.50	B
Micorrizas	Perricholi	17.50	B
Micorrizas + Bacillus subtilis	Perricholi	16.25	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	16.00	B
Control	Unica	13.75	B
NPK+Micorrizas	Unica	12.25	B
Control	Faustina	12.00	B
Micorrizas	Faustina	11.25	B
Micorrizas + Bacillus subtilis	Faustina	11.00	B
NPK+Micorrizas	Canchan	11.00	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	9.00	B
NPK+Micorrizas	Faustina	7.67	B

4.6. Número de tallos por planta

En la tabla 18, no se observan diferencias para los tratamientos ni en la interacción de variedades y tratamientos, pero si para variedades de papa.

Tabla 18

Análisis de varianza para número de tallos a los 60 días después del trasplante (n)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de	Cuadrados medios	Fcalc.	P-Valor	R2	CV%
Inoculantes	1.57	3	0.5217	0.371	0.7743	0.82	35.4
Variedad	145.92	4	36.4803	25.941	0.0000		
IxV	17.07	12	1.4221	1.0113	0.4570		
Error	56.25	40	1.4063				
Total	317.65	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 19, se observa que no hubiera diferencias estadísticas entre tratamientos para la evaluación del número de tallos por planta.

Tabla 19

Efecto de tratamientos de inoculación para número de tallos por planta a los 60 días después del trasplante

Tratamiento	Número de tallos	
Micorrizas	3.37	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	3.37	A
Control	3.1	A
NPK+Micorrizas	2.92	A

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

No existen efectos específicos por los tratamientos de inoculación en ninguna de las variedades de papa para número de tallos por planta (tabla 20).

Tabla 20

Interacción de tratamientos con variedades para el número de tallos por planta a los 60 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de tallos	
Micorrizas	Perricholi	7.50	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	7.25	A
Control	Perricholi	6.75	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	5.00	A
Control	Yasmine	4.00	B
Micorrizas	Unica	3.50	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	3.33	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	3.25	B
NPK+Micorrizas	Unica	3.25	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	3.00	B
Micorrizas	Faustina	2.50	B
NPK+Micorrizas	Faustina	2.33	B
Control	Faustina	2.00	B
Micorrizas	Yasmine	2.00	B
Control	Unica	1.75	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	1.75	B
Micorrizas	Canchan	1.33	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	1.25	B
Control	Canchan	1.00	B
NPK+Micorrizas	Canchan	1.00	B

4.7. Diámetro de tallo

En la tabla 21, según el análisis de varianza se apreciaron diferencias para los tratamientos inoculantes y variedades estudiados para el diámetro del tallo, pero no hubo interacción de variedades y tratamientos.

Tabla 21

Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculantes	0.12	3	0.0395	4.0121	0.0138	0.59	18.3
Variedad	0.21	4	0.0533	5.4249	0.0014		
IxV	0.06	12	0.0054	0.546	0.8708		
Error	0.39	40	0.0098				
Total	0.97	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos de inoculación y el control superaron estadísticamente al tratamiento NPK + micorrizas para diámetro del tallo (tabla 22).

Tabla 22

Efecto de tratamientos de inoculación para diámetro de tallo por planta a los 60 días después del trasplante

Tratamiento	Diámetro de tallo	
Micorrizas	0.59	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	0.56	A
Control	0.56	A
NPK+Micorrizas	0.45	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

En la tabla 23 se aprecia que en la variedad Perricholi la inoculación con micorrizas fue estadísticamente superior al resto de tratamientos; en la variedad Canchan la inoculación con micorrizas + *Bacillus subtilis* fue superior al resto de tratamientos para diámetro de tallo por planta.

Tabla 23

Interacción de tratamientos con variedades para diámetro de tallo por planta a los 60 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Diámetro de tallo	
Micorrizas	Unica	0.70	A
Micorrizas	Canchan	0.67	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	0.65	A
Control	Yasmine	0.60	A
Control	Canchan	0.60	A
Micorrizas	Yasmine	0.60	A
Control	Unica	0.60	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	0.57	A
Micorrizas	Perricholi	0.57	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	0.57	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	0.53	B
Control	Faustina	0.50	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	0.50	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	0.50	B
NPK+Micorrizas	Unica	0.47	B
Control	Perricholi	0.47	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	0.47	B
NPK+Micorrizas	Canchan	0.45	B
Micorrizas	Faustina	0.40	B
NPK+Micorrizas	Faustina	0.30	B

4.8. Número de flores a los 45 días

En la tabla 24, según el análisis de varianza se apreció diferencias entre las variedades estudiados y en la interacción de variedades y tratamientos, no hubo diferencias significativas en número de flores por planta

Tabla 24

Análisis de varianza para número de flores a los 60 días después del trasplante (n)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2
Inoculantes	4.31	3	1.4367	1.8739	0.1495	0.82
Variedad	64.02	4	16.0062	20.8776	0.0000	
IxV	27.33	12	2.2777	2.971	0.0048	
Error	30.67	40	0.7667			
Total	167.4	59				

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 25 se observa que no existen diferencias para número de flores por planta por efecto de los tratamientos.

Tabla 25

Efecto de tratamientos de inoculación para número de flores por planta a los 60 días después del trasplante

Tratamiento	Número de flores	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	2.17	A
Control	2.00	A
Micorrizas	1.90	A
NPK+Micorrizas	1.30	A

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

Tabla 26

Tabla de interacción de tratamientos con variedades para número de flores por planta a los 60 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de flores	
Micorrizas	Perricholi	4.50	A
NPK+Micorrizas	Canchan	4.00	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	4.00	A
Control	Perricholi	3.25	A
Control	Yasmine	3.00	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	3.00	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	3.00	A
Micorrizas	Yasmine	2.75	A
Control	Canchan	2.00	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	2.00	A
Micorrizas	Unica	1.25	B
Micorrizas	Canchan	1.00	B
Control	Faustina	1.00	B
Control	Unica	0.75	B
NPK+Micorrizas	Unica	0.50	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	0.50	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	0.33	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	0.00	B
Micorrizas	Faustina	0.00	B
NPK+Micorrizas	Faustina	0.00	B

4.9. Número de brotes por planta a los 60 días

En la tabla 27, según el análisis de varianza se apreciaron diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, en la interacción de variedades y tratamientos no hubo diferencias significativas.

Tabla 27

Análisis de varianza para número de brotes a los 60 días después del trasplante (n)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-Valor	R2
Inoculantes	117.48	3	39.1613	4.8162	0.0059	0.85
Variedad	944.15	4	236.0377	29.0285	0.0000	
IxV	129.26	12	10.7721	1.3248	0.2432	
Error	325.25	40	8.1312			
Total	2118.98	59				

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Tabla 28

Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante

Tratamiento	Número de brotes	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	7.82	A
Micorrizas	7.32	A
Control	6.60	A
NPK+Micorrizas	3.42	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

Tabla 29

Interacción de tratamientos con variedades para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de brotes	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	17.00	A
Micorrizas	Perricholi	16.25	A
Control	Perricholi	14.25	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	12.25	A
Control	Canchan	12.00	A
Micorrizas	Canchan	10.33	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	6.00	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	5.25	B
Micorrizas	Yasmine	4.75	B
NPK+Micorrizas	Canchan	4.50	B
Micorrizas	Unica	4.25	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	3.25	B
NPK+Micorrizas	Unica	3.25	B
Control	Yasmine	3.00	B
Control	Unica	2.75	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	2.00	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	1.33	B
NPK+Micorrizas	Faustina	1.33	B
Micorrizas	Faustina	1.00	B
Control	Faustina	1.00	B

4.10. Peso fresco de muestras de hoja

En la tabla 30, se muestran diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados y para la interacción de variedades y tratamientos en peso fresco de la hoja.

Tabla 30

Análisis de varianza para peso fresco a los 65 días después del trasplante (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculante	0.01	3	0.0031	7.4227	0.0005	0.75	10.09
Variedad	0.02	4	0.0051	12.486	0.0000		
IxV	0.01	12	0.001	2.4402	0.0173		
Error	0.02	40	0.0004				
Total	0.07	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los controles sin inoculación mostraron mayor peso fresco en las muestras de hojas que los tratamientos inoculantes (tabla 31).

Tabla 31

Efecto de tratamientos de inoculación para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante

Tratamiento	Peso Fresco	
Control	0.23	A
Micorrizas	0.21	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	0.19	C
NPK+Micorrizas	0.18	C

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

Tabla 32

Interacción de tratamientos con variedades para número de brotes por planta a los 60 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Peso húmedo	
Control	Faustina	0.27	A
Control	Yasmine	0.25	A
Control	Perricholi	0.25	A
Micorrizas	Yasmine	0.25	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	0.23	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	0.21	B
Micorrizas	Faustina	0.21	B
Micorrizas	Canchan	0.21	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	0.21	B
Micorrizas	Perricholi	0.20	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	0.20	C
NPK+Micorrizas	Faustina	0.19	C
Control	Unica	0.19	C
NPK+Micorrizas	Perricholi	0.18	C
Micorrizas	Unica	0.17	C
Control	Canchan	0.17	C
NPK+Micorrizas	Unica	0.17	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	0.17	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	0.16	C
NPK+Micorrizas	Canchan	0.16	C

4.11. Grado de senescencia del follaje (escala)

En la tabla 33, según el análisis de varianza se apreciaron diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, así como para la interacción de variedades y tratamientos.

Tabla 33

Análisis de varianza para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculante	67.81	3	22.6044	20.242	0.0000	0.81	17.86
Variedad	61.49	4	15.3714	13.765	0.0000		
IxV	45.47	12	3.7891	3.3933	0.0018		
Error	44.67	40	1.1167				
Total	232.98	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas (p<0.05).

Los resultados fueron evaluados según la escala: 9 follaje verde; 1 follaje seco (tabla 34) y en general el control tuvo menor grado de senescencia que los tratamientos de inoculación.

Tabla 34

Efecto de tratamientos de inoculación para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante

Tratamiento	Senescencia	
NPK+Micorrizas	7.8	A
Control	6.9	B
Micorrizas	6.2	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	4.63	C

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

Según la tabla 35, en la variedad Faustina, el grado de senescencia por la inoculación de micorrizas + *Bacillus subtilis* fue mayor que en el resto de tratamientos incluyendo el control. En la variedades Yasmine y Única, los tratamientos de micorrizas + *Bacillus subtilis* incrementaron significativamente la senescencia del follaje a los 90 días después del trasplante, respecto al resto de tratamientos (tabla 35).

Tabla 35

Interacción de tratamientos con variedades para grado de senescencia a los 83 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Senescencia	
Control	Faustina	9.00	A
Control	Canchan	9.00	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	9.00	A
NPK+Micorrizas	Canchan	8.50	A
Micorrizas	Canchan	8.00	A
Micorrizas	Faustina	8.00	A
NPK+Micorrizas	Faustina	8.00	A
NPK+Micorrizas	Unica	7.50	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	7.50	A
Control	Perricholi	6.25	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	6.00	B
Micorrizas	Perricholi	6.00	B
Control	Unica	5.25	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	5.00	B
Control	Yasmine	5.00	B
Micorrizas	Yasmine	4.50	C
Micorrizas	Unica	4.50	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	4.00	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	4.00	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	2.67	C

4.12. Peso fresco del follaje

En la tabla 36, según el análisis de varianza se apreció diferencias estadísticas para tratamientos de inoculación y variedades estudiados y no hubo interacción entre variedades y tratamientos de inoculación para peso fresco del follaje.

Tabla 36

Análisis de varianza para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-Valor	R ²	CV%
Inoculante	5524.13	3	1841.3764	3.9443	0.0148	0.83	22.98
Variedad	51082.66	4	12770.666	27.3554	0.0000		
IxV	5677.81	12	473.1511	1.0135	0.4552		
Error	18673.74	40	466.8434				
Total	111423.39	59					

El peso fresco del follaje fue estadísticamente superior para el control respecto a los tratamientos de inoculación (tabla 37).

Tabla 37

Efecto de tratamientos de inoculación para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante

Tratamiento	Peso fresco del follaje
Control	111.7 A
Micorrizas	94.95 B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	87.8 B
NPK+Micorrizas	75.32 B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

Según lo mostrado en la tabla 38, en la variedad Perricholi, los tratamientos nos mostraron diferencias estadísticas en la evaluación de peso fresco del follaje. En la variedad Canchan, los tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis*, micorrizas y control superó al tratamiento NPK + micorrizas. En la variedad yasmine, el control obtuvo mayor peso del follaje fresco a comparación a los tratamientos de inoculación. En las variedades Unica y Faustina, estadísticamente se obtuvieron similares resultados en los tratamientos evaluados (tabla 38).

Tabla 38

Interacción de tratamientos con variedades para peso fresco del follaje a los 90 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Peso fresco del follaje	
Control	Perricholi	148.23	A
Micorrizas	Perricholi	137.16	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	130.75	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	126.66	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	123.78	A
Control	Canchan	122.18	A
Micorrizas	Canchan	118.57	A
Control	Yasmine	114.02	A
Control	Unica	108.03	B
Micorrizas	Unica	102.00	B
Micorrizas	Yasmine	98.65	B
NPK+Micorrizas	Unica	91.06	B
NPK+Micorrizas	Canchan	86.83	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	86.44	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	84.27	B
Control	Faustina	66.19	C
NPK+Micorrizas	Yasmine	44.40	C
NPK+Micorrizas	Faustina	27.65	C
Micorrizas	Faustina	18.37	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	13.75	C

4.13. Peso seco del follaje a la cosecha.

En la tabla 39, según el análisis de varianza se apreció diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, mientras que en la interacción de variedades y tratamientos no se presentaron diferencias significativas.

Tabla 39

Análisis de varianza para peso seco del follaje a la cosecha

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	P-Valor	R2	CV%
Inoculante	626.23	3	208.745	2.893	0.047	0.84	24.45
Variedad	10922.79	4	2730.698	37.845	0.000		
IxV	694.41	12	57.868	0.802	0.646		
Error	2886.19	40	72.155				
Total	18454.56	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 40, se aprecia que el tratamiento control superó al resto en cuanto a peso seco del follaje en la cosecha.

Tabla 40
Efecto de tratamientos de inoculación para peso seco del follaje a la cosecha

Tratamiento	Peso seco del follaje	
Control	37.31	A
Micorrizas	33.84	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	32.63	A
NPK+Micorrizas	25.24	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knott*

En la tabla 41, se observa que en la variedad Canchan mediante la inoculación de micorrizas + *Bacillus subtilis* se obtuvo un mayor peso del follaje en relación al resto de tratamientos. La variedad Perricholi superó estadísticamente al resto de tratamientos. En las variedades Unica, Yasmine y Faustina, se observan resultados variables según el tratamiento utilizado, aunque sin significación estadística.

Tabla 41
Interacción de tratamientos con variedades para peso seco del follaje a los 90 días después del trasplante

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Peso seco del follaje	
Control	Unica	55.28	A
Control	Perricholi	51.12	A
Micorrizas	Unica	49.36	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	45.65	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	45.53	A
NPK+Micorrizas	Unica	45.02	A
Micorrizas	Perricholi	43.08	A
Micorrizas	Canchan	39.72	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	37.76	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	37.38	B
Control	Yasmine	35.71	B
Control	Canchan	35.56	B
Micorrizas	Yasmine	31.78	B
NPK+Micorrizas	Canchan	28.19	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	27.10	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	11.85	C
Control	Faustina	8.87	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	7.49	C
Micorrizas	Faustina	5.28	C
NPK+Micorrizas	Faustina	3.39	C

4.14. Peso de tubérculos a la cosecha.

En la tabla 42, según el análisis de varianza se apreció diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, mientras que para la interacción de variedades de papa y tratamientos no hubieron diferencias significativas.

Tabla 42

Análisis de varianza para peso de tubérculos a la cosecha (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-Valor	R ²	CV%
Inoculantes	110	3	36.6663	11.419	0.0000	0.81	30.97
Variedad	314.7	4	78.6746	24.501	0.0000		
IxV	25.46	12	2.1213	0.6606	0.7773		
Error	128.44	40	3.211				
Total	661.44	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

El tratamiento de micorrizas + *Bacillus subtilis* superó estadísticamente al resto de tratamientos para peso de tubérculos para planta (tabla 43).

Tabla 43

Efecto de tratamientos de inoculación para peso de tubérculos a la cosecha

Tratamiento	Peso de tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	7.49	A
Micorrizas	5.93	B
Control	4.14	C
NPK+Micorrizas	3.66	C

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knott*

Según lo observado en la tabla 44, en las variedades Unica y Faustina la combinación de micorrizas + *Bacillus subtilis* superó estadísticamente al resto de tratamientos. En las variedades Perricholi y Yasmine la combinación de micorrizas + *Bacillus subtilis* superó al resto de tratamientos; en el resto de variedades no se presentaron interacciones significativas.

Tabla 44

Interacción de tratamientos con variedades para peso de tubérculos a la cosecha

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Peso de tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	10.74	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	10.41	A
Micorrizas	Faustina	9.23	A
Control	Faustina	8.95	A
Micorrizas	Unica	8.28	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	7.39	B
Micorrizas	Yasmine	6.86	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	6.21	B
Control	Unica	6.02	B
NPK+Micorrizas	Unica	5.44	C
NPK+Micorrizas	Yasmine	4.84	C
NPK+Micorrizas	Faustina	4.82	C
Micorrizas	Perricholi	3.93	C
Control	Yasmine	3.24	C
NPK+Micorrizas	Perricholi	3.20	C
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	2.68	C
Control	Perricholi	2.51	C
Micorrizas	Canchan	1.34	C
NPK+Micorrizas	Canchan	0.00	C
Control	Canchan	0.00	C

4.15. Peso promedio del tubérculo

En la tabla 45, según el análisis de varianza se aprecian diferencias entre los tratamientos y variedades estudiados, mientras que en la interacción de variedades y tratamientos no hubieron diferencias significativas.

Tabla 45

Análisis de varianza para peso medio de tubérculos (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculantes	10.56	3	3.5191	8.2606	0.0002	0.7	32.2
Variedad	23.68	4	5.9206	13.898	0.0000		
IxV	2.97	12	0.2477	0.5814	0.8439		
Error	17.04	40	0.426				
Total	56.92	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

El peso medio del tubérculo fue superior estadísticamente mediante la inoculación de micorrizas + *Bacillus subtilis* en relación al resto de tratamiento (tabla 46).

Tabla 46

Efecto de tratamientos de inoculación para peso medio de tubérculos

Tratamiento	Peso del tubérculo	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	2.56	A
Micorrizas	1.93	B
Control	1.73	B
NPK+Micorrizas	1.28	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knott*

La combinación de micorrizas + *Bacillus subtilis* o micorrizas solo, mejoró el peso medio del tubérculo en las variedades única, Faustina y yasmine (tabla 47).

Tabla 47

Interacción de tratamientos con variedades para peso medio de tubérculos

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Peso medio del tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	3.46	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	2.85	A
Control	Faustina	2.83	A
Micorrizas	Faustina	2.75	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	2.65	A
Micorrizas	Unica	2.61	A
Control	Unica	2.49	A
Micorrizas	Yasmine	2.18	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	2.15	A
Control	Yasmine	1.87	B
NPK+Micorrizas	Unica	1.82	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	1.68	B
NPK+Micorrizas	Perricholi	1.60	B
NPK+Micorrizas	Yasmine	1.53	B
NPK+Micorrizas	Faustina	1.48	B
Control	Perricholi	1.45	B
Micorrizas	Perricholi	1.42	B
Micorrizas	Canchan	0.67	B
NPK+Micorrizas	Canchan	0.00	B
Control	Canchan	0.00	B

4.16. Número de tubérculos

En la tabla 48, según el análisis de varianza se aprecian diferencias entre los tratamientos y variedades estudiadas, mientras que en la interacción de variedades y tratamientos no hubieron diferencias significativas.

Tabla 48
Análisis de varianza para número de tubérculos a la cosecha (n)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculante	6.42	3	2.1412	4.8616	0.0056	0.75	26.2
Variedad	39.75	4	9.9364	22.560	0.0000		
IxV	3.86	12	0.3221	0.7313	0.7129		
Error	17.62	40	0.4404				
Total	71.90	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los tratamientos de inoculación micorrizas + *Bacillus subtilis* o de micorrizas, incrementaron el número promedio de tubérculos en relación al resto de tratamientos (tabla 49).

Tabla 49
Efecto de tratamientos de inoculación para número de tubérculos a la cosecha

Tratamiento	Número de tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	2.86	A
Micorrizas	2.58	A
NPK+Micorrizas	2.23	B
Control	1.82	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

De acuerdo a la tabla 50 para número de tubérculos por planta, en las variedades Faustina y Unica, todos los tratamientos influenciaron por igual sobre el número de tubérculos. En la variedad Yasmine, los tratamientos micorrizas + *Bacillus subtilis* y micorrizas, NPK + micorrizas superaron al control. En la variedad Perricholi, los tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis* y micorrizas, superaron a los tratamientos NPK + micorrizas y control. En la variedad Canchan, el tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis*, superaron a los tratamientos micorrizas, NPK + micorrizas y control (tabla 50).

Tabla 50

Interacción de tratamientos con variedades para número de tubérculos a la cosecha

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Número de tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	4.00	A
Micorrizas	Faustina	3.36	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	3.20	A
Micorrizas	Yasmine	3.19	A
Micorrizas	Unica	3.18	A
NPK+Micorrizas	Yasmine	3.16	A
Control	Faustina	3.16	A
NPK+Micorrizas	Faustina	3.00	A
NPK+Micorrizas	Unica	2.97	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	2.85	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	2.72	A
Control	Unica	2.51	A
Micorrizas	Perricholi	2.50	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	2.00	B
Control	Yasmine	1.73	B
Control	Perricholi	1.72	B
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	1.55	B
Micorrizas	Canchan	0.67	C
NPK+Micorrizas	Canchan	0.00	C
Control	Canchan	0.00	C

4.17. Diámetro del tubérculo

En la tabla 51, según el análisis de varianza se apreció diferencias estadísticas entre los tratamientos y variedades estudiados y en la interacción de variedades y tratamientos.

Tabla 51

Análisis de varianza para diámetro de tubérculos a la cosecha (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	P-Valor	R ²	CV%
Inoculante	1.20	3	0.3988	10.351	0.0000	0.81	17.69
Variedad	4.88	4	1.2201	31.666	0.0000		
IxV	1.44	12	0.1201	3.1162	0.0034		
Error	1.54	40	0.0385				
Total	8.23	59					

Valor en negrita son estadísticamente significativas (p<0.05).

Los tratamientos de inoculación micorrizas + *Bacillus subtilis* superó estadísticamente al resto de tratamiento para diámetro de tubérculos (tabla 52).

Tabla 52
Efecto de tratamientos de inoculación para diámetro de tubérculos a la cosecha

Tratamiento	Diámetro de Tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	1.27	A
Micorrizas	1.06	B
Control	0.96	B
NPK+Micorrizas	0.86	B

Medias con una letra común no son estadísticamente significativas, según la prueba de *Scott-Knot*

De acuerdo a la tabla 53, en las variedades Unica y Faustina todos los tratamientos influenciaron en forma similar respecto al diámetro del tubérculo. En la variedad Yasmine, los tratamientos micorrizas + *Bacillus subtilis* y micorrizas, NPK + micorrizas superaron al control. En la variedad Perricholi, los tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis* y micorrizas, superaron a los tratamientos, NPK + micorrizas y control. En la variedad Canchan, el tratamiento micorrizas + *Bacillus subtilis*, supero al resto de tratamientos (tabla 53).

Tabla 53
Interacción de tratamientos con variedades para diámetro de tubérculos a la cosecha

Inoculantes/Fertilizantes	Variedad	Diámetro de Tubérculos	
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Unica	1.49	A
Micorrizas	Unica	1.34	A
Micorrizas	Faustina	1.34	A
Control	Faustina	1.33	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Faustina	1.30	A
Control	Unica	1.29	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Perricholi	1.22	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Yasmine	1.21	A
NPK+Micorrizas	Unica	1.16	A
Micorrizas	Yasmine	1.15	A
Micorrizas + <i>Bacillus subtilis</i>	Canchan	1.15	A
Control	Yasmine	1.12	A
NPK+Micorrizas	Yasmine	1.11	A
Control	Perricholi	1.07	A
Micorrizas	Perricholi	1.06	A
NPK+Micorrizas	Perricholi	1.03	A
NPK+Micorrizas	Faustina	0.99	A
Micorrizas	Canchan	0.39	B
NPK+Micorrizas	Canchan	0.00	B
Control	Canchan	0.00	B

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se ha hallado que las micorrizas, mejoran el comportamiento agronómico de diversos genotipos de papa bajo condiciones de invernadero. Ello coincide con lo reportado por Moreno (1988), quien halló una respuesta favorable a la inoculación de hongos micorrízicos bajo condiciones de invernadero para plántulas *in vitro*. Las micorrizas incrementan la formación de microflora del suelo y un rápido restablecimiento del equilibrio biológico natural, permitiendo un mayor y más rápido crecimiento de las plantas, una rápida generación de una cubierta vegetal, formación de una mayor masa de raíces, un mejor enraizamiento en el sustrato, asimilación de sustancias nutritivas que de otra forma no estarían disponibles para las plantas; mayor la tolerancia del estrés hídrico mediante una mayor utilización de la humedad del suelo, mayor capacidad de resistencia frente a microorganismos de suelo (hongos, bacterias y nematodos), según Rausch (2001).

En el caso del número de tubérculos/planta, los tratamientos con la inoculación de micorrizas y/o micorrizas + *B. subtilis* sobresalieron en el experimento, lo que indicaría que es una forma de mejorar la productividad de papa. Se considera que el número de tubérculos/ planta, puede haber influido en la materia orgánica del suelo, la que ha potenciado la acción de las micorrizas (Rivera *et al.*, 2003)

De igual manera se ha hallado que la inoculación de *B. subtilis* más micorrizas en la evaluación de altura de planta obtienen diferencias en diversos genotipos de papa bajo condiciones de invernadero. Ello coincide con la investigación de Main y Franco (2011) quienes mostraron diferencias significativas tanto para los microorganismos, como para los niveles de fertilización y su interacción; la mayor altura de planta en el experimento se observó con la inoculación de *B. subtilis*.

El uso de la bacteria gram positiva *B. subtilis* junto con las micorrizas ha tenido un impacto positivo en varias características evaluadas lo que confirma que las bacterias promotoras de crecimiento aumentan el vigor de la planta (Cobarrubias *et al.*, 2005), probablemente porque *B. subtilis* aumentó la disponibilidad de fósforo del suelo (Benizri *et al.*, 2001) o fue capaz de alterar la permeabilidad de las células facilitando la absorción de iones (Kapulnik, 1996), constituyendo así *B. subtilis* una alternativa de co-

inoculación para reducir costos en la aplicación de fósforo y el daño al medio ambiente (Toro *et al.*, 1998)

El uso de la bacteria *B. subtilis* en las distintas variedades de papa, mejoraron la efectividad de las micorrizas de *Glomus intraradices*, sobretodo en las características evaluadas durante la investigación; esto indicaría que el uso de la cepa bacteriana ha tenido un comportamiento favorable con las micorrizas, ya que afectaron significativamente la mayoría de las variables en estudio. Al respecto (Oswald *et al.* 2010) afirman que tres rizobacterias de los géneros *Bacillus*, *Actinomycetes* y *Azotobacter* aumentaron los rendimientos de tubérculos de manera significativa, comparables con los rendimientos de diversas variedades de papa con fertilización inorgánica, bajo condiciones de invernadero y campo en Perú.

Se han observado interacciones positivas para la planta en relación a la co-inoculación de *Glomus intraradices* + *B. subtilis*, lo que coincide con la investigación de Young (1990) donde se observa una mejora de solubilización de P junto con las micorrizas.

La aplicación de fertilización química junto a la inoculación HMA tuvo una reacción desfavorable, disminuyendo la absorción de nutrientes del sustrato. Ello coincide en la investigación de Gianinazzi (1994) quien observó que la fertilización química con N,P y K en forma completa al suelo, conducen a una colonización mínima por parte de las micorrizas arbusculares, a tal grado que difícilmente se encontrarán asociaciones simbióticas en el suelo.

VI. CONCLUSIONES

Con el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

La inoculación de plántulas de papa con el consorcio de microorganismos (*Glomus intraradices* + *Basillus subtilis*), mejoró significativamente el comportamiento agronómico, respecto a: altura de planta (25.60 cm) y número de brotes (5.27) por planta a los 30 ddt, grado de senescencia del follaje a la cosecha (4.63), peso y número total de tubérculos por planta (7.49g. – 2.86), así como del peso y diámetro promedio del tubérculo (2.56 g. – 1.27).

No se hallaron diferencias estadísticas por efecto de la inoculación con el consorcio de microorganismos (HMA + Bs) respecto al control, en cuanto a: número de tallos por planta (3.37 – 3.10) a los 60 ddt, número de hojas por planta (21.95 – 21.85), diámetro del tallo principal (0.56 – 0.56), número de flores por planta (2.17 – 2.00) y peso seco del follaje (37.31g. – 32.63g.).

Por otro lado, el tratamiento control (sin inoculación) superó estadísticamente a los tratamientos de inoculación en cuanto a peso fresco de muestras de hojas (0.23 g.) a los 60 días y el peso fresco del follaje a la cosecha (117.17g.)

Se presentaron interacciones significativas entre los genotipos de papa evaluados y los tratamientos de inoculación en algunos caracteres agronómicos, siendo específico el efecto de cada tipo de inoculante utilizado en algunos genotipos de papa.

VII. RECOMENDACIONES

Con el trabajo de investigación se hace las siguientes recomendaciones:

Durante la etapa de propagación de tubérculos a partir de plántulas in vitro de papa, la utilización de productos comerciales a base de HMA (*Glomus intraradices*) y/o de rizobacterias (*Bacillus subtilis*), mejoró el comportamiento agronómico de la papa de variedades comerciales (Canchan, Unica, Perricholi) y de clones avanzados para procesamiento (Faustina y Yasmine), bajo condiciones controladas de casa malla antiafida en la localidad de Huacho, región Lima provincias. En consecuencia se recomienda el uso de este tipo de inoculantes en el proceso de producción de tubérculos de papa para siembra.

Se recomienda determinar previamente a los genotipos de papa a multiplicar para fines de semilla, para precisar la dosis y momento de aplicación de los inoculantes microbianos a utilizar.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon A. y Ferrara C. (2000). *Ecología fisiología y biotecnología de las micorrizas arbusculares*. Editorial Mundi- prensa S.A. México D.F.
- Azcon A. (1998). *Avances recientes en el estudio de las micorrizas va. factores que afectan su formación y función anuales de edafología y agrobiología*.
- Barea, J. (2005). Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56(417):1761–1778.
- Benizri, E., Baudoin E., Guckert A. 2001. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*, 11, 557-574.
- Bonfante, P. (2001). At the interface Between Mycorrhizal Fungi and plants: The Structural Organization of cel wall, Plasma membrana and Cytoskeleton. *The Mycota IX, Fungal Associations Hock (Ed.) Springer- Verlag Berlin Heidelberg*, PP: 45-61.
- Blancof, F. y Salas, E. (1997). Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en *Costa Rica. Agronomía Costarricense*, 21(1): 55-67.
- Cesaro, P.; Tuinen, D.; Copetta, A.; Chatagnier, O.; Berta, G.; Gianinazzi, S.; y Lingua, G. (2008). Colonización preferencial de raíces de *Solanum tuberosum* L. por el hongo *Glomus intraradices* en suelo de una zona de cultivo de papa. *American society for microbiology*. Vol. 74. 18p.
- Cepeda, S. (2003). La papa, el fruto de la tierra. *Editorial Trillas, Primera Edición. México* pp.15.
- CIP. (2000). *Guía para las Caracterizaciones Morfológicas en Papa*. 27 p.
- Cobarrubias J., Castillo S., Vera J., Nuñez E., Sánchez P., Aveldaño P.; Peña J. 2005. Absorción y eficiencia de uso de Fósforo en papa cultivar alpha con 32P. *Agrociencia* 39: 127-136.
- Colozzi F., y Cardoso, E. (2000). Detecção de fungos micorrizicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotoalária cultivada na entrelinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(10): 2033-2042.
- Douds, D. y Millener, P. (1999). Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems y environment*, 74: 77- 93.

- Duffy E. y Cassells A. (2000). El efecto de la inoculación de microplantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) con hongos micorrízicos arbusculares sobre el rendimiento de tubérculos y la distribución del tamaño de los tubérculos. *Applied Soil Ecology*. 137-144p.
- FAO (2016). <http://www.fao.org>
- Fries, A., y Tapia, M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO. ANPE-PERÚ. Lima.
- Flores L. (2012). *Propagación de Glomus intraradices en medio de células vegetales en suspensión*. (tesis de maestría). Universidad autónoma de nuevo león. San Nicolás de los Garza, Nuevo león.
- Gianinazzi S y Schüepph." Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. Birkh'ouser Verlag, Basel. 226 pp. 1994.
- Gomez, R., Roca, W., Ordinola, M., Manrique, K., Julca, P., y Tapia, M. (2008). *Papas nativas del Perú: catálogo de variedades y usos gastronómicos*. Ministerio de Agricultura. Lima.
- Hiltunen, A. Weckman, A. Ylhainen, H., Richter J. Y Valkonen, P., (2005). Responses of potato Cultivas to the common Scab Pathogens, *Streptomyces scabies* and *S. turgidiscabies*. *Annals of Applied Biology*. Vol, 146.pp. 395-403.
- Main, G., Franco J. (2011). Efecto de la bacteria *Bacillus subtilis* y el hongo micorrizico arbuscular *Glomus fasciculatum* en la fertilización fosfórica en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* ssp. andígena. *Revista Latinoamericana de la papa*. Vol. 16 (2).
- Ministerio de Agricultura, (2006). *Plan estratégico de la cadena de la papa OGPA-DGPA*. abril2003. Lima. 48 páginas.
- Moreno, P. (1988). Inoculación de micorrizas MVA en papa (*Solanum tuberosum*) respuesta en el crecimiento y nutrición de plantas inoculadas en invernadero y campo. *Latino americana de la Papa*, 1, 84-103
- Oehl, F., Alves da Silva G., Goto B. y Sieverding E. (2011). Glomeromycota: three new genera and glomoid species reorganized. *Mycotaxon*, 116, 75-120.
- Pradel, W., Hareau, G., Quintanilla, L., y Suarez, V. (2017). Adopción e impacto de variedades mejoradas de papa en el Perú: Resultado de una encuesta a nivel nacional, 2013. *Centro Internacional de la Papa*, Lima, Perú. pp. 48.

- Kapulnik, Y. 1996. Plant growth promotion by rhizosphere bacteria. In: Waisel, Y. ; Eshel A, Kafkafi, U, (eds.). *Plant roots The hidden half*. New York, USA, Marcel Dekker, 769-781.
- Rausch, C. (2001). *A phosphate transporter expressed in arbuscular containing cells in potato*. *nature* 414.
- Reid, C. (1990). *Micorrihiyzas in the Rhizosphere*. Edited by Lynch. J. M. England Pp: 281 – 310.
- Reynoso M, Ramírez M., Torres, A, Chule, S. (2011) Trichothecene genotypes and chemotypes in *Fusariumframinearums* train isolated from wheat in Argentina. *int J Foed Microbiol* 145:44-448
- Rivera, R; Fernández, F; Hernández, A.; Martín, J. R. 2003. El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA, Cuba.
- Rodríguez, Y.; Quiñones, Y.; y Hernández, M. (2006). Efecto de la inoculación con tres cepas de hongos micorrízicos arbusculares sobre la aclimatación de vitroplantas de *Solanum tuberosum* (papa). *Cultivos Tropicales*. 27:19 – 24.
- Sensu C. y Reveal J. (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 122-127.
- Scnnerini, N. y Bonfante P. (1982). Comperativ Ultrastructural Analysis of Micorrhizal Association. *Can J. Bot.* 61: 917 – 943.
- Smith, S. Y Read, D. (1997). Physiology and ecology of orchid mycorrhizal fungi with reference to seedling nutrition. *New phytol* 65.
- Smith, E. y Read J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Third edition. *Academic Press*. London. Pp. 611-636.
- Toro, M.,; Azcón; J.M. Barea. 1998. The use if isotopic dilution techniques to evaluate the interactive effects of *Rhizobium* genotypes, mycorrhiza fungi, phosphate solubilizing rhizobacteria and rock phosphate on nitrogen and phosphorus acquisition by *Medicago sativa*. *New Phytol* 138: 265-273.
- Vierheilig, H. (2004). Regulatory mechanisms during the plant - arbuscular mycorrhizal fungus interaction. *Canadian Journal of Botany*, 82: 1166-1176.

- YOUNG, C.C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36(2):225-231
- Walker, C. (1992). Sestematics and Taxonomy of the Arbuscular endomicorrhizal Fungi Glomales a Posible Way Forward. *Plant Cell Rports* 23: 779- 785.
- Wilcox, E. (1991). Mycorrhizal in the Plant Roots. Edited by Waisel y Eshel A. *New York- USA*. Pp: 234- 238.

ANEXO

Anexo 1. Tabla de evaluación utilizado en el experimento

"EFECTO DE <i>Glomus intraradices</i> (micorrizas) SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE <i>Solanum tuberosum</i> "papa" EN INVERNADERO"																									
UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN																									
Variedades: CANCHAN, UNICA, FERRICHOLI, FAUSTINA, YASMINE																									
Días:		3	15	30	30	45	53	60	60	60	60	65	65	70	60	75	83	90	95	95	90	90			
Umidades		cm	cm	cm	n	n	n	n	mm.	n	n	peso muestras (gr.)			n	1 a 9	1 a 9	83	90	95	90	90			
N°	Repetición	Tratamiento	Variedad	APlant.	APlant	APlant	NBrote	NHojas	Nflores	NTallos	DTallo	NFlores	Nbrote	P.Humedo	P. Seco	NFlores	Vigor	Uniformidad	Senescencia	PFFollaje	PSFollaje	PTuber	PPmdTuber	Ntuber	DTuber
13	1	Control	Canchan	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	2	Control	Canchan	1.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	3	Control	Canchan	2	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	4	Control	Canchan	6	14	17	5	25	1	1	0.6	2	12	0.174	0.065	2	5	1	9	122.18	35.56	0.00	0.00	0.00	0.00
33	1	NPK	Canchan	5.5	12	15	1	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34	2	NPK	Canchan	8	13	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2.08	2.08	1.00	1.10
35	3	NPK	Canchan	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36	4	NPK	Canchan	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
73	1	Micorrizas	Canchan	5	12.5	19	6	20	0	2	0.5	0	7	0.184	0.085	0	7	5	8	78.67	20.18	16.12	4.03	4.00	1.40
74	2	Micorrizas	Canchan	5	15	27	8	39	2	1	0.7	1	10	0.221	0.090	5	6	1	8	140.37	52.10	0.00	0.00	0.00	0.00
75	3	Micorrizas	Canchan	5.5	13	19.5	10	25	1	1	0.8	2	14	0.221	0.100	3	5	1	8	136.66	46.87	0.00	0.00	0.00	0.00
76	4	Micorrizas	Canchan	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
53	1	NPK+Mico	Canchan	6.5	13	18.5	8	14	1	1	0.5	6	8	0.174	0.063	2	1	5	9	123.53	40.62	0.00	0.00	0.00	0.00
54	2	NPK+Mico	Canchan	5	12.5	15	1	8	0	1	0.4	2	1	0.147	0.050	0	5	5	8	50.14	15.76	0.00	0.00	0.00	0.00
55	3	NPK+Mico	Canchan	4	11.5	11.5	1	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56	4	NPK+Mico	Canchan	3	10	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
93	1	Mico+Bacillus	Canchan	8	19	28	7	37	2	2	0.6	4	10	0.178	0.068	5	3	5	7	92.80	28.30	24.24	4.04	6.00	1.38
94	2	Mico+Bacillus	Canchan	7.5	21	37	8	35	2	1	0.7	4	14	0.227	0.123	7	3	1	7	145.07	44.59	6.81	2.27	3.00	1.40
95	3	Mico+Bacillus	Canchan	4	15	17	6	32	2	1	0.5	2	12	0.169	0.076	6	5	1	8	127.70	42.60	4.03	4.03	1.00	1.50
96	4	Mico+Bacillus	Canchan	6	16	18	9	30	2	1	0.5	2	13	0.222	0.126	5	5	1	8	157.41	67.12	1.43	1.43	1.00	1.00
17	1	Control	Unica	2	5.5	13	1	14	1	1	0.7	1	5	0.175	0.053	1	5	1	6	125.16	62.27	25.20	5.04	5.00	1.62
18	2	Control	Unica	2.5	5	11.5	1	15	1	2	0.6	1	3	0.211	0.072	0	5	1	6	127.83	58.16	30.69	2.79	11.00	1.23
19	3	Control	Unica	4	17.5	12	1	12	0	2	0.6	0	1	0.175	0.066	1	9	1	5	99.44	53.15	30.75	6.15	5.00	1.75
20	4	Control	Unica	5.5	13	21.5	2	14	1	2	0.5	1	2	0.183	0.041	0	1	5	4	79.67	47.53	63.60	12.72	5.00	2.16
37	1	NPK	Unica	2	6.5	8.5	1	8	0	2	0.4	0	1	0.154	0.029	0	9	5	9	72.83	37.78	30.10	6.02	5.00	1.48
38	2	NPK	Unica	2.5	6	7.5	1	7	0	1	0.3	0	1	0.144	0.028	0	9	5	9	62.70	36.11	10.60	2.65	4.00	1.20
39	3	NPK	Unica	6	12	12.5	2	10	0	5	0.4	0	2	0.138	0.030	0	7	5	7	107.10	49.43	28.16	2.56	11.00	1.20
40	4	NPK	Unica	5.5	9.5	9.5	3	8	0	4	0.4	0	3	0.144	0.028	0	8	5	7	71.45	39.20	54.18	3.87	14.00	1.38
77	1	Micorrizas	Unica	5	12.5	33	4	28	2	3	0.7	1	5	0.169	0.051	0	1	1	4	95.64	48.20	89.00	8.90	10.00	2.07
78	2	Micorrizas	Unica	5.5	12.5	28	2	19	1	2	0.9	1	2	0.180	0.060	0	1	1	3	85.84	46.65	94.86	10.54	9.00	2.10
79	3	Micorrizas	Unica	5	13.5	24	4	23	2	5	0.6	2	6	0.172	0.061	1	1	2	3	101.81	49.25	66.22	4.73	14.00	1.48
80	4	Micorrizas	Unica	4	7.5	14	2	14	1	4	0.6	1	4	0.176	0.063	1	5	1	8	124.70	53.33	33.52	4.19	8.00	1.57
57	1	NPK+Mico	Unica	6	13	19	5	13	0	5	0.4	0	7	0.177	0.066	1	7	1	8	90.10	42.60	30.24	2.52	12.00	1.44
58	2	NPK+Mico	Unica	5	12	13	2	13	1	3	0.5	1	2	0.152	0.042	1	5	1	6	104.60	49.32	42.60	4.26	10.00	1.66
59	3	NPK+Mico	Unica	4.5	10	13	3	14	1	4	0.6	1	3	0.157	0.041	0	5	1	7	134.00	59.12	42.39	4.71	9.00	1.36
60	4	NPK+Mico	Unica	3.5	6	9.5	1	9	0	1	0.4	0	1	0.199	0.092	0	8	8	9	35.55	29.04	10.45	2.09	5.00	1.01
97	1	Mico+Bacillus	Unica	7.5	19	34	3	22	1	3	0.7	1	3	0.158	0.037	0	5	1	6	93.73	46.94	124.26	20.71	6.00	3.02
98	2	Mico+Bacillus	Unica	6	16.5	32	4	23	1	4	0.7	0	4	0.173	0.050	0	7	1	3	84.90	46.87	114.48	9.54	12.00	2.07
99	3	Mico+Bacillus	Unica	5	14.5	29	5	28	1	4	0.7	1	5	0.155	0.039	0	5	1	3	81.95	45.70	99.72	11.08	9.00	1.96
100	4	Mico+Bacillus	Unica	4	14.5	24	1	16	0	2	0.5	0	1	0.174	0.043	0	8	5	4	85.20	42.62	123.75	8.25	15.00	1.87
9	1	Control	Perricholi	6.5	17	34	11	19	2	8	0.4	3	14	0.241	0.090	6	5	1	7	152.89	51.60	3.86	1.93	2.00	1.15
10	2	Control	Perricholi	5	13	34	7	17	3	6	0.6	3	11	0.262	0.139	4	5	1	6	140.44	47.69	11.22	3.74	3.00	1.55
11	3	Control	Perricholi	9	17	31	7	16	4	6	0.5	4	15	0.249	0.116	4	3	1	6	154.97	55.91	9.68	2.42	4.00	1.20
12	4	Control	Perricholi	7	20	37	8	22	4	7	0.4	3	17	0.249	0.135	4	5	1	6	144.63	49.28	2.55	0.85	3.00	0.75
29	1	NPK	Perricholi	7.5	14	14	3	12	0	4	0.4	2	7	0.164	0.049	5	5	1	8	90.24	27.58	16.47	1.83	9.00	0.90
30	2	NPK	Perricholi	7	14	18	10	15	2	8	0.6	2	13	0.197	0.078	3	5	1	8	157.60	54.87	2.50	1.25	2.00	0.90
31	3	NPK	Perricholi	5.5	15	15	1	5	0	1	0.3	0	1	0.139	0.030	1	7	2	9	60.70	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00
32	4	NPK	Perricholi	10	16	17	1	7	0	1	0.4	0	3	0.175	0.038	1	7	2	9	64.50	22.28	0.00	0.00	0.00	0.00
69	1	Micorrizas	Perricholi	8	17	34.5	9	16	3	8	0.6	6	19	0.191	0.096	6	1	1	6	141.48	43.61	27.12	3.39	8.00	1.37
70	2	Micorrizas	Perricholi	8	15.5	33	10	16	3	9	0.6	4	23	0.194	0.085	4	3	1	6	127.90	38.35	35.90	3.59	10.00	1.41
71	3	Micorrizas	Perricholi	5	14	32	10	16	2	6	0.6	4	10	0.204	0.090	3	3	1	6	138.60	42.04	15.21	1.69	9.00	1.20
72	4	Micorrizas	Perricholi	5.5	18	37	7	22	4	7	0.5	4	13	0.215	0.101	4	3	1	6	140.65	48.32	0.40	0.40	1.00	0.60
49	1	NPK+Mico	Perricholi	6	14	24	4	16	2	5	0.5	2	6	0.180	0.070	4	6	1	9	126.66	37.76	10.24	2.56	4.00	1.06
50	2	NPK+Mico	Perricholi	6	15.5	15.5	1	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
51	3	NPK+Mico	Perricholi	8.5	18.5	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
52	4	NPK+Mico	Perricholi	7	14	15	1	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
89	1	Mico+Bacillus	Perricholi	10	21	32	10	14	3	5	0.4	5	18	0.199	0.098	2	2	1	5	101.44	25.68	71.04	5.92	12.00	1.58

90	2	Mico+ Bacillus	Perricholi	10	21	35	13	15	4	6	0.4	4	13	0.198	0.095	3	3	1	5	121.80	33.62	52.88	6.61	8.00	1.67
91	3	Mico+ Bacillus	Perricholi	7.5	21.5	46	9	17	3	8	0.7	4	14	0.220	0.120	4	3	1	5	140.94	45.60	19.50	3.25	6.00	1.30
92	4	Mico+ Bacillus	Perricholi	9.5	20	36	12	19	4	10	0.6	3	23	0.229	0.120	3	5	1	5	130.93	44.64	22.26	3.18	7.00	1.42
1	1	Control	Faustina	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	2	Control	Faustina	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	3	Control	Faustina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	4	Control	Faustina	7.5	10	11	1	12	1	2	0.5	1	1	0.266	0.137	0	4	5	9	66.19	8.87	80.14	8.01	10.00	1.76
21	1	NPK	Faustina	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	2	NPK	Faustina	5	5.5	5.5	1	4	0	2	0.1	0	1	0.156	0.043	0	8	9	9	9.30	0.94	3.69	0.92	4.00	0.90
23	3	NPK	Faustina	4.5	5.5	5.5	1	5	0	2	0.3	0	1	0.185	0.066	0	8	9	9	39.93	4.30	9.35	0.72	13.00	0.72
24	4	NPK	Faustina	4.5	7	7	1	5	0	1	0.2	0	1	0.170	0.050	0	8	9	9	95.64	1.04	1.18	1.18	1.00	0.90
61	1	Micorrizas	Faustina	6.5	11	13	1	10	0	3	0.4	0	1	0.216	0.108	0	7	1	8	13.83	6.70	111.35	6.55	17.00	1.60
62	2	Micorrizas	Faustina	7	10	11	1	13	0	3	0.5	0	1	0.159	0.042	0	8	1	8	12.70	5.37	94.11	9.41	10.00	1.89
63	3	Micorrizas	Faustina	7	12	12	1	11	0	3	0.4	0	1	0.247	0.129	0	8	1	8	31.50	6.70	99.35	9.03	11.00	1.97
64	4	Micorrizas	Faustina	6.5	9	10	1	11	0	1	0.3	0	1	0.222	0.125	0	8	1	8	15.45	2.34	45.06	5.63	8.00	1.70
41	1	NPK+Mico	Faustina	5	9	9	1	10	0	2	0.4	0	1	0.227	0.082	0	8	6	8	49.14	5.46	77.04	4.53	17.00	1.26
42	2	NPK+Mico	Faustina	4.5	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43	3	NPK+Mico	Faustina	7	9	9	1	5	0	4	0.3	0	1	0.165	0.054	0	5	6	8	25.50	3.10	11.13	1.59	7.00	1.05
44	4	NPK+Mico	Faustina	4.5	8	9	2	8	0	1	0.2	0	2	0.190	0.081	0	5	6	8	8.30	1.60	5.47	1.09	5.00	0.70
81	1	Mico+ Bacillus	Faustina	8	13	16	1	10	0	4	0.4	0	1	0.176	0.092	0	5	1	5	10.25	7.44	118.20	6.22	19.00	1.57
82	2	Mico+ Bacillus	Faustina	4	7.5	13	2	14	1	3	0.5	1	2	0.173	0.075	0	4	1	2	9.97	6.12	94.09	9.41	10.00	1.93
83	3	Mico+ Bacillus	Faustina	5	8.5	10	1	9	0	3	0.5	0	1	0.143	0.067	0	4	1	1	21.03	8.90	113.82	5.69	20.00	1.60
84	4	Mico+ Bacillus	Faustina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	1	Control	Yasmine	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	2	Control	Yasmine	1.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	3	Control	Yasmine	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	4	Control	Yasmine	7	13	21	3	40	2	4	0.6	3	3	0.251	0.177	7	3	1	5	114.02	35.71	10.47	3.49	3.00	1.26
25	1	NPK	Yasmine	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	2	NPK	Yasmine	1.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	3	NPK	Yasmine	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	4	NPK	Yasmine	2	5	8.5	1	13	1	2	0.5	1	2	0.219	0.132	1	8	5	6	54.16	15.01	40.15	3.65	11.00	1.43
65	1	Micorrizas	Yasmine	5	13	27	2	35	2	1	0.6	1	2	0.260	0.188	0	8	2	5	88.80	27.50	84.06	9.34	9.00	1.40
66	2	Micorrizas	Yasmine	5	11	22	2	32	2	1	0.6	4	4	0.256	0.178	4	1	1	5	112.06	35.71	33.84	4.23	8.00	1.40
67	3	Micorrizas	Yasmine	4	10.5	19	2	15	2	3	0.6	3	6	0.232	0.153	2	3	2	4	91.95	28.78	52.19	3.07	17.00	1.15
68	4	Micorrizas	Yasmine	4.5	11	24	6	30	2	3	0.6	3	7	0.241	0.165	3	3	1	4	101.78	35.14	27.44	3.43	8.00	1.36
45	1	NPK+Mico	Yasmine	5	13	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
46	2	NPK+Mico	Yasmine	4.5	12	12	1	9	0	3	0.5	0	2	0.208	0.116	1	9	5	6	44.40	11.85	23.40	2.34	10.00	1.23
47	3	NPK+Mico	Yasmine	4	11.5	11.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
48	4	NPK+Mico	Yasmine	3	4.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
85	1	Mico+ Bacillus	Yasmine	5	13	25	1	33	2	2	0.5	4	3	0.228	0.166	1	1	2	4	79.10	24.60	81.25	6.25	13.00	1.43
86	2	Mico+ Bacillus	Yasmine	4.5	12	27	4	36	2	1	0.5	2	7	0.200	0.129	1	5	2	3	71.97	23.26	84.56	21.14	4.00	2.00
87	3	Mico+ Bacillus	Yasmine	4	11.5	26	6	23	2	3	0.6	3	8	0.252	0.176	5	3	1	4	112.10	37.39	22.12	3.16	7.00	1.12
88	4	Mico+ Bacillus	Yasmine	3	4.5	14	2	15	2	1	0.7	3	3	0.224	0.144	3	3	1	5	73.90	23.14	44.17	6.31	7.00	1.38

Anexo 2. Características fisicoquímicas del suelo utilizado en el experimento



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



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : SERGIO CONTRERAS LIZA

Departamento : LIMA Provincia : HUAURA
 Distrito : HUACHO Predio :
 Referencia : H.R. 62096-001C-18 Bolt : 1213 Fecha : 17/01/2018

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves								Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
104	Herson Torres Vite, sustrato de invernadero	8.12	2.96	2.90	3.04	182.2	1080	8.32	3.81	2.98	1.37	0.15	0.00	8.32	8.32	100



Sergio García Bandez
 Jefe del Laboratorio

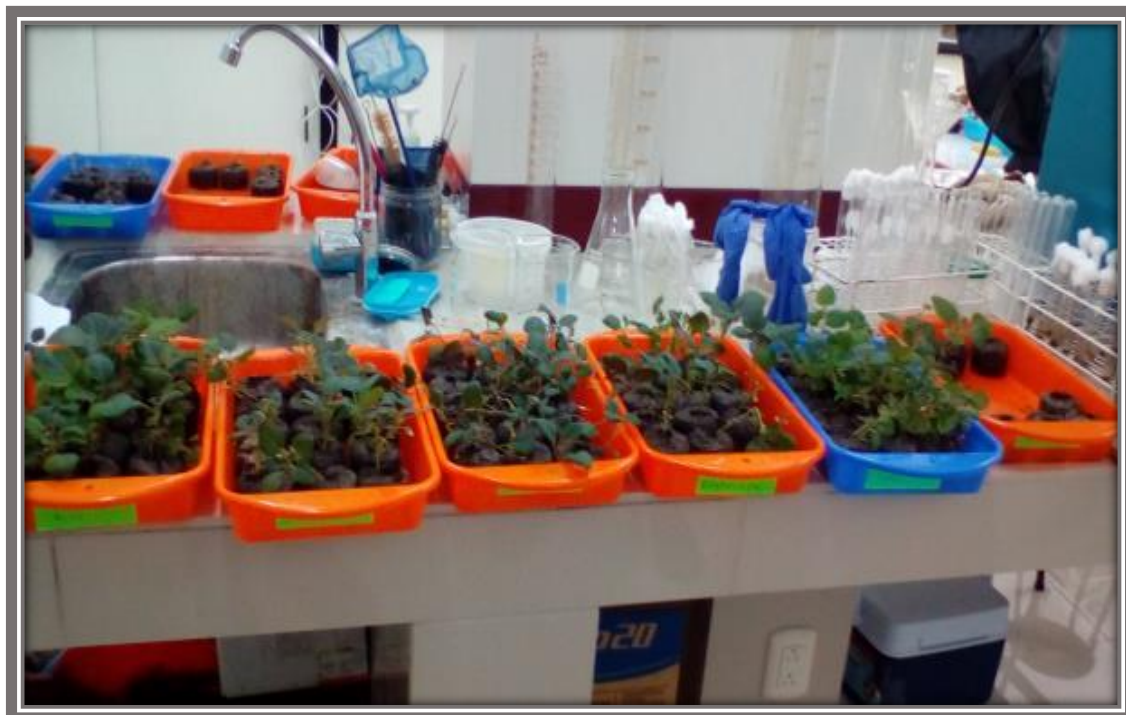


Figura 1. Plántulas in vitro de variedades de papa acondicionándose para luego ser trasplantadas en macetas.

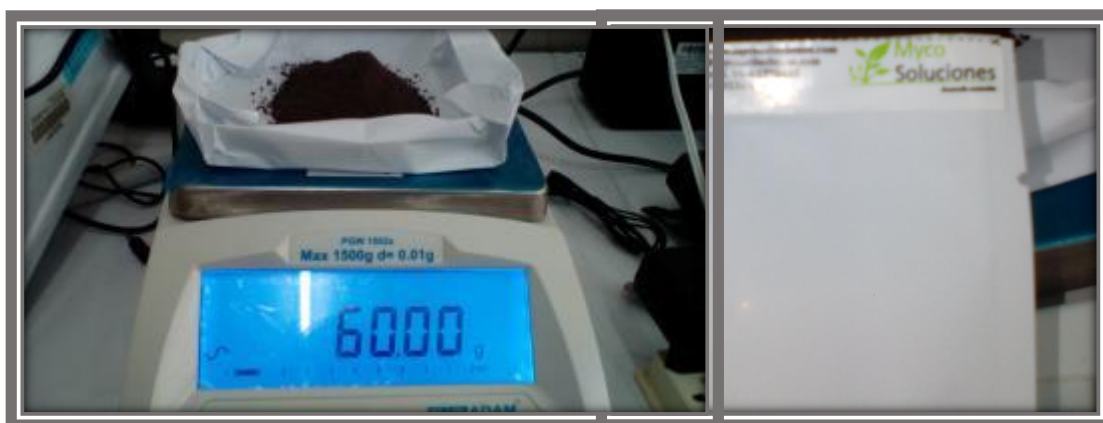


Figura 2. Peso de micorriza que se utilizó en el experimento.



Figura 3. Comparativo de tratamientos de la variedad única a los 60 días.



Figura 4. Variedades y tratamientos antes de la cosecha, 90 días.



Figura 5. Cosecha variedad Faustina.



Figura 6. Peso fresco de muestras



Figura 7. Deshidratación solar del follaje para posterior evaluación de peso en seco.



Figura 8. Cosecha de la variedad única con los distintos tratamientos

Micorrizas + Bacillus subtilis – Micorrizas – NPK + Micorrizas – Control