

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



**“CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL
CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS
(INVERNADERO)”**

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

MAURICIO RAMIREZ RODRIGO JESUS

ASESOR: Dr. SERGIO EDUARDO CONTRERAS LIZA

HUACHO – PERU

2022

CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS (INVERNADERO)

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | 1library.co Fuente de Internet | 1% |
| 2 | africanpotatoassociation.org Fuente de Internet | 1% |
| 3 | pt.scribd.com Fuente de Internet | 1% |
| 4 | www.coursehero.com Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.udea.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 8 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante | 1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL
CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS
(INVERNADERO)”**

Tesis sustentada y aprobada ante el Jurado evaluador



Dr. Dionicio Belisario Luis Oliva

Presidente



Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo

Secretario



Mg. Saul Robert Manrique Flores

Vocal



Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza

Asesor

HUACHO – PERÚ

2022



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 088-2022-FIAIAyA

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

En la ciudad de Huacho, el día 14 de octubre del 2022, siendo las 11:30 a.m. en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador integrado por:

| | | |
|-------------------|--|------------------------|
| Presidente | Dr. DIONICIO BELISARIO LUIS OLIVAS | DNI N° 40588728 |
| Secretario | Dr. EDISON GOETHE PALOMARES ANSELMO | DNI N° 15605663 |
| Vocal | Mg. Sc. SAUL ROBERT MANRIQUE FLORES | DNI N° 30655365 |
| Asesor | Dr. SERGIO EDUARDO CONTRERAS LIZA | DNI N° 08787108 |

Para evaluar la sustentación de la tesis titulada: **“CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS (INVERNADERO)”**

El postulante al Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**, don: **RODRIGO JESUS MAURICIO RAMIREZ**, identificado con DNI N° 73578885, procedió a la sustentación de la tesis, autorizada mediante Resolución de Decanato N° 0628-2022-FIAIAyA, de fecha 05/10/2022 de conformidad con las disposiciones vigentes. El postulante **sí** absolvió las interrogantes que le formularon los miembros del Jurado.

Concluida la sustentación de la tesis, se procedió a la votación correspondiente resultando el candidato **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con la nota de:

| CALIFICACIÓN | | EQUIVALENCIA | CONDICIÓN |
|--------------|-----------|--------------|-----------|
| NÚMERO | LETRAS | | |
| 18 | DIECIOCHO | EXCELENTE | APROBADO |

Siendo las 13:00 horas del día 14 de octubre del 2022 se dio por concluido el ACTO DE SUSTENTACIÓN de la tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo inscrito en el folio N°307 del Libro de Actas



Dr. DIONICIO BELISARIO LUIS OLIVAS
Presidente



Dr. EDISON GOETHE PALOMARES ANSELMO
Secretario



Mg. Sc. SAUL ROBERT MANRIQUE FLORES
Vocal



Dr. SERGIO EDUARDO CONTRERAS LIZA
Asesor

DEDICATORIA

Mi presente trabajo lo dedico con mucho amor y cariño.

- *A Dios por forjar mi camino, por la vida, por brindarme salud y una familia que me motiva a ser mejor persona.*

- *A mi madre Ramirez Tena Rosa, mi abuela Tena Herbozo Liduvina, quienes me brindaron su apoyo, me educaron y por su amor incondicional.*

- *A mis hermanos, Mauricio Ramírez Leandro y Mauricio Ramírez Leonel; por el apoyo y amistad.*

- *A mis tíos Ramirez Tena Elvis, Coca Farromeque Sandro, por su apoyo incondicional en los momentos difíciles de la vida.*

¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas han contribuido al proceso, desarrollo y conclusión de esta tesis.

Agradecer a mi asesor, Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza por otorgar esta oportunidad y confianza, por la orientación, paciencia y su gran motivación. Me brindó su instrucción, que ha sido clave para lograr terminar este proyecto.

A la señora Coca Rosa y al señor Figueres Prospero, por abrirme las puertas de su casa y de su corazón.

A los miembros del jurado el Dr. Dionicio Belisario Luis Oliva, Dr. Edison Palomares Anselmo y el Mg. Saul Robert Manrique Flores, gracias por su dedicación para corregir esta investigación.

Finalmente, a mis amigos del Team Agro, Jerimi, Luis, Cristian, Aarón y Elin por su amistad y tiempo.

A todos ellos, ¡MUCHAS GRACIAS!

INDICE

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTOS | 5 |
| INDICE | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 8 |
| RESUMEN..... | 10 |
| ABSTRACT..... | 11 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 2 |
| 1.2 Formulación del problema | 3 |
| 1.2.1 Problema general..... | 3 |
| 1.2.2 Problema específico | 3 |
| 1.3. Objetivo de la investigación..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 Justificación de la investigación..... | 4 |
| 1.5 Delimitación del estudio..... | 4 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 Antecedentes | 5 |
| 2.2 Taxonomía de la papa | 6 |
| 2.3 Importancia económica y social de la papa en el Perú..... | 6 |
| 2.4 Clones avanzados de papa..... | 7 |
| 2.5 Organismos que atacan al cultivo de la papa | 8 |
| 2.6 Rizobacterias promotoras de crecimiento en la agricultura | 9 |
| 2.7 Mecanismos de acción de las PGPR | 10 |
| 2.8 Definiciones conceptuales..... | 10 |
| 2.9 Formulación de hipótesis | 11 |
| 2.9.1 Hipótesis general..... | 11 |
| 2.9.2 Hipótesis específicas | 11 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGÍA..... | 12 |
| 3.1 Diseño metodológico..... | 12 |
| 3.2 Ubicación | 12 |
| 3.3 Materiales..... | 13 |
| 3.4 Factores en estudio..... | 14 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.5 | Diseño experimental..... | 14 |
| 3.6 | Tratamientos..... | 16 |
| 3.7 | Distribución de los tratamientos..... | 17 |
| 3.8 | VARIABLES EVALUADAS..... | 18 |
| 3.9 | Conducción del experimento..... | 19 |
| 3.10 | Población y muestra | 20 |
| 3.11 | Técnicas de recolección y procesamiento de datos | 20 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | | 21 |
| 4.1 | Altura de planta | 21 |
| 4.2 | Altura de planta | 22 |
| 4.3 | Vigor Vegetativo | 23 |
| 4.4 | Número de brotes por planta | 25 |
| 4.5 | Número de hojas por planta | 26 |
| 4.6 | Número de hojas por planta | 28 |
| 4.7. | Peso fresco del follaje por planta | 30 |
| 4.8 | Peso seco del follaje (después de la cosecha)..... | 32 |
| 4.9 | Peso de tubérculos por planta | 32 |
| 4.10 | Diámetro de tubérculo | 33 |
| 4.11 | Número de tubérculos por planta | 34 |
| CAPÍTULO V. DISCUSIÓN..... | | 37 |
| Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 38 |
| 6.1 | Conclusiones | 38 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 39 |
| REFERENCIAS | | 40 |
| ANEXOS..... | | 43 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Esquema de análisis Variancia. | 15 |
| Tabla 2. Tratamiento de inoculación utilizados en el experimento. | 16 |
| Tabla 3. Análisis de varianza para altura de planta a 45 días (cm). Datos transformados a raíz cuadrada. | 21 |
| Tabla 4. Comparación de los clones para altura de planta a 45 días(cm). Datos transformados a raíz cuadrada. | 21 |
| Tabla 5. Análisis de varianza para altura de planta a los 75 días (cm). | 22 |
| Tabla 6. Comparación de los clones para altura de planta a 75 días(cm). | 22 |
| Tabla 7. Análisis de varianza para vigor de la planta (escala 1 a 9). | 23 |
| Tabla 9. Análisis de varianza para el número de brotes por planta a los 45 días. Datos transformados a raíz cuadrada. | 25 |
| Tabla 10. Efecto de inoculantes para el número de brotes por planta a los 45 días (Nº) después de la siembra. Datos transformados a raíz cuadrada. | 25 |
| Tabla 11. Comparación de los clones para el número de brotes por planta a los 45 días (número) después de la siembra. Datos transformados a raíz cuadrada. | 26 |
| Tabla 12. Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 45 días (Nº) después de la siembra. Datos transformados a log. | 26 |
| Tabla 14. Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 75 días después de la siembra. | 28 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para el peso fresco del follaje(gr). Datos transformados a log. | 30 |
| Tabla 18. Análisis de varianza para el peso seco del follaje por planta (gr). Datos transformados a raíz cuadrada. | 32 |
| Tabla 19. Comparación de los clones para peso seco del follaje por planta (gr). Datos transformados a raíz cuadrada. | 32 |
| Tabla 20. Análisis de varianza para peso de tubérculos gr/planta. Datos transformados a log. | 33 |
| Tabla 21. Comparación de los clones para el peso de los tubérculos por planta (gr). Datos transformados a log. | 33 |
| Tabla 22. Análisis de varianza para diámetro de tubérculos (cm). | 34 |
| Tabla 23. Comparación de los clones para el diámetro de tubérculos (cm). | 34 |
| Tabla 24. Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta. Datos transformados a raíz cuadrada. | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Distribución de los tratamientos en el experimento. | 17 |
| <i>Figura 2.</i> Efecto de los tratamientos inoculantes en el vigor de clones avanzados. | 23 |
| <i>Figura 3.</i> Vigor de clones avanzados con diferentes tratamientos inoculantes..... | 24 |
| <i>Figura 4.</i> Efecto de los tratamientos inoculantes en número de hojas a los 45 días de clones avanzados. | 27 |
| <i>Figura 5.</i> Número de hojas a los 45 días en clones avanzados con diferentes inoculantes..... | 27 |
| <i>Figura 6.</i> Efecto de los tratamientos inoculantes en número de hojas a los 75 días de clones avanzados. | 28 |
| <i>Figura 7.</i> Número de hojas a los 75 días en clones avanzados con diferentes inoculantes..... | 29 |
| <i>Figura 8.</i> Efecto de los tratamientos inoculantes en el peso fresco del follaje de clones avanzados. | 30 |
| <i>Figura 9.</i> Peso fresco de follaje en clones avanzados con diferentes inoculantes. | 31 |
| <i>Figura 10.</i> Efecto de los tratamientos inoculantes en el número de tubérculos de clones avanzados. | 35 |
| <i>Figura 11.</i> Número de tubérculo en clones avanzados con diferentes inoculantes..... | 36 |
| <i>Figura 12.</i> Formatos de evaluación de la investigación..... | 44 |
| <i>Figura 13.</i> Preparación del sustrato utilizado en el experimento..... | 48 |
| <i>Figura 14.</i> Evaluación de la papa en invernadero..... | 48 |
| <i>Figura 15.</i> Preparación de las rizobacterias en el Laboratorio de Biotecnología de la Producción. | 49 |
| <i>Figura 16.</i> Tercera aplicación de los inoculantes, Clon UH-24..... | 49 |
| <i>Figura 17.</i> Comparación de los inoculantes en el clon Yasmine. | 50 |
| <i>Figura 18.</i> Comparación de los inoculantes en el Clon UH-09. | 50 |
| <i>Figura 19.</i> Cosecha del clon Yasmine. | 51 |
| <i>Figura 20.</i> Clon UH-9 inoculado con <i>Azotobacter</i> + <i>B. simplex</i> + <i>B. subtilis</i> | 51 |
| <i>Figura 21.</i> Clon Yasmine inoculado con <i>Azotobacter</i> + <i>B. simplex</i> + <i>B. subtilis</i> | 52 |
| <i>Figura 22.</i> Comparación de los tratamientos en la cosecha del Clon UH-09. Las plantas de la hilera izquierda son los controles. | 52 |
| <i>Figura 23.</i> Comparación de los tratamientos en la cosecha del clon Yasmine. Las plantas de la hilera izquierda son los controles. | 53 |

CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de un consorcio de rizobacterias promotoras del crecimiento de la papa bajo condiciones controladas. **Metodología:** La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicada en Huacho, Lima, durante febrero a junio del 2019. El experimento empleó el diseño completamente al azar (DCA); constó de 120 macetas con una distribución de 6 repeticiones por cada tratamiento: 5 tratamientos de inoculación incluyendo un control y 4 clones avanzados de papa. Los tratamientos fueron: *Azotobacter* sp., *Azotobacter* sp. + *Bacillus simplex*, *Azotobacter* sp. + *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp. + *B. subtilis* + *B. simplex* y NPK (control, sin inoculantes). Los datos se procesaron y analizaron empleando el programa Infostat y para la comparación de los tratamientos se utilizó la prueba de Scott-Knott a un nivel de probabilidad del 95%. **Resultados:** La inoculación con *Azotobacter* sp. o con el consorcio *Azotobacter* sp. + *B. simplex* + *B. subtilis* promovieron significativamente ($p < 0,05$) el crecimiento de la papa respecto a altura de planta a 75 días, número de brotes y número de hojas por planta a 45 días, número de hojas a 75 días; en número de hojas por planta se obtuvo diferencias ($p < 0,05$) solo con la inoculación del consorcio *Azotobacter* sp. + *B. simplex* + *B. subtilis*. Para vigor de la planta, el control (sin inoculación) obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en comparación con los demás tratamientos. Las variables altura de planta a 45 días, número de brotes a 75 días, peso fresco y seco del follaje, peso de tubérculos por planta y diámetro del tubérculo, no presentaron diferencias significativas. **Conclusiones:** La inoculación con un consorcio de rizobacterias, promueve el crecimiento y productividad de la papa, siendo una alternativa para la producción de tubérculos-semilla en condiciones de invernadero.

Palabras clave: Rizobacterias, clones avanzados, inoculación, invernadero, interacción.

Citación: APA

Mauricio, R. (2021). *Consortio de rizobacterias para promover el crecimiento de la papa en condiciones controladas*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho].

RHIZOBACTERIA CONSORTIUM TO PROMOTE POTATO GROWTH UNDER CONTROLLED CONDITIONS

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of a consortium of potato growth-promoting rhizobacteria under controlled conditions. **Methodology:** The research was developed at Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión National, located in Huacho, Lima, from February to June 2019. The experiment used the completely randomized design (DCA); It consisted of 120 pots with a distribution of six repetitions for each treatment: five inoculation treatments including control and four advanced potato clones. The treatments were: *Azotobacter* sp., *Azotobacter* sp. + *Bacillus simplex*, *Azotobacter* sp. + *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp. + *B. subtilis* + *B. simplex* and NPK (control, without inoculants). The data were processed and analyzed using the Infostat program and the Scott-Knott test was used to compare the treatments at a probability level of 95%. **Results:** Inoculation with *Azotobacter* sp. or with *Azotobacter* sp. + *B. simplex* + *B. subtilis* significantly ($p < 0.05$) promoted potato growth with respect to plant height at 75 days, number of shoots and number of leaves per plant at 45 days, number of leaves at 75 days; In number of leaves per plant, differences ($p < 0.05$) were obtained only with the inoculation of the *Azotobacter* sp. + *B. simplex* + *B. subtilis*. For plant vigor, the control (without inoculation) obtained statistical differences ($p < 0.05$) compared to the other treatments. The variables plant height at 45 days, number of shoots at 75 days, fresh and dry weight of the foliage, weight of tubers per plant and diameter of the tuber, did not show significant differences. **Conclusions:** The inoculation with a consortium of rhizobacteria promotes the growth and productivity of potatoes, being an alternative for the production of seed tubers in greenhouse conditions. **Keywords:** Rhizobacteria, advanced clones, inoculation, greenhouse, interaction.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de tesis se quiere contribuir con una solución a los actuales problemas de los agricultores y del medio ambiente, originado por el uso indiscriminado de agroquímicos dando lugar a la pérdida en la calidad del suelo y el agua, aumento en los costos de producción, resistencia en plagas potenciales y daños al medio ambiente.

La papa se sitúa como el tercer cultivo de mayor consumo en el mundo, y es uno de los representantes de los cuatro rubros alimenticios básicos de la seguridad y soberanía alimentaria en variadas formas de consumo en el mercado (Egúsquiza, 2000).

Bacillus sp. y *Azotobacter* sp. son bacterias diazotróficas las cuales poseen diferentes estrategias para proteger el complejo nitrogenasa, esto les permite fijar nitrógeno atmosférico sin formar simbiosis con las plantas. El hábitat de estas bacterias es el suelo, mar, fuentes de agua dulce y sedimentos (Rodríguez et al., 2003). El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto del consorcio de rizobacterias para promover el crecimiento de la papa en condiciones controladas. Los objetivos específicos fueron determinar el efecto del consorcio de rizobacterias en el peso de tubérculos de la papa en condiciones controladas, y la interacción de los consorcios de rizobacterias y los clones de papa en evaluación, en condiciones controladas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En los últimos años el cultivo de papa, a pesar de su alto rendimiento se ve afectado principalmente por plagas y enfermedades, debido a este problema los agricultores optaron por el uso de los fertilizantes y pesticidas químicos, a consecuencia de esto se empezó con el uso indiscriminado de estas sustancias, las cuales produjeron la contaminación del ambiente, incremento de costos de producción y toxicidad en la salud humana.

Los cultivos de la papa en las regiones andinas del Perú presentan muchos problemas, como heladas, plagas y enfermedades. Muchas de las enfermedades son causadas por hongos los cuales se encuentran en el suelo y disminuyen el rendimiento causando perjuicios económicos, llegando a alcanzar pérdidas de hasta el 20% (Torres, 2002).

Cakmakci et al. (2005) indican que el nitrógeno y el fósforo son los macronutrientes esenciales para la nutrición de la planta, en la agricultura convencional los fertilizantes se utilizan de manera desmesurada. Las rizobacterias son organismos importantes, ya que permiten que las plantas asimilen mejor los nutrientes que están presentes en el suelo, reduciendo el uso de fertilizantes y otros productos químicos.

Biswas et al. (2000) indica que las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal tienen un efecto positivo en muchas características de cultivos, por ejemplo, en los cereales y no cereales. Por esta razón es necesario determinar el efecto de las rizobacterias como promotoras del crecimiento en el cultivo de papa en condiciones de invernadero, al no existir una amplia información a nivel nacional sobre su efecto.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto del consorcio de rizobacterias para promover el crecimiento de la papa en condiciones controladas?

1.2.2 Problema específico

¿Cuál es el efecto del consorcio de rizobacterias en el comportamiento agronómico de cuatro clones de papa en condiciones controladas?

¿Existe interacción entre los consorcios de rizobacterias inoculadas y los clones avanzados de papa en condiciones controladas?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto del consorcio de rizobacterias para promover el crecimiento de la papa bajo condiciones controladas.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto del consorcio de rizobacterias en el comportamiento agronómico de cuatro clones avanzados de papa, bajo condiciones controladas.

Determinar la existencia de interacción entre consorcios de rizobacterias y los clones avanzados de papa, bajo condiciones controladas.

1.4 Justificación de la investigación

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se encuentra entre los principales cultivos en Latinoamérica y debido a aspectos ambientales y regulatorios, el uso de potenciales agentes de biocontrol se considera la forma más segura para el manejo de la papa en condiciones de invernadero y campo.

La presente investigación se enfocará en determinar el efecto de un consorcio de rizobacterias pertenecientes a los géneros *Azotobacter* y *Bacillus*, para promover el crecimiento de la papa en condiciones controladas, ya que estos microorganismos no son considerados frecuentemente en el manejo de la producción de papa. El presente trabajo mostrará el efecto que tienen estos organismos en el comportamiento de la papa, y profundizará los conocimientos que se tiene hasta el momento sobre estos microorganismos, brindando información sobre el beneficio que tienen en la producción de tubérculos semilla de papa en condiciones controladas de una casa-malla.

1.5 Delimitación del estudio

Esta investigación fue realizada en condiciones de invernadero (casa malla) en la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental (Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión), dentro del ámbito del departamento de Lima, provincia de Huaura, distrito de Huacho.

El periodo en el que se realizó la investigación correspondió a los meses de febrero a junio del año 2019.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Arcos & Zúñiga (2016) comprobaron que las cepas de rizobacterias, *Bacillus* y *Azotobacter* promovieron la altura de plantas y los rendimientos totales de tubérculos en cuanto al número y peso, las parcelas con la inoculación de PGPR fueron significativamente superiores en comparación al control sin inoculación, en la variedad Ccompis el número total de tubérculos se incrementó a 141,41% por encima del control no inoculado, y el rendimiento incrementó en 125,79% comparado con el control no inoculado. Además, disminuyó los daños o infecciones causados por Fitopatógenos mediante el antagonismo comparado con los tubérculos cosechados de la parcela control no inoculada.

Main & Franco (2011) en *Solanum tuberosum ssp. andigena* obtuvieron un mayor rendimiento con el tratamiento de *Bacillus subtilis* + 80-30-00 de NPK (15940 kg/ha) y fue similar al testigo con el nivel comercial 80-12000 de NPK (15550 kg/ha). *Bacillus subtilis*, superó estadísticamente en rendimiento con 8598 kg/ha, al tratamiento de *B. subtilis* + *G. fasciculatum* con 6306 kg/ha, *G. fasciculatum* obtuvo 5508 kg/ha y al testigo absoluto con rendimiento de 5585 kg/ha. Además, también comprobó que la bacteria disminuye su efectividad ante grandes proporciones de nitrógeno y fósforo, lo que indica que altas aplicaciones de fósforo no son requeridas, permitiendo reducir los costos de fertilización y los riesgos ambientales; por lo tanto, el mayor beneficio neto y menor costo variable fue el mejor tratamiento fue a *B. subtilis* + 80-30-00 (kg/ha de NPK).

Sánchez et al. (2018) obtuvieron diferencias significativas para batata clon Tainung, en donde la aplicación de *Azotobacter chroococcum* IBCR19 + 75 % de fertilización nitrogenada alcanzó los mayores valores medios de rendimiento y materia seca radicular 12,18 t. ha⁻¹ y 2,92 t. ha⁻¹, respectivamente en comparación el control y el tratamiento de 100% de N (160 kg ha⁻¹). Conclusión, en base en los resultados obtenidos se puede inferir que la inoculación con *A. chroococcum* IBCR19 logró reducir en un 25 % los niveles de fertilización nitrogenada y constituye una cepa promisoría como bioestimulante.

Luyo (2015) comprobó que la inoculación de la papa cv 'Única' con la cepa *Azotobacter sp. AZO16M2*, dió resultados significativos en relación con el peso de la biomasa (18.675 kg ha⁻¹), la producción de tubérculos por hectárea (16.550 kg ha⁻¹), peso del tubérculo comercial (0.51 kg pl⁻¹), en comparación con el control en el cual se obtuvo los siguientes resultados para el peso de la biomasa (13.675 kg ha⁻¹), la producción de tubérculos por hectárea (10.775 kg ha⁻¹), el peso del tubérculo comercial (0.22 kg pl⁻¹).

2.2 Taxonomía de la papa

Según Gálvez (2014)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: Solanum

Especie: Tuberosum

2.3 Importancia económica y social de la papa en el Perú

De acuerdo a MINAGRI (2017) con datos del IV Censo Nacional Agropecuario, el cultivo de papa es el sustento de más de 710 mil familias, predominantemente en zonas andinas del país. El Valor Bruto de la Producción de Papa en el 2016, llegó a representar el 10,6% del Valor Bruto del Sub sector agrícola, convirtiéndose en el segundo producto más importante de la agricultura del país, siendo solamente superado por el VBP correspondiente al arroz (13,4%). Se estima que en el 2016 generó aproximadamente 33,4 millones de jornales, que representaron alrededor del 4,0% del PBI Agrícola.

La producción de papa en el país pasó de 1 364,3 a 4 527,6 mil toneladas entre 1950 y 2016, mostrando una tasa de crecimiento anual promedio de 1,8%. Sin embargo, entre los años de 1997 al 2016, la producción de este tubérculo creció más aceleradamente, a una tasa de 3,4% anual, llegando a obtener en el año 2015, una producción histórica de 4 715,9 mil

tn, como resultado de la expansión de la superficie cosechada, que creció a una tasa anual promedio de 1,2% y, principalmente, de una mejora de los rendimientos por ha, que creció a una tasa anual promedio de 2,2% (MINAGRI, 2017).

2.4 Clones avanzados de papa

Yasmine: Clon avanzado del CIP (CIP 396311.1). Periodo 100 días, presenta precocidad intermedia, hábito de crecimiento determinado, rendimiento 30 t/ha; además, es apta para procesamiento en tiras. Resistente a virus X, Virus Y. (Pradel et al., 2017).

Faustina: Progenitores: 391213. 1 x 388972.22. Clon avanzado del CIP (CIP 399101.1), Precocidad alta, rendimiento 30 t/ha, Periodo 80 días; además, es apta para procesamiento en tiras y snacks. La piel del tubérculo es rosado, resistente a virus X, virus Yo. (Pradel et al., 2017).

Clon UH-09: Proviene del cruzamiento de las variedades María Reiche x (Capiro x Atlantic). Este tubérculo presenta uniformidad de tamaño, forma redonda, la piel crema y lisa con ojos superficiales. Su contenido de sólidos solubles promedio es 19.8% y presenta alto número de tubérculos por planta.

Clon UH-24: Proviene del cruzamiento entre María Reiche x (Capiro x Atlantic). Presenta tubérculos uniformes y redondos, piel lisa y color crema con ojos superficiales. El contenido de sólidos solubles promedio es 18.4%, rendimiento comercial de 35 t/ha. Este clon avanzado se ha registrado como variedad "Bicentenario" en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales de papa.

2.5 Organismos que atacan al cultivo de la papa

Nematodos que afectan al cultivo de la papa (Méndez & Inostroza, 2009).

Nematodo dorado: Corresponde al nematodo *Globodera rostochiensis*. produce significativas reducciones de rendimiento cuando existe una alta densidad poblacional, síntomas aéreos poco diferenciables, excepto por una leve amarillez, menor vigor, escaso crecimiento y una senescencia anticipada.

Nematodo de la pudrición seca: Corresponde a *Ditylenchus destructor*. El síntoma típico del ataque de *D. destructor* es la pudrición seca del tubérculo. Ingresa al tubérculo a través de las lenticelas y una vez dentro del tejido forma colonias de individuos en todos los estados de desarrollo. Produce manchas blancas, acuosas, poco profundas, en la superficie de los tubérculos almacenados, que son visibles al retirar la cáscara.

Bacterias en la papa (Méndez & Inostroza, 2009).

Pierna negra: Las pudriciones blandas son causadas principalmente por las bacterias *Erwinia carotovora* spp. *carotovora* y *Erwinia carotovora* spp. *atroséptica*; síntomas, ocurren en cualquier estado de desarrollo de la planta, es una pudrición que compromete todo el tubérculo, el tejido del tubérculo afectado por pudrición blanda es húmedo, de color crema o canela.

Sarna común: El organismo causal de esta enfermedad es la bacteria *Streptomyces scabies*. Se presentan como lesiones corchosas irregulares, de color café, de tamaño variable y que se desarrollan en cualquier lugar de la superficie del tubérculo. Los tubérculos maduros ya no son susceptibles a la infección, pero las lesiones formadas pueden seguir expandiéndose a medida que el tubérculo crece, aumentando la severidad del daño.

Marchitez bacteriana: Producida por la bacteria *Ralstonia solanacearum*. Síntomas de marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje, presentándose en cualquier estado de desarrollo del cultivo. Se puede afectar un lado del tallo o toda la planta cuando el ataque es fuerte.

Hongos en la papa (Pérez & Forbes, 2011).

Roña: Producida por *Spongospora subterranea*. Presenta Agallas irregulares hasta de 1.5 cm de color oscuro, las Lesiones como pústulas que salen a la superficie y una vez maduras liberan un polvillo marrón oscuro. Afecta desde emergencia hasta formación de tubérculos necrosis.

Tizón tardío: Es causado por *Phytophthora infestans*. Los síntomas son manchas necróticas de color marrón claro a oscuro en las hojas, Manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Al corte longitudinal se observan estrías necróticas que van de la superficie al centro del tubérculo necrosis.

Tizón temprano: Producido por *Alternaria solani*. Sus síntomas típicos son Manchas necróticas en las hojas de color marrón claro a oscuro con anillos concéntricos, manchas restringidas por las nervaduras, en los tubérculos se presentan manchas circulares o irregulares de color marrón oscuro, ligeramente hundidas necrosis.

Rizoctoniasis: Agente causal es *Rhizoctonia solani*. Provoca lesiones necróticas que estrangulan la planta, necrosis en las raíces, canchales en los tallos, tubérculos aéreos y canchales en los estolones.

Virus

Agentes causales: APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYVV, PVS. En las plantas se puede observar enanismo, amarillamiento, deformación de hojas, rigidez de la planta, mosaicos, moteados, necrosis de las nervaduras. En algunos casos las plantas no pueden mostrar síntomas, pero en los tubérculos se observa disminución del tamaño, deformidad, rajaduras y necrosis (Pérez & Forbes, 2011).

2.6 Rizobacterias promotoras de crecimiento en la agricultura

Según Ogata et al. (2016) durante los últimos años, la investigación en microbiología agrícola ha aumentado, debido a la eficacia que presenta las rizobacterias como promotoras de crecimiento en las plantas (PGPR) para inducir la emergencia de plántulas, promoviendo el aumento en la altura de la planta, el peso, así como el rendimiento total de los cultivos.

Según León et al. (2012) *Azotobacter* sp se utiliza como inoculante en la producción agrícola mundial, debido a que aporta 50% de sus necesidades de nitrógeno mediante la

fijación asociativa del nitrógeno atmosférico, además aporta sustancias estimuladoras del desarrollo vegetal. En la actualidad se utilizan biopreparados a base de *Azotobacter sp* sobre una gran variedad de cultivos produciendo grandes beneficios. Molina et al. (2015) indica que entre los organismos denominados rizobacterias promotores de crecimiento se tiene a *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia* entre otros.

Azotobacter es una bacteria Gram negativa, su importancia se debe a la capacidad de sintetizar antibióticos, sustancias promotoras del crecimiento de las plantas, exopolisacáridos, vitaminas y producción de pigmentos, además es capaz de combatir patógenos mediante antagonismo (Jiménez et al., 2011).

2.7 Mecanismos de acción de las PGPR

Las rizobacterias promotoras del crecimiento producen metabolitos los cuales funcionan de forma antagónica, el microorganismo inhibe diferentes enfermedades perjudiciales para el desarrollo de las plantas causadas por los Fitopatógenos. Cuando existen problemas de Fitopatógenos en los cultivos se genera una competencia en espacio, nutrientes, agua, luz, oxígeno. lo que genera un grave problema para la producción de alimentos (Compant et al., 2005).

Las PGRP deben de cumplir con tres características intrínsecas (Gül et al., 2008)

1. Ser eficiente al momento de colonizar la raíz o lugares de influencia.
2. seguir vivo y reproducirse en hábitat natural, durante el tiempo necesario ejecutar de forma efectiva su actividad promotora del crecimiento.
3. Estimulación del crecimiento vegetal.

2.8 Definiciones conceptuales

Consorcio. – Asociación entre individuos en la que buscan desarrollarse conjuntamente, obteniendo beneficios cada uno de ellos por el trabajo del otro.

Rizobacterias. – Son bacterias que colonizan la rizosfera, y forman simbiosis con algunas plantas.

Promotor de crecimiento. – Sustancia o compuesto que al ser aplicado a plantas y animales estimulan y modifican de alguna forma su crecimiento.

Cepas. – conjuntos de células de una especie obtenidas de una sola célula.

Fitopatógenos. – Microorganismos que causan enfermedades en las plantas, causando disturbios en el metabolismo celular.

Fitohormonas. – Sustancias producidas por células vegetales, regulan los fenómenos fisiológicos de las plantas.

PGPR. – Son microorganismos benéficos para el desarrollo de las plantas, estimulan el crecimiento vegetal, mejorando su supervivencia o como biocontroles.

Anastomosis. – Conexión entre dos estructuras

2.9 Formulación de hipótesis

2.9.1 Hipótesis general

El consorcio de rizobacterias tiene un efecto significativo como promotor del crecimiento de la papa bajo condiciones controladas.

2.9.2 Hipótesis específicas

El consorcio de rizobacterias tiene un efecto estadísticamente significativo en el comportamiento agronómico de la papa bajo condiciones controladas.

Existe interacción entre los consorcios de rizobacterias y los clones avanzados de papa bajo condiciones controladas.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El trabajo de investigación por su naturaleza fue de tipo experimental, transversal y por su alcance, correlacional y explicativo. Se utilizaron los métodos comparativo y analítico para cumplir con los objetivos de la investigación y comprobar las hipótesis propuestas para lo cual se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- 1°. Desarrollo del marco teórico y conceptual a partir de las referencias.
- 2°. Instalación y ejecución del experimento.
- 3°. Evaluaciones biométricas y obtención de datos.
- 4°. Análisis estadístico de los datos y discusión de la información.
5. Redacción y presentación de los resultados.

3.2 Ubicación

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

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

Características del Lugar Experimental:

- **Clima**

Temperatura: La temporada templada estuvo entre enero y abril. La máxima temperatura promedio es de 27 °C y una mínima temperatura promedio de 20 °C (Weather Spark, 2020).

Humedad: El período más húmedo del año es de 5 meses, de diciembre a mayo, el día más húmedo presentó humedad el 91 % del tiempo. (Weather Spark, 2020).

Viento: La fase más ventosa del año es entre mayo y noviembre. El día más ventoso del año presentó una velocidad promedio de 16,7 km/h. El día más calmado presentó una velocidad promedio de 12,2 km/h (Weather Spark, 2020).

3.3 Materiales

Los materiales experimentales fueron:

- Clones avanzados de papa: Faustina, Yasmine, Clon UH-9 y Clon UH-24. Los dos primeros son clones avanzados del Centro Internacional de la Papa (CIP) y los dos últimos con clones experimentales para procesamiento desarrollados por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Cepas bacterianas: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp., *Bacillus simplex*.
- Fertilizantes: NPK (240-180-180), tomando como fuentes de estos elementos urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio.
- Fosfito de potasio (como fungicida)
- Bandejas
- Arena lavada (45% v/v)
- Compost (45% v/v)
- Cascarella de arroz (10% v/v)
- Macetas plásticas de un galón de capacidad
- Carretilla
- Lampa
- Vernier
- Cuaderno de campo
- Etiquetas
- Bolsas de papel
- Envases de polietileno.

Equipos:

- Estufa
- Balanza digital

3.4 Factores en estudio

Factor A: Clones avanzados de papa

- Yasmine: CIP396311.1
- Faustina: CIP399101.1
- Clon UH-09: Clon avanzado de la UNJFSC
- Clon UH-24: Clon avanzado de la UNJFSC.

Factor B: Inoculantes bacterianos: Provisos por el Laboratorio de Biotecnología de la Producción, Departamento de Agronomía, UNJFSC.

- *Azotobacter sp.*
- *Bacillus simplex*
- *Bacillus subtilis*

3.5 Diseño experimental

El experimento se realizó empleando el diseño completamente al azar (DCA), con 120 macetas en una distribución al azar de las repeticiones por cada tratamiento: 5 tratamientos de inoculación más un control con fertilización NPK, y 4 clones de papa. Se empleó un arreglo factorial 6x5 para evaluar la interacción de los genotipos de papa y los tratamientos utilizados. Cada tratamiento tuvo 6 repeticiones, con igual número de macetas por tratamiento (tabla 1).

Tabla 1.

Esquema de análisis de Variancia.

| Fuentes de variación | Grados de libertad | Cuadrados | FC |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| | | Medios | |
| Clones(C) | 3 | CM _C | CMC/CME |
| Inoculantes (I) | 4 | CM _I | CMI/CME |
| CxI | 12 | CM _{CxI} | CM _{CxI} /CME |
| Error | 100 | CME | |
| Total | 119 | | |

Modelo Aditivo Lineal:

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

Dónde:

Y_{ijk} : La evaluación del i-sujeto bajo la combinación del j-valor del factor clones de papa y el k valor del factor inoculantes.

μ : Media global

α_i : Efecto de los clones de papa

β_j : Efecto de los tratamientos (inoculantes) experimentales

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

ϵ_{ijk} : Error experimental.

3.6 Tratamientos

Tabla 2

Tratamientos de inoculación/fertilizantes utilizados en el experimento.

| N° | TRATAMIENTOS | |
|-----|--------------|--|
| | CLONES | INOCULANTES/FERTILIZANTE |
| T1 | Yasmine | <i>Azotobacter sp.</i> |
| T2 | Yasmine | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> |
| T3 | Yasmine | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> |
| T4 | Yasmine | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. simplex</i> |
| T5 | Yasmine | <i>NPK (control, sin inoculantes)</i> |
| T6 | Faustina | <i>Azotobacter sp</i> |
| T7 | Faustina | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> |
| T8 | Faustina | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> |
| T9 | Faustina | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. simplex</i> |
| T10 | Faustina | <i>NPK (control, sin inoculantes)</i> |
| T11 | Clon 9 | <i>Azotobacter sp</i> |
| T12 | Clon 9 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> |
| T13 | Clon 9 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> |
| T14 | Clon 9 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. simplex</i> |
| T15 | Clon 9 | <i>NPK (control, sin inoculantes)</i> |
| T16 | Clon 24 | <i>Azotobacter sp</i> |
| T17 | Clon 24 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> |
| T18 | Clon 24 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> |
| T19 | Clon 24 | <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> + <i>B. simplex</i> |
| T20 | Clon 24 | <i>NPK (control, sin inoculantes)</i> |

3.7 Distribución de los tratamientos

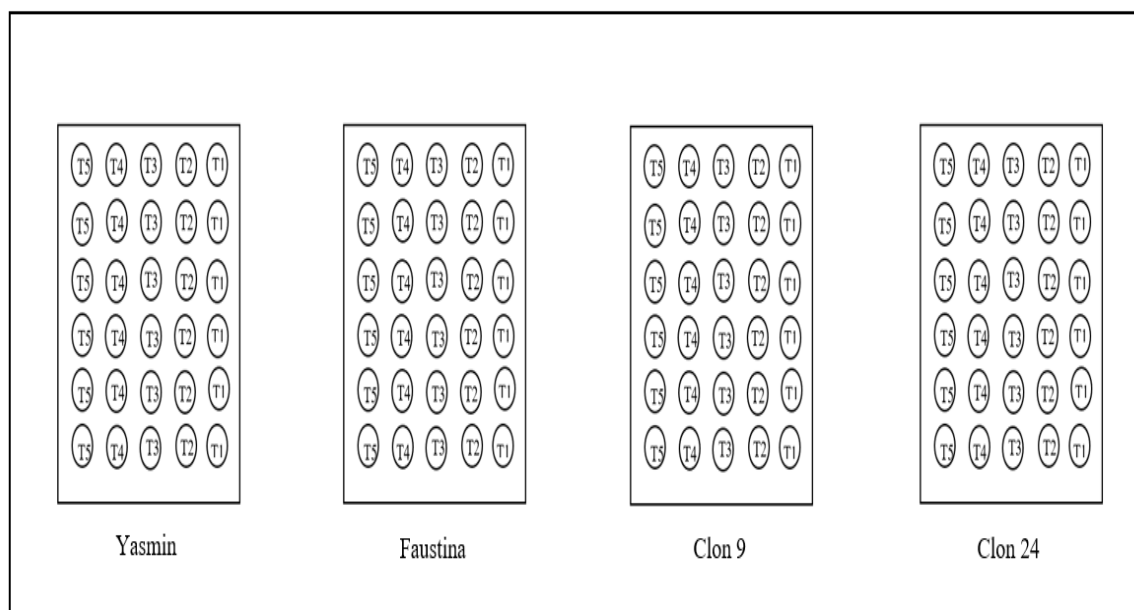


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el experimento.

inoculaciones a aplicar en las plantas de papa.

1: *Azotobacter sp.*

2: *Azotobacter sp.* + *Bacillus simplex.*

3: *Azotobacter sp.* + *Bacillus subtilis.*

4: *Azotobacter sp.* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus simplex.*

5: NPK (control, sin inoculantes).

3.8 Variables evaluadas

- Altura de planta(cm):

Se realizó la medida de las plantas con la ayuda de un escalímetro, tomando en cuenta la base hasta el punto más alto a los 45 (11-04-2019) y 75 (15-05-19) días después de la siembra.

- Número de brotes por planta:

Se realizó el conteo de brotes a los 45 (11-04-2019) días después de la siembra.

- Número de hojas por planta:

Se realizó el conteo de las hojas los 45 (11-04-2019) y 75 (15-05-19) días después de la siembra.

- Vigor vegetativo (escala 1: excelente, 9: muy deficiente)

Se realizó el día 75 (15-05-19) después de la siembra dándole una escala fenotípica de 1 al 9, donde 1 es bueno (muy vigorosas) y 9 es malo (muy deficiente) por planta.

- Peso de follaje por planta: fresco y seco en (gr/planta)

Se realizó el corte de la planta a los 105 (10-06-19) días después de la siembra, se procedió a pesar con ayuda de una balanza digital, tanto peso fresco como el peso seco.

- Número de tubérculos por planta

Se realizó el conteo de los tubérculos por planta a los 105(10-06-19) días.

- Peso de tubérculo(gr)

Se pesó los tubérculos por planta con la ayuda de balanza digital a los 105 (10-06-19) días después del trasplante.

- Diámetro de tubérculo(mm)

Utilizando un vernier se midió el diámetro del tubérculo a los 105 (10-06-19) días después de la siembra.

3.9 Conducción del experimento

1.-Preparación de sustrato: se realizó la mezcla sobre una base limpia y uniforme, el sustrato presentó las siguientes proporciones: 45% compost ,45% arena y 10% pajilla de arroz.

2.- Se preparó 120 macetas de sustrato con la capacidad de 4 kg, bajo un cobertor de malla antiafida ubicado en la Facultad de Ingeniería Agraria, industrias Alimentarias y Ambiental (UNJFSC-Huacho). Las macetas se instalaron sobre mesas acondicionadas. Los clones de papa fueron los siguientes:

C1: Faustina (CIP 399101.1)

C2: Yasmine (CIP 396311.1)

C3: UH-09 (clon avanzado en la UNJFSC)

C4: UH-24 (clon avanzado en la UNJFSC)

3.- Inoculación de rizobacterias: se utilizó la siguiente concentración de las cepas: *Azotobacter sp.* (100 ml/900 ml de agua), *Bacillus simplex* (50 ml/450 ml de agua) y *Bacillus subtilis* (50 ml/450 ml de agua), considerando una dilución del 10% para cada una de las cepas preparadas. Se aplicaron en las siguientes fechas: 1^{er} aplicación (28 de febrero), 2^{da} aplicación (28 de marzo) y 3^{er} aplicación (28 de abril). La preparación de las cepas bacterianas fue realizada en el Laboratorio de Biotecnología de la Producción de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, a partir de inóculos conservados en el cepario de dicho laboratorio.

4.- Aplicación de fertilizante NPK por maceta: urea 4 gr de manera fraccionada en tres momentos (a la siembra, luego a los 15 y 30 días después de la siembra), fosfato diamónico 9.6 gr y sulfato de potasio 6 gr por maceta, ambos a la siembra.

5.- Riego: Se mantuvo un riego de 300 ml por maceta Inter diario, a los 15 días se realizó un pre-aporque. A los 65 días se realizó el aporque total aumentando el riego a 500 ml por maceta.

6.-La cosecha se realizó a los 105 días después de la siembra.

3.10 Población y muestra

Se empleó una muestra aleatoria, que constó de 120 macetas distribuidas con 6 repeticiones por tratamiento: 5 tratamientos de inoculación/fertilización y 4 clones de papa.

3.11 Técnicas de recolección y procesamiento de datos

Para fines de registro de la información de las evaluaciones en el invernadero, se usó una cartilla de evaluación en formato Excel (anexo 1).

El procesamiento de datos se realizó mediante el programa estadístico Infostat, versión 2018. Se analizó la información mediante la técnica del análisis de varianza y se realizaron pruebas de comparación de medias para cada variable y factores en estudio, mediante la prueba de Scott-Knott, a un nivel de confianza del 95%.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta

De acuerdo a la tabla 3, la altura de planta no presentó diferencias entre los inoculantes estudiados, tampoco en la interacción de clones e inoculantes, pero se encontraron diferencias significativas entre los clones de papa.

Tabla 3

Análisis de varianza para altura de planta a 45 días (cm). Datos transformados a raíz cuadrada.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 2,26 | 4 | 0,56 | 0,49 | 0,7457 | 0,48 | 25,48 |
| Clones | 54,07 | 3 | 18,02 | 15,53 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 25,01 | 12 | 2,08 | 1,80 | 0,0632 | | |
| Error | 90,5 | 78 | 1,16 | | | | |
| Total | 173,72 | 97 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

En la tabla 4, el Clon 9 y Yasmine no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero sí con el resto de los clones en relación a la variable de altura de planta a los 45 días.

Tabla 4

Comparación de los clones para altura de planta a 45 días(cm). Datos transformados a raíz cuadrada.

| Clones | altura de planta (cm) | |
|----------|-----------------------|---|
| Yasmine | 4,88 | a |
| Clon 9 | 4,75 | a |
| Faustina | 3,85 | b |
| Clon 24 | 2,72 | c |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

4.2 Altura de planta

En tabla 5, según el análisis de varianza se apreciaron diferencias entre los clones para altura de planta a los 75 días.

Tabla 5

Análisis de varianza para altura de planta a los 75 días (cm).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | F _{calc.} | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 404,34 | 4 | 101,09 | 1,48 | 0,2139 | 0,55 | 28,74 |
| Clones | 6007,53 | 3 | 2002,51 | 29,36 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 1234,37 | 12 | 102,86 | 1,51 | 0,135 | | |
| Error | 6342,35 | 93 | 68,2 | | | | |
| Total | 14241,55 | 112 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

Yasmine obtuvo diferencia significativa para altura de plantas a los 75 días en comparación con los otros clones (tabla 6).

Tabla 6

Comparación de los clones para altura de planta a 75 días (cm).

| Clones | altura de planta (cm) | |
|----------|-----------------------|---|
| Yasmine | 38,45 | a |
| Clon 9 | 31,67 | b |
| Faustina | 25,45 | c |
| Clon 24 | 17,8 | d |

4.3 Vigor Vegetativo

En tabla 7, se aprecia diferencias para los inoculantes, clones estudiados y en la interacción de inoculantes y clones para el vigor de la planta.

Tabla 7

Análisis de varianza para vigor de la planta (escala 1 a 9)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 23,39 | 4 | 5,85 | 4,08 | 0,0043 | 0,59 | 22,89 |
| Clones | 57,93 | 3 | 19,31 | 13,48 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 118,73 | 12 | 9,89 | 6,91 | <0,0001 | | |
| Error | 133,23 | 93 | 1,43 | | | | |
| Total | 326,02 | 112 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos (p<0.05)

En la figura 1, los tratamientos con *Azotobacter sp* solo y *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex* presentó significancia para los clones Yasmine, clon 9 y 24, consorcios con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* y *Azotobacter sp*+ *Bacillus subtilis* tuvieron mayor vigor en Yasmine, Faustina y clon 9, por otro lado, el tratamiento control (N, P, K) obtuvo significancia en Faustina y clon 9.

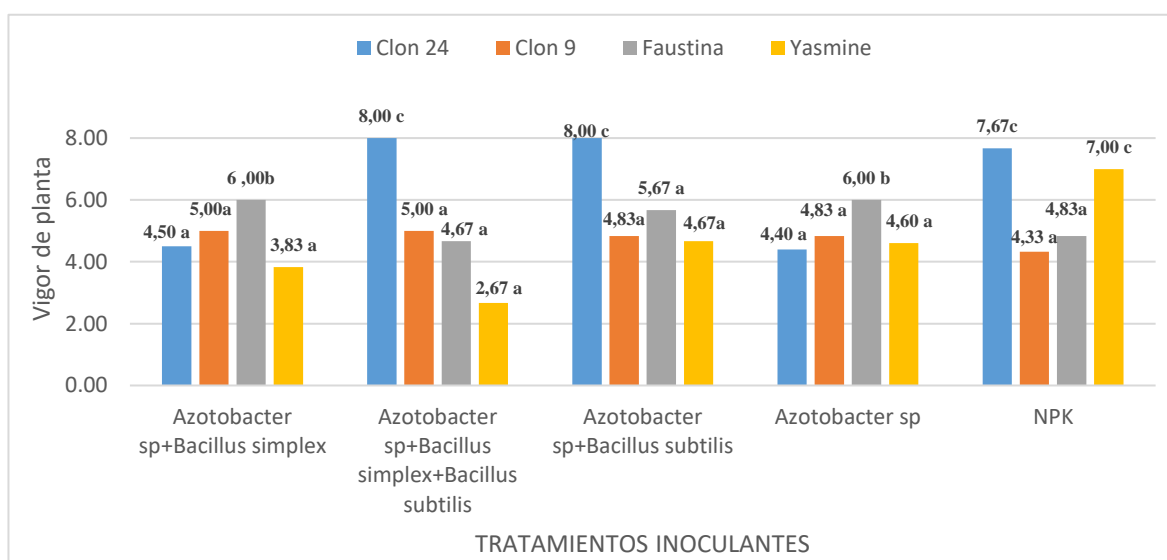


Figura 2: Efecto de los tratamientos inoculantes en el vigor de clones avanzados.

En la figura 2, clon 24 obtuvo significancia con la inoculación de *Azotobacter sp* solo y *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*, mientras clon 9 presento significancia con todos los tratamientos inoculantes sin diferencia entre ellos, Faustina obtuvo mayor vigor de planta con los consorcios de *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis*, *Azotobacter sp*+*Bacillus subtilis* y tratamiento control, en Yasmine todos los tratamientos inoculantes superaron al control en la variable vigor de planta.

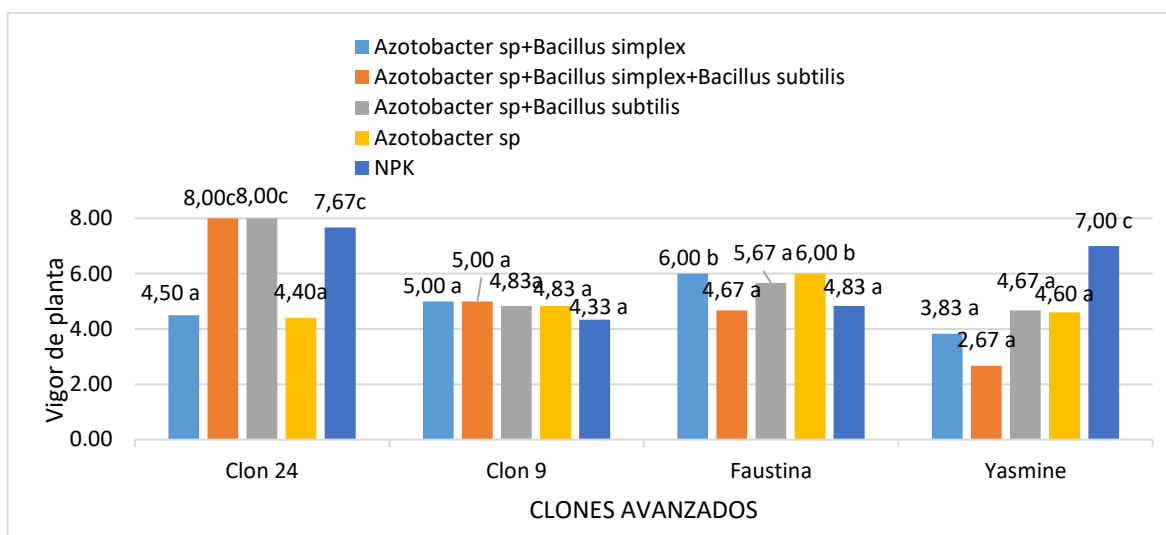


Figura 3: Vigor de clones avanzados con diferentes tratamientos inoculantes.

4.4 Número de brotes por planta

En la tabla 9, según el análisis de varianza se observó diferencias entre los inoculantes y clones estudiados, mientras que en la interacción de clones e inoculantes no hubo diferencias significativas.

Tabla 9

Análisis de varianza para el número de brotes por planta a los 45 días. Datos transformados a raíz cuadrada.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|---------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 1,29 | 4 | 0,32 | 3,65 | 0,0084 | 0,33 | 24,47 |
| Clones | 0,78 | 3 | 0,26 | 2,95 | 0,0368 | | |
| Inoculantes*Clones | 1,96 | 12 | 0,16 | 1,84 | 0,0528 | | |
| Error | 8,15 | 92 | 0,09 | | | | |
| Total | 12,24 | 111 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos (p<0.05)

En la tabla 10, los clones inoculados con *Azotobacter sp* + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* o *Azotobacter sp* superaron al resto para el número de brotes a los 45 días después de la siembra.

Tabla 10

Efecto de inoculantes para el número de brotes por planta a los 45 días (Nº) después de la siembra. Datos transformados a raíz cuadrada.

| Inoculantes | número de brotes (Nº) |
|--|-----------------------|
| <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> + <i>B. subtilis</i> | 1,39 a |
| <i>Azotobacter sp</i> | 1,26 a |
| <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. simplex</i> | 1,20 b |
| <i>NPK</i> | 1,12 b |
| <i>Azotobacter sp</i> + <i>B. subtilis</i> | 1,09 b |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

En la tabla 11, no existió diferencias entre los clones para el número de brotes a los 45 días después de la siembra.

Tabla 11

Comparación de los clones para el número de brotes por planta a los 45 días (número) después de la siembra. Datos transformados a raíz cuadrada.

| Clones | Número de brotes (N°) | |
|----------|-----------------------|---|
| Clon 9 | 1,33 | a |
| Yasmine | 1,24 | a |
| Clon 24 | 1,14 | a |
| Faustina | 1,13 | a |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

4.5 Número de hojas por planta

En la tabla 12, según el análisis de varianza, no se observó diferencias estadísticas en el número de hojas para los inoculantes, pero si para los clones estudiados y para la interacción de clones e inoculantes.

Tabla 12

Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 45 días (N°) después de la siembra. Datos transformados a log.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|------|
| Inoculantes | 0,55 | 4 | 0,14 | 2,31 | 0,0648 | 0,47 | 24,4 |
| Clones | 1,73 | 3 | 0,58 | 9,73 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 1,46 | 12 | 0,12 | 2,06 | 0,0297 | | |
| Error | 4,62 | 78 | 0,06 | | | | |
| Total | 8,67 | 97 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

Figura 3, *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* obtuvo significancia en los clones avanzados Yasmine y clon 9, mientras *Azotobacter sp* solo en el clon 9.

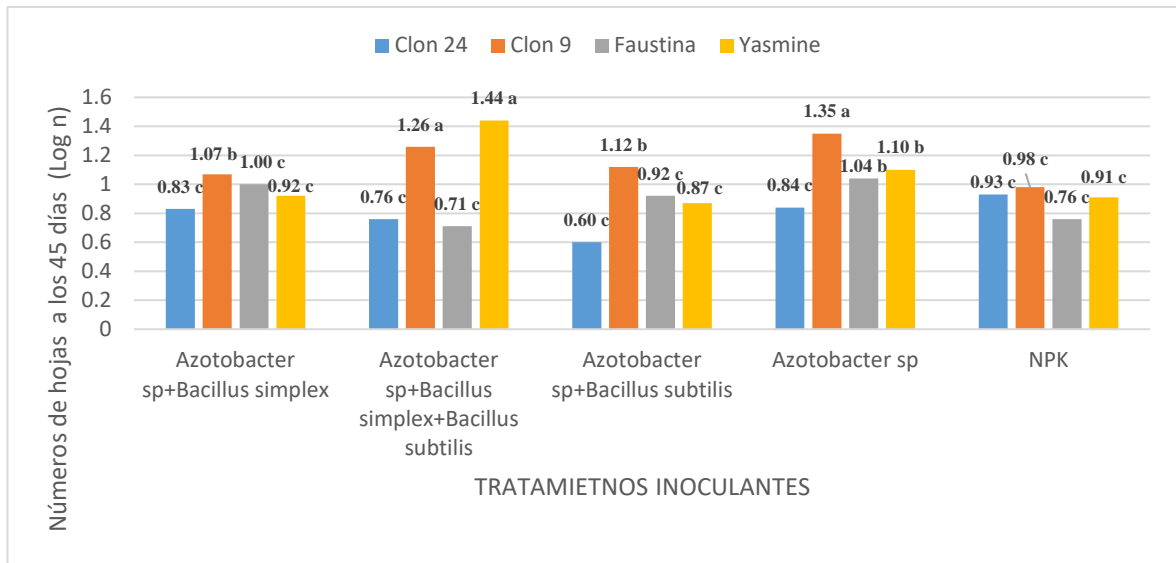


Figura 4: Efecto de los tratamientos inoculantes en número de hojas a los 45 días de clones avanzados.

En la figura 4, clon 9 obtuvo mayor número de hojas a los 45 días con la inoculación *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* y *Azotobacter sp* solo, mientras Yasmine con la inoculación de *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis*.

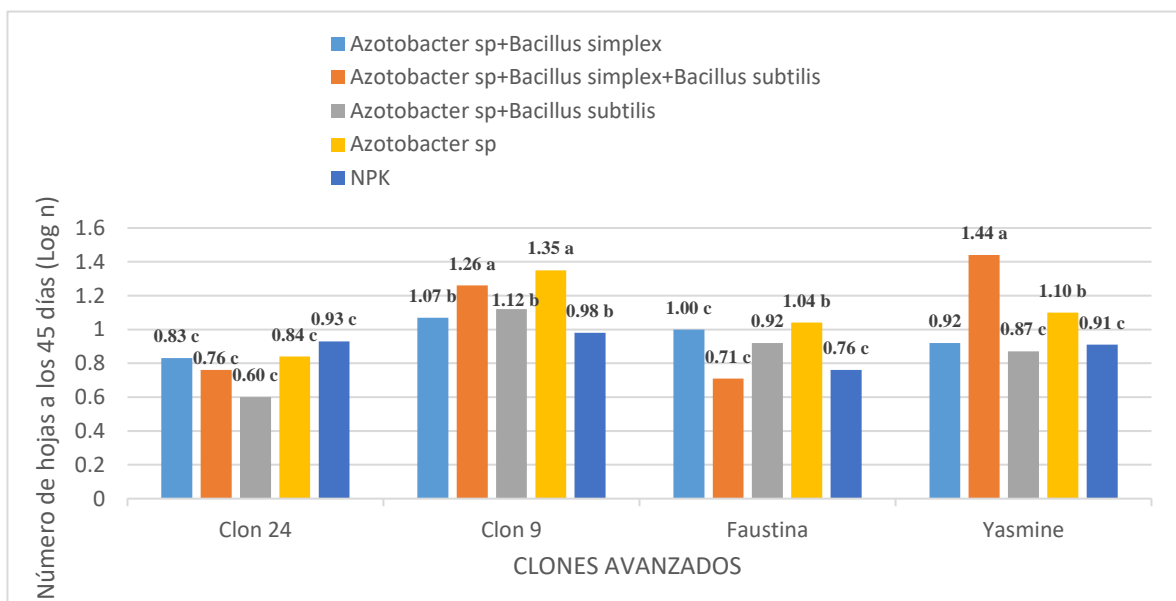


Figura 5: Número de hojas a los 45 días en clones avanzados con diferentes inoculantes

4.6 Número de hojas por planta

En la tabla 14, hubo diferencias para los inoculantes, Clones y también para la interacción de clones e inoculantes en el número de hoja por planta a los 75 días después de la siembra.

Tabla 14

Análisis de varianza para el número de hojas por planta a los 75 días después de la siembra.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|------|
| Inoculantes | 786,14 | 4 | 196,54 | 23,01 | <0,0001 | 0,88 | 16,0 |
| Clones | 1960,35 | 3 | 653,45 | 76,49 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 2916,55 | 12 | 243,05 | 28,45 | <0,0001 | | |
| Error | 794,47 | 93 | 8,54 | | | | |
| Total | 6664,04 | 112 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

En la figura 5, solo la inoculación con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* en el clon Yasmine obtuvo significancia en la variable de número de hojas a los 75 días.

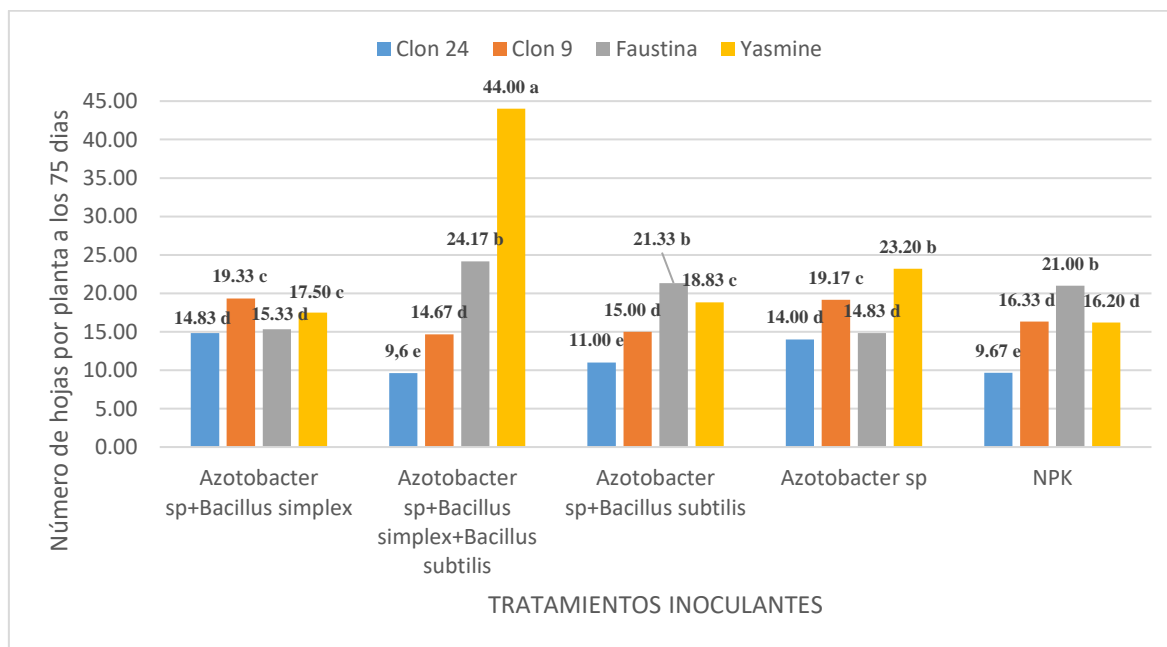


Figura 6: Efecto de los tratamientos inoculantes en número de hojas a los 75 días de clones avanzados.

En la figura 6, entre todos los clones solo Yasmine con el consorcio Azotobacter sp+Bacillus simplex+Bacillus subtilis obtuvo resultados significativos.

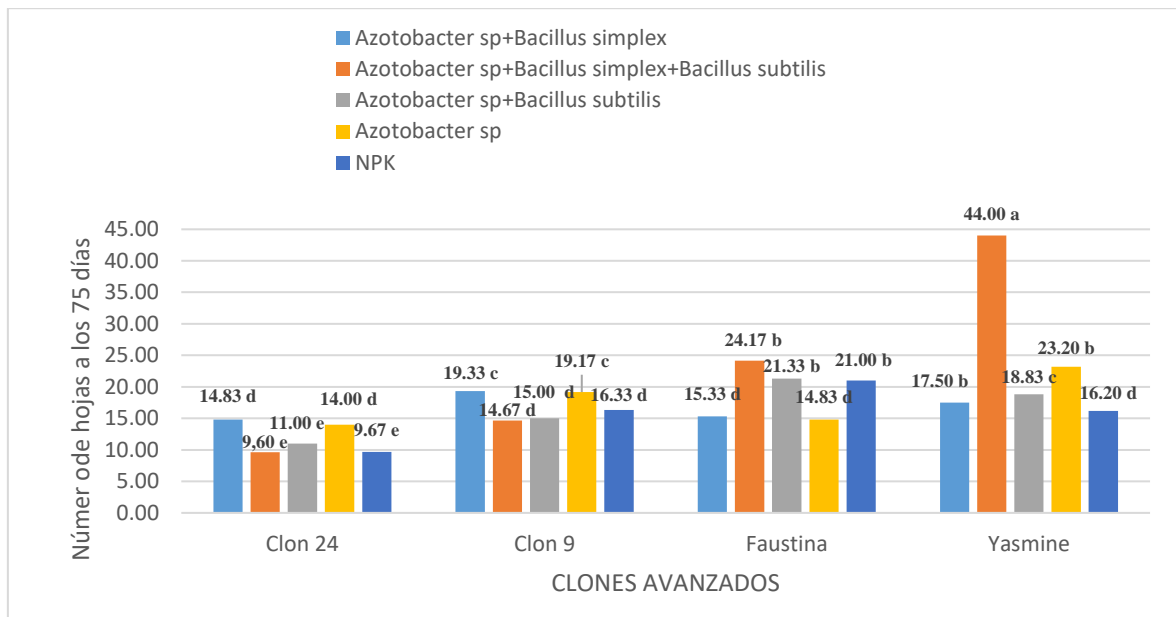


Figura 7: Número de hojas a los 75 días en clones avanzados con diferentes inoculantes.

4.7. Peso fresco del follaje por planta

En la tabla 16, para el peso fresco del follaje no se observó diferencias significativas en los inoculantes, pero si para los Clones y la interacción entre inoculantes y clones.

Tabla 16

Análisis de varianza para el peso fresco del follaje(gr). Datos transformados a log.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 0,03 | 4 | 0,01 | 0,08 | 0,9882 | 0,39 | 18,65 |
| Clones | 2,80 | 3 | 0,93 | 11,86 | <0,0001 | | |
| Inoculantes* Clones | 1,95 | 12 | 0,16 | 2,06 | 0,0268 | | |
| Error | 7,31 | 93 | 0,08 | | | | |
| Total | 12,05 | 112 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

En la figura 8, el tratamiento control (N, P, K) y tratamiento con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex* mostraron mayores resultados en Yasmine y clon 9, la inoculación de *Azotobacter sp* presento resultados significativos en Yasmine y clon 24, mientras que *Azotobacter sp*+*Bacillus subtilis* obtuvo significancia en Yasmine, Faustina y clon9, por otro lado, *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* obtuvieron mayor peso fresco del follaje en Yasmine y Faustina.

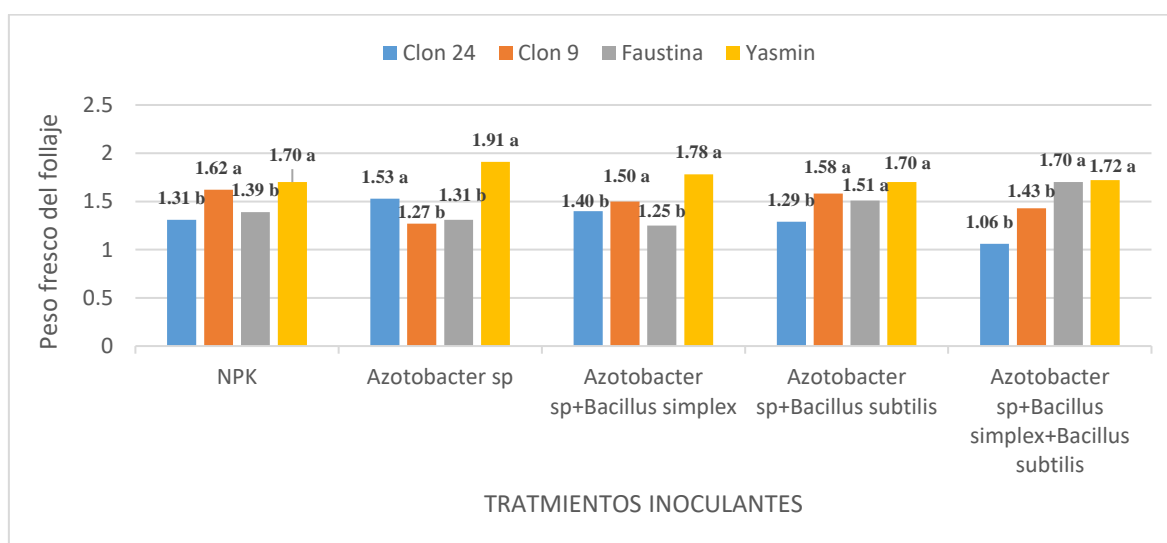


Figura 8: Efecto de los tratamientos inoculantes en el peso fresco del follaje de clones avanzados.

Figura 9, los tratamientos de Clon 24 inoculado con *Azotobacter sp*, clon 9 inoculado con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis*, *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex* y el tratamiento control, Faustina con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis*, *Azotobacter sp*+ *Bacillus subtilis* obtuvieron mayor peso fresco del follaje, mientras Yasmine no presento diferencias entre sus tratamientos.

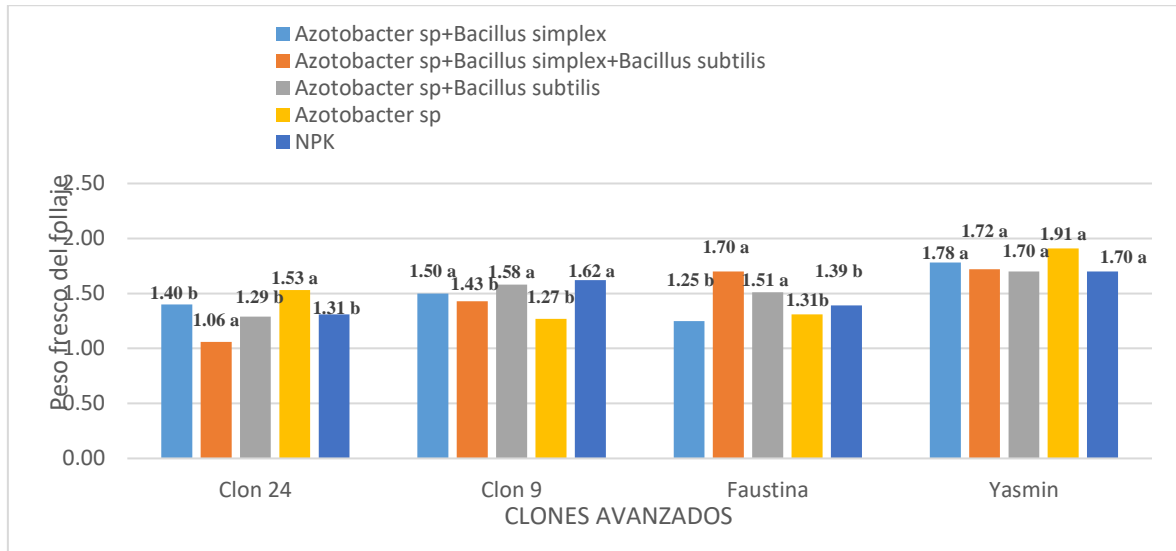


Figura 9: Peso fresco de follaje en clones avanzados con diferentes inoculantes.

4.8 Peso seco del follaje (después de la cosecha)

En la tabla 18, según el análisis de varianza no existe diferencias para los inoculantes y tampoco en la interacción de clones y tratamientos, pero sí para los clones de papa.

Tabla 18

Análisis de varianza para el peso seco del follaje por planta (gr). Datos transformados a raíz cuadrada.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 1,19 | 4 | 0,30 | 0,62 | 0,6461 | 0,42 | 26,81 |
| Clones | 22,12 | 3 | 7,37 | 15,48 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 9,38 | 12 | 0,78 | 1,64 | 0,0933 | | |
| Error | 44,29 | 93 | 0,48 | | | | |
| Total | 76,67 | 112 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

En la tabla 19, Yasmine presentó diferencia significativa en comparación con los demás clones para el peso seco del follaje(gr).

Tabla 19

Comparación de los clones para peso seco del follaje por planta (gr). Datos transformados a raíz cuadrada.

| Clones | Peso seco del follaje (gr) | |
|----------|----------------------------|---|
| Yasmine | 3,12 | a |
| Clon 9 | 2,70 | b |
| Faustina | 2,53 | b |
| Clon 24 | 1,82 | c |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

4.9 Peso de tubérculos por planta

En la tabla 20, según el análisis de varianza existió diferencia para los clones de papa, mientras que para la interacción de Clones de papa e inoculantes no hubo diferencias significativas.

Tabla 20

Análisis de varianza para peso de tubérculos gr/planta. Datos transformados a log.

| Fuente de Variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|---------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 1,03 | 4 | 0,26 | 2,28 | 0,0667 | 0,34 | 19,33 |
| Clones | 2,39 | 3 | 0,80 | 7,01 | 0,0003 | | |
| Inoculantes*Clones | 1,70 | 12 | 0,14 | 1,24 | 0,2659 | | |
| Error | 10,45 | 92 | 0,11 | | | | |
| Total | 15,74 | 111 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

El clon 09 y Yasmine superaron a los demás clones para la variable de peso de tubérculo(gr). (Tabla 21).

Tabla 21

Comparación de los clones para el peso de los tubérculos por planta (gr). Datos transformados a log.

| Clones | Peso de tubérculos (gr) | |
|----------|-------------------------|---|
| Clon 09 | 1,91 | a |
| Yasmine | 1,86 | a |
| Clon 24 | 1,66 | b |
| Faustina | 1,55 | b |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

4.10 Diámetro de tubérculo

En la tabla 22, no hubo diferencias significativas para los inoculantes y la interacción entre inoculantes y clones, pero si para los clones en la variable de diámetro de tubérculo.

Tabla 22

Análisis de varianza para diámetro de tubérculos (mm).

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|---------------|----------------|------|
| Inoculantes | 193,98 | 4 | 48,49 | 1,28 | 0,2842 | 0,22 | 22,8 |
| Clones | 336,19 | 3 | 112,06 | 2,95 | 0,0366 | | |
| Inoculantes*clones | 459,71 | 12 | 38,31 | 1,01 | 0,4465 | | |
| Error | 3489,85 | 92 | 37,93 | | | | |
| Total | 4481,22 | 111 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

Se observó superioridad estadística por parte de Clon 9, Yasmine y Clon 24 ante Faustina para la variable de diámetro de tubérculo(mm) (tabla 23).

Tabla 23

Comparación de los clones para el diámetro de tubérculos (mm).

| Clones | diámetro de tubérculos (mm) | |
|----------|-----------------------------|---|
| Clon 9 | 28,39 | a |
| Yasmin | 28,39 | a |
| Clon 24 | 27,29 | a |
| Faustina | 24,14 | b |

Según la prueba de Scott-Knott, medias con una letra común no son significativamente diferentes

4.11 Número de tubérculos por planta

En la tabla 24, los inoculantes y clones estudiados presentaron diferencia, así como la interacción de clones e inoculantes en el número de tubérculos.

Tabla 24

Análisis de varianza para el número de tubérculos por planta. Datos transformados a raíz cuadrada.

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | Fcalc. | p-valor | R ² | CV% |
|------------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------------|-------|
| Inoculantes | 4,72 | 4 | 1,18 | 5,40 | 0,0006 | 0,51 | 22,22 |
| Clones | 7,79 | 3 | 2,60 | 11,9 | <0,0001 | | |
| Inoculantes*Clones | 7,07 | 12 | 0,59 | 2,70 | 0,0037 | | |
| Error | 20,09 | 92 | 0,22 | | | | |
| Total | 40,7 | 111 | | | | | |

Los valores en negrita son estadísticamente significativos ($p < 0,05$)

En la figura 10, el consorcio con *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis* obtuvo resultados significativos número de tubérculos por planta en el clon Yasmine.

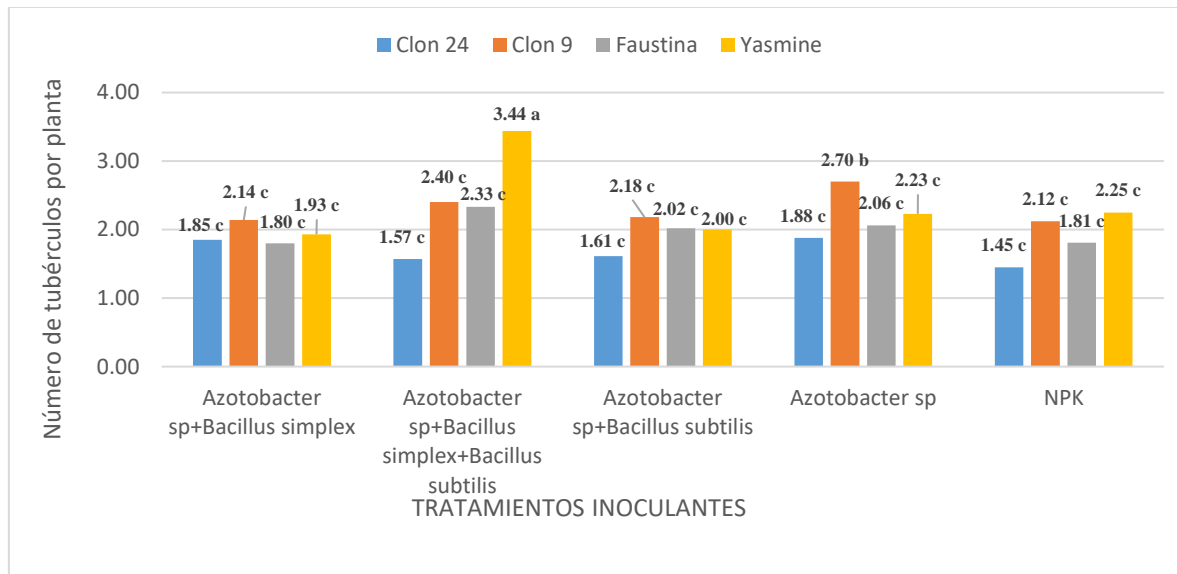


Figura 10: Efecto de los tratamientos inoculantes en el número de tubérculos de clones avanzados.

En la figura 11, Yasmine presento diferencia significativa con la inoculación de *Azotobacter sp*+*Bacillus simplex*+*Bacillus subtilis*.

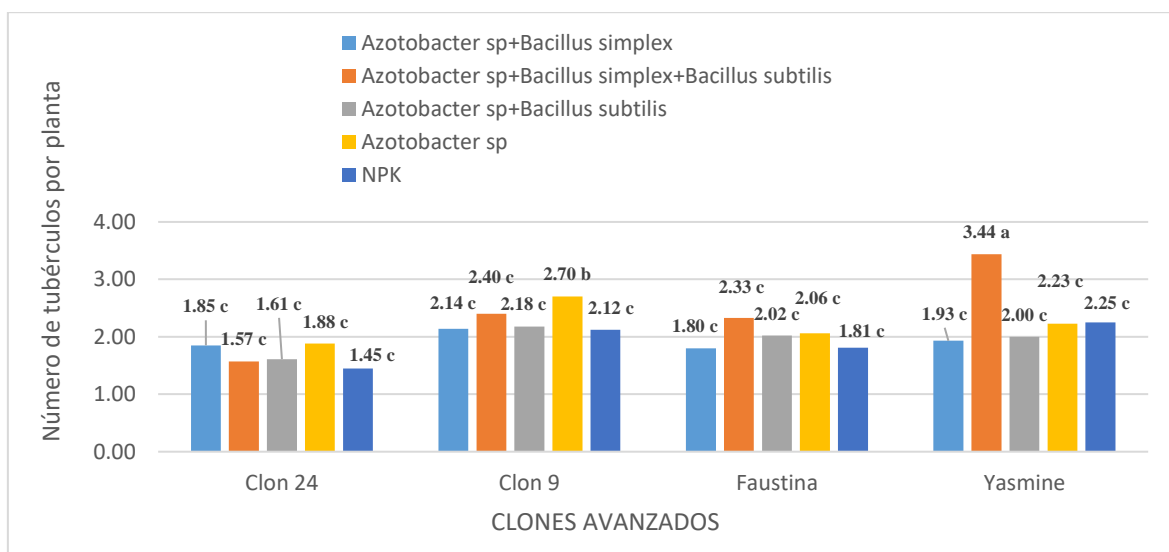


Figura 11: Número de tubérculo en clones avanzados con diferentes inoculantes.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados generados en este trabajo de investigación, hallamos que las rizobacterias promueven el crecimiento de la papa en condiciones controladas. Estos resultados guardan relación con lo obtenido por Arcos & Zúñiga (2016), los cuales comprobaron que las cepas de *Bacillus spp.* y *Azotobacter sp.* promovieron el crecimiento de las plantas. Además, disminuye los daños o infecciones causados por Fitopatógenos mediante el antagonismo comparado con los tubérculos cosechados de la parcela control no inoculada.

Además, Arcos & Zúñiga (2016) observan que en la variedad Ccompis el número de tubérculos se incrementó con la inoculación de *Bacillus sp.* y *Azotobacter sp.* por encima del control no inoculado. Ello coincide con nuestros resultados obtenidos, debido a que el tratamiento de *Azotobacter sp* + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* obtuvieron resultados sobresalientes para el número de tubérculos en el clon avanzado Yasmine.

Respecto a la investigación se halló que los tratamientos con *Azotobacter* y *Bacillus* presentaron resultados superiores en cuanto al rendimiento de tubérculos, en comparación con los demás tratamientos. Esto confirma lo obtenido por Main & Franco (2011), quienes demostraron un mayor rendimiento obtenido por las bacterias y su interacción con la fertilización. Además, también comprobó que la bacteria disminuye su efectividad ante grandes proporciones de nitrógeno y fósforo, lo que indica que altas aplicaciones de fósforo no son requeridas, permitiendo reducir los costos de fertilización

Por otro lado, nuestros resultados muestran que existen diferencias en el peso del fresco del follaje por efecto de los tratamientos en los clones, mientras que Custodio (2016), halló diferencias significativas en el peso del follaje aplicando *Azotobacter sp.* AZO16M2, aunque en este caso fue en condiciones de campo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

EL clon Yasmine obtuvo diferencia significativa en las variables de altura de planta a los 45 y 75 días (4,88 cm -38.45 cm), peso seco de follaje (3,12 gr), peso de tubérculo por planta1 (1,86gr), diámetro de tubérculo (28,39 mm), mientras que Clon 9 en altura de planta a los 45 días (4,75 cm), peso de tubérculo por planta (1,91 gr), diámetro de tubérculo (28,39 mm) y Clon 24 en diámetro de tubérculo (27,29 mm).

La inoculación con *Azotobacter* sp. + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (1,39) y *Azotobacter* sp (1,26) presentaron significancia, mientras que los clones no tuvieron diferencias entre sí en número de brotes por planta a los 45 días.

Mediante el análisis de efectos simples se observó interacción en las siguientes variables: vigor de planta, donde se encontró que Yasmine inoculados con *Azotobacter* sp+*Bacillus simplex*+*Bacillus Subtilis* (2.67), *Azotobacter* sp+*Bacillus Subtilis* (4.67), *Azotobacter* sp. + *Bacillus simplex* (3.83) y *Azotobacter* sp (4.60) superando al tratamiento control (7.00), clon 24 inoculados con *Azotobacter* sp (4.40) y *Azotobacter* sp+*Bacillus simplex* (4.50), en Faustina *Azotobacter* sp + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (4.67). y *Azotobacter*+*Bacillus subtilis* (5.67). Número de hojas por planta a los 45 y 75 días, Yasmine días inoculado con *Azotobacter* sp + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (1.44) y (44), mientras clon 9 inoculado con *Azotobacter* sp + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (1.26) y *Azotobacter* sp (1.35) solo en número de hojas a los 45 días. En número de tubérculos por planta Yasmine inoculado con *Azotobacter* sp + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (3.44). Peso fresco de follaje se encontró interacción entre clon 9 inoculado con *Azotobacter* sp+*Bacillus subtilis* (1.58), *Azotobacter* sp+*Bacillus simplex* (1.5) y NPK (1.62), Faustina inoculado con *Azotobacter* sp + *Bacillus simplex* + *Bacillus subtilis* (1.70) y *Azotobacter* sp+*Bacillus subtilis* (1.51), también el clon 24 inoculado con *Azotobacter* sp (1,53)

6.2 Recomendaciones

Con la investigación realizada se proponen las siguientes recomendaciones:

Utilizar consorcios de rizobacterias con las cepas *Azotobacter* sp., *B. subtilis* y *B. simplex* para promover el crecimiento de la papa en ambientes controlados, como en el caso de casas malla para tubérculos-semilla de papa, siendo una alternativa para la producción de semilla en condiciones de invernadero.

Realizar otros ensayos con diferentes genotipos de papa y en diversas condiciones ambientales para poder evaluar la interacción entre los inoculantes mencionados en campos de agricultores y validar el potencial de estas bacterias promotoras del crecimiento.

Determinar en qué etapa fenológica del cultivo es indispensable el uso de estas bacterias, y comprobar su interacción con los fertilizantes químicos para lograr encontrar una fórmula de fertilización complementaria.

REFERENCIAS

- Arcos, J., & Zúñiga, D. (2016). Rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas con capacidad para mejorar la productividad en papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 20 (1), 18-31. doi:10.37066/ralap. v20i1.241
- Biswas, J., Ladha, J., & Dazzo, F. (2000). Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Science Society of America Journal*, 64(5), 1644-1650. <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451644x>
- Cakmakci, R., Dönmez, F., Aydin, A., & Sahin, F. (2005). Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(6), 1482-1487. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.09.019>
- Calvo, P., Ormeño, E., Martínez, E. & Zúñiga, D. (2010). Characterization of *Bacillus* isolates of potato rhizosphere from Andean soils of Peru and their potential PGPR characteristics. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(4), 899-906. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822010000400008>
- Cepeda, M., y Gallegos, G. (2003). *La papa, el fruto de la tierra*. México: Editorial Trillas.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., y Barka, E. (2005). Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9), 4951-4959. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.4951-4959.2005>
- Dey, R., Pal, K., Bhatt D., & Chauhan, S. (2004) Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, 159(4), 371-94. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2004.08.004>
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., & Okon, Y. (2003) Plant growth promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(2), 107-49. <https://doi.org/10.1080/713610853>
- Egúsqüiza, B.R. (2000). *La papa, producción, transformación y comercialización*. Lima Perú. International Potato Center.
- Guerrero, J. (2014, 26 de agosto). *Beneficios de Bacillus subtilis en tomate*. *Hortaliza*. Recuperado de: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/los-beneficios-de-b-subtilis-en-tomates/>.

- Gálvez, Y. (2014). *Exposición de taxonomía y morfología de la papa*. Lima – Perú.
- Gül, A., Kıdoglu, F., Tüzel, Y., y Tüzel, H. (2008). Effects of nutrition and *Bacillus amyloliquefaciens* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) growing in perlite. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(3), 422-429. doi: 10.5424/sjar/2008063-335
- Hiltunen, A., Weckman, A., Ylhainen, H., Richter, J. & Valkonen, P. (2005). Responses of potato Cultivas to the common Scab Pathogens, *Streptomyces scabies* and *S. turgidiscabies*. *Annals of Applied Biology*, 146(3), 395-403. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2005.040083.x>
- León, Y., Martínez, R., Hernández, J. & Rodríguez, N. (2012). Aplicación de *Azotobacter chroococcum* en la producción de plántulas de Tabaco negro. *Cultivos tropicales*, 33(3), 29-32.
- Luyo, L. (2015). Efecto de rizobacterias y ácido acetyl salicílico en el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. UNICA. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión], Cañete, Perú.
- Main, G. y 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. andigena. *Revista Latinoamericana de la papa*, 16 (2), 250-269. <https://doi.org/10.37066/ralap.v16i2.181>
- Méndez, P. & Inostroza, J. (2009). *Manual de papa para la Araucanía: Manejo de cultivo, enfermedades y almacenaje*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca.
- MINAGRI. (2017). *Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana*. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.
- Molina, D., Bustillos, M., Rodríguez, O., Morales, Y., Santiago, Y., Castañeda, M. & Muñoz, J. (2015). Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico. *Revista de Ciencias Biológicas Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 17 (2) 24 – 34.
- Ogata, K., Alvarado, D., Chumpitaz, C. & Zúñiga, D. (2016). Characterization of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from the rhizosphere of Peruvian highlands native crops. *International Journal of Plant & Soil Science*, 11(1), 1-8. doi:10.9734/IJPSS/2016/24573
- Pérez, P. & Forbes, G. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Lima, Perú.

- Pradel, W., Hareau, G., Quintanilla, L. & Suarez, V. (2017). *Adopción e impacto de variedades mejoradas de papa en el Perú: Centro Internacional de la Papa*. Lima, Perú.
- Reynoso, M., Ramírez, M., Torres, A. & Chule, S. (2011) Trichothecene genotypes and chemotypes in *Fusarium framinearum* strain isolated from wheat in Argentina. *Int J Food Microbiol*, 145(2-3):444-448.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.020>
- Rodriguez, D., Urrego, L., Martinez, P., & Bernal, J. (2003). Evaluación preliminar de dos matrices para la inmovilización de bacterias diazotróficas y solubilizadoras de fósforo aislado de bosque alto andino cundinamarqués [Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia].
- Sánchez, L., Pérez, P., Luna, C., García, P. & Espitia, M. (2018). Azotobacter chroococcum and Azospirillum lipoferum as biostimulants in *Ipomoea batatas* Lam. culture. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2):563-576. doi:10.15517/am.v30i2.33896
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. Lima, Perú.
- Weather Spark. (2020). Clima promedio de Huacho. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/20451/Clima-promedio-en-Huacho-Perú-durante-todo-el-año>.

ANEXOS

Figura 12. Formatos de evaluación de la investigación.

| -CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO DE LA PAPA EN CONDICIONES CONTROLADAS- | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|----------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION | | | | | | | | | | | | | | | |
| FS: 25-02-19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dias: | | | | 45 | 45 | 45 | 75 | 75 | 75 | 75 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Fecha: | | | | 11-Abr | 11-Abr | 11-Abr | 11-May | 11-May | 11-May | 11-May | 10-Jun | 10-Jun | 10-Jun | 10-Jun | 10-Jun |
| Unidades: | | | | cm | n | n | cm | n | n | 1 a 3 | gr | gr | n | gr | mm |
| Nº | Repeticio | Tratamiento | Variedad | APIant. | Nbrote | NHojas | Aplant. | Nbrote | NHojas | Vigor | PPFollaje | PSFollaje | Tuberculo | PTuberculo | Dtuberculo |
| 1 | 1 | NPK | Yasmin | 38.5 | 1 | 13 | 54 | 4 | 15 | 7 | 121.07 | 16.01 | 6 | 83.97 | 25.48 |
| 2 | 2 | NPK | Yasmin | 40 | 2 | 13 | 46.9 | 3 | 18 | 7 | 73.48 | 13.84 | 8 | 110.82 | 31.39 |
| 3 | 3 | NPK | Yasmin | 16 | 2 | 6 | 25.7 | 2 | 17 | 7 | 48.79 | 5.1 | 3 | 50.53 | 25.72 |
| 4 | 4 | NPK | Yasmin | 16.5 | 1 | 6 | 16.8 | 1 | 16 | 7 | 24.9 | 2.92 | * | * | * |
| 5 | 5 | NPK | Yasmin | * | * | * | * | * | * | | * | * | * | * | * |
| 6 | 6 | NPK | Yasmin | 32 | 1 | 6 | 22.5 | 2 | 15 | 7 | 29.12 | 4.411 | 4 | 41.16 | 21.46 |
| 7 | 1 | Az,B13,Bs | Yasmin | 32 | 2 | 16 | 44.5 | 2 | 34 | 2 | 53.68 | 7.52 | 12 | 112.27 | 39.68 |
| 8 | 2 | Az,B13,Bs | Yasmin | 34 | 5 | 54 | 50.5 | 5 | 50 | 4 | 43.71 | 19.45 | 15 | 152.84 | 28.81 |
| 9 | 3 | Az,B13,Bs | Yasmin | 41 | 5 | 53 | 49.8 | 5 | 43 | 2 | 50.13 | 19.52 | 23 | 181.26 | 25.5 |
| 10 | 4 | Az,B13,Bs | Yasmin | 38 | 7 | 54 | 43.5 | 7 | 54 | 4 | 55.02 | 21.84 | 17 | 171.84 | 26.86 |
| 11 | 5 | Az,B13,Bs | Yasmin | 43 | 1 | 15 | 57.8 | 1 | 40 | 2 | 55.29 | 20.92 | 7 | 166.48 | 34.2 |
| 12 | 6 | Az,B13,Bs | Yasmin | 31 | 1 | 12 | 49.5 | 1 | 43 | 2 | 59.91 | 9.25 | 3 | 134.55 | 35.73 |
| 13 | 1 | Az,Bs | Yasmin | 24.8 | 1 | 11 | 41 | 1 | 20 | 6 | 57.12 | 8.07 | 3 | 90.41 | 30.23 |
| 14 | 2 | Az,Bs | Yasmin | 6 | 1 | 3 | 35.5 | 1 | 17 | 2 | 95.28 | 11.46 | 6 | 32.8 | 21.53 |
| 15 | 3 | Az,Bs | Yasmin | 14.5 | 1 | 6 | 25.7 | 1 | 18 | 6 | 18 | 2.22 | 2 | 24.01 | 22.77 |
| 16 | 4 | Az,Bs | Yasmin | 34.5 | 1 | 10 | 65.6 | 2 | 22 | 2 | 106.13 | 18.77 | 6 | 102.38 | 29.25 |
| 17 | 5 | Az,Bs | Yasmin | * | * | | 23.4 | 1 | 20 | 6 | 31.61 | 3.42 | 3 | 21.29 | 29.14 |
| 18 | 6 | Az,Bs | Yasmin | 25.6 | 1 | 11 | 36.8 | 2 | 16 | 6 | 47.68 | 6.67 | 5 | 80.72 | 27.79 |
| 19 | 1 | Az,B13 | Yasmin | 32 | 1 | 13 | 51 | 1 | 19 | 2 | 107.23 | 13.18 | 2 | 128.26 | 40.42 |
| 20 | 2 | Az,B13 | Yasmin | 28 | 1 | 9 | 43.5 | 1 | 16 | 3 | 63.49 | 8.86 | 3 | 110.78 | 33.68 |
| 21 | 3 | Az,B13 | Yasmin | 15 | 2 | 8 | 29.5 | 2 | 17 | 5 | 43.55 | 5.93 | 5 | 40.07 | 21.22 |
| 22 | 4 | Az,B13 | Yasmin | * | 1 | * | 20.3 | 1 | 15 | 5 | 29.92 | 3.7 | 3 | 20.27 | 17.9 |
| 23 | 5 | Az,B13 | Yasmin | 8.6 | 2 | 11 | 31 | 3 | 22 | 2 | 87.05 | 12.46 | 6 | 42.54 | 21.83 |
| 24 | 6 | Az,B13 | Yasmin | 8.5 | 1 | 4 | 30.4 | 1 | 16 | 6 | 59.42 | 6.5 | 4 | 58.19 | 26.72 |
| 25 | 1 | Azotobacter | Yasmin | 24.5 | 1 | 12 | 50 | 1 | 25 | 5 | 80.4 | 11.07 | 6 | 113.9 | 33.9 |
| 26 | 2 | Azotobacter | Yasmin | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 27 | 3 | Azotobacter | Yasmin | 24 | 1 | 12 | 34.2 | 1 | 23 | 3 | 42.42 | 5.33 | 4 | 72.43 | 43 |
| 28 | 4 | Azotobacter | Yasmin | 22 | 1 | 8 | 36.3 | 2 | 25 | 5 | 76.36 | 9.15 | 6 | 84.5 | 27.28 |
| 29 | 5 | Azotobacter | Yasmin | 17 | 3 | 16 | 45.2 | 3 | 23 | 5 | 153.63 | 20.64 | 4 | 46.55 | 23.49 |
| 30 | 6 | Azotobacter | Yasmin | 17 | 1 | 17 | 22 | 5 | 20 | 5 | 86.86 | 9.67 | 5 | 21.17 | 17.11 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------------|----------|------|---|----|------|---|----|---|-------|-------|---|--------|-------|
| 31 | 1 | NPK | Faustina | 25.3 | 1 | 18 | 22.2 | 2 | 23 | 6 | 12.46 | 6.38 | 3 | 36.19 | 24.98 |
| 32 | 2 | NPK | Faustina | 23 | 1 | 12 | 24.6 | 1 | 20 | 4 | 10.85 | 4.87 | 3 | 39.24 | 34.31 |
| 33 | 3 | NPK | Faustina | 26 | 2 | 20 | 30 | 2 | 24 | 6 | 13.56 | 6.73 | 7 | 57.94 | 23.95 |
| 34 | 4 | NPK | Faustina | 2 | 1 | 2 | 20 | 1 | 21 | 4 | 41.47 | 4.42 | 1 | 1.97 | 23.94 |
| 35 | 5 | NPK | Faustina | 4 | 2 | 2 | 25.3 | 2 | 19 | 3 | 80.06 | 9.4 | 3 | 36.74 | 21.87 |
| 36 | 6 | NPK | Faustina | 3 | 1 | 2 | 15.3 | 2 | 19 | 6 | 36.63 | 4.55 | 4 | 11.5 | 15.21 |
| 37 | 1 | Az,B13,Bs | Faustina | 25.7 | 2 | 14 | 33 | 2 | 25 | 3 | 60.26 | 12.12 | 5 | 123.95 | 30.29 |
| 38 | 2 | Az,B13,Bs | Faustina | 2 | 1 | 4 | 33 | 2 | 23 | 3 | 85.09 | 9.89 | 9 | 48.19 | 19.95 |
| 39 | 3 | Az,B13,Bs | Faustina | 10 | 1 | 6 | 30 | 1 | 21 | 6 | 51.01 | 5.39 | 7 | 46.33 | 24.03 |
| 40 | 4 | Az,B13,Bs | Faustina | 3 | 2 | 2 | 18.5 | 3 | 26 | 6 | 40.61 | 5.72 | 7 | 35.64 | 19.35 |
| 41 | 5 | Az,B13,Bs | Faustina | * | 1 | * | 18 | 2 | 26 | 6 | 26.09 | 2.84 | 3 | 16.12 | 14.93 |
| 42 | 6 | Az,B13,Bs | Faustina | * | 1 | * | 19 | 1 | 24 | 4 | 55.86 | 6.38 | 3 | 7.64 | 12.66 |
| 43 | 1 | Az,Bs | Faustina | 24.5 | 1 | 10 | 27.9 | 1 | 22 | 6 | 16.57 | 7.32 | 2 | 46.36 | 27.64 |
| 44 | 2 | Az,Bs | Faustina | 19 | 1 | 8 | 38.1 | 2 | 21 | 6 | 49.93 | 10.4 | 7 | 89.45 | 26.77 |
| 45 | 3 | Az,Bs | Faustina | 14 | 1 | 8 | 34 | 1 | 23 | 6 | 67 | 9.71 | 6 | 72.04 | 25.96 |
| 46 | 4 | Az,Bs | Faustina | 23 | 2 | 16 | 28.5 | 2 | 21 | 6 | 25.27 | 13.2 | 6 | 128.22 | 29.31 |
| 47 | 5 | Az,Bs | Faustina | 7 | 1 | 4 | 24 | 1 | 22 | 6 | 23.71 | 2.57 | 2 | 20.68 | 20.2 |
| 48 | 6 | Az,Bs | Faustina | * | 1 | * | 21 | 2 | 19 | 4 | 36.63 | 3.72 | 3 | 2.45 | 10.68 |
| 49 | 1 | Az,B13 | Faustina | 21.5 | 3 | 18 | 31.6 | 3 | 18 | 6 | 27.44 | 5.34 | 6 | 49.11 | 23.19 |
| 50 | 2 | Az,B13 | Faustina | 13 | 2 | 12 | 33.2 | 2 | 16 | 6 | 39.18 | 12.08 | 3 | 96.69 | 33.44 |
| 51 | 3 | Az,B13 | Faustina | 20 | 1 | 10 | 23 | 1 | 17 | 6 | 10.86 | 5 | 3 | 30.22 | 26.19 |
| 52 | 4 | Az,B13 | Faustina | 35 | 1 | 5 | 20 | 1 | 18 | 6 | 5.29 | 1.15 | 3 | 95.56 | 31.45 |
| 53 | 5 | Az,B13 | Faustina | * | 1 | * | 19.9 | 2 | 11 | 6 | 74.95 | 8.250 | 3 | 25.44 | 19.93 |
| 54 | 6 | Az,B13 | Faustina | 20.5 | 1 | 9 | 21.5 | 1 | 12 | 6 | 7.3 | 3.4 | 2 | 18.56 | 19.24 |
| 55 | 1 | Azotobacter | Faustina | 29 | 1 | 13 | 32 | 1 | 17 | 6 | 13.5 | 7.7 | 6 | 117.4 | 39.32 |
| 56 | 2 | Azotobacter | Faustina | 31.4 | 1 | 14 | 31.5 | 1 | 17 | 6 | 18.29 | 9.13 | 4 | 112.43 | 30.01 |
| 57 | 3 | Azotobacter | Faustina | 26 | 1 | 16 | 28 | 1 | 20 | 6 | 21.75 | 12.51 | 3 | 117.67 | 34.18 |
| 58 | 4 | Azotobacter | Faustina | 7 | 1 | 6 | 15.5 | 1 | 13 | 6 | 22.91 | 2.46 | 6 | 10.91 | 13.88 |
| 59 | 5 | Azotobacter | Faustina | 5 | 1 | 4 | 15.5 | 2 | 5 | 6 | 27.89 | 2.060 | 4 | 12.91 | 13.32 |
| 60 | 6 | Azotobacter | Faustina | 24 | 3 | 25 | 29.4 | 3 | 17 | 6 | 20.32 | 11.92 | 3 | 121.85 | 34.06 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------------|--------|------|---|----|------|---|----|---|--------|-------|---|--------|-------|
| 61 | 1 | NPK | Clon 9 | 24.4 | 1 | 10 | 32.1 | 1 | 17 | 5 | 34.65 | 6.28 | 8 | 90.98 | 28.46 |
| 62 | 2 | NPK | Clon 9 | 20.6 | 1 | 12 | 23.8 | 3 | 15 | 5 | 13.02 | 5.5 | 3 | 30.7 | 19.32 |
| 63 | 3 | NPK | Clon 9 | 33 | 1 | 10 | 49.2 | 3 | 13 | 3 | 101.04 | 14.62 | 6 | 60.79 | 25.19 |
| 64 | 4 | NPK | Clon 9 | 16 | 2 | 10 | 39.7 | 2 | 20 | 3 | 79.97 | 8.65 | 4 | 91.74 | 25.75 |
| 65 | 5 | NPK | Clon 9 | 21 | 1 | 10 | 28.5 | 1 | 15 | 5 | 33.77 | 9.44 | 4 | 77.24 | 34.68 |
| 66 | 6 | NPK | Clon 9 | 6.5 | 1 | 6 | 18.2 | 1 | 18 | 5 | 43.33 | 5.12 | 3 | 25.48 | 16.9 |
| 67 | 1 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 30 | 4 | 37 | 30 | 4 | 14 | 5 | 29.17 | 13.19 | 6 | 119.33 | 28.39 |
| 68 | 2 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 24.7 | 2 | 20 | 27 | 2 | 15 | 5 | 38.26 | 4.12 | 9 | 79.83 | 23.29 |
| 69 | 3 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 30 | 3 | 27 | 30 | 3 | 16 | 5 | 31.28 | 2.62 | 8 | 83.94 | 31.12 |
| 70 | 4 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 29.1 | 2 | 22 | 37.3 | 2 | 16 | 5 | 38.39 | 12.07 | 5 | 162.72 | 36.31 |
| 71 | 5 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 11.5 | 2 | 10 | 38.1 | 2 | 12 | 5 | 53.9 | 8.48 | 6 | 100.36 | 28.39 |
| 72 | 6 | Az,B13,Bs | Clon 9 | 15.2 | 1 | 8 | 23.7 | 1 | 15 | 5 | 5.63 | 2.79 | 2 | 34.09 | 29.54 |
| 73 | 1 | Az,Bs | Clon 9 | 35 | 2 | 19 | 35 | 2 | 13 | 6 | 22.9 | 9.55 | 4 | 76.86 | 28.02 |
| 74 | 2 | Az,Bs | Clon 9 | 27.3 | 1 | 18 | 44.2 | 1 | 16 | 3 | 72.67 | 9.82 | 5 | 137.35 | 34.99 |
| 75 | 3 | Az,Bs | Clon 9 | 8.8 | 1 | 6 | 25 | 2 | 14 | 5 | 10.61 | 2.82 | 3 | 24.31 | 18.38 |
| 76 | 4 | Az,Bs | Clon 9 | 24.4 | 2 | 16 | 39.1 | 2 | 18 | 3 | 60.93 | 10.71 | 6 | 128.96 | 32.86 |
| 77 | 5 | Az,Bs | Clon 9 | 20.5 | 2 | 12 | 31.1 | 2 | 14 | 6 | 54.94 | 6.11 | 4 | 88.18 | 31.09 |
| 78 | 6 | Az,Bs | Clon 9 | 21.6 | 2 | 14 | 32.7 | 2 | 15 | 6 | 47.85 | 8.88 | 7 | 130.31 | 32.45 |
| 79 | 1 | Az,B13 | Clon 9 | 28.5 | 2 | 18 | 33.4 | 2 | 20 | 9 | 6.95 | 7.41 | 3 | 113.21 | 35.86 |
| 80 | 2 | Az,B13 | Clon 9 | 24.4 | 1 | 10 | 30.5 | 3 | 17 | 4 | 46.24 | 4.15 | 7 | 83.96 | 27.62 |
| 81 | 3 | Az,B13 | Clon 9 | 19.3 | 1 | 12 | 41.5 | 2 | 22 | 4 | 62.86 | 9.68 | 5 | 88.71 | 31 |
| 82 | 4 | Az,B13 | Clon 9 | 28 | 2 | 16 | 36.4 | 2 | 19 | 4 | 20.1 | 9.09 | 4 | 135.32 | 35.24 |
| 83 | 5 | Az,B13 | Clon 9 | 18.8 | 1 | 8 | 37.5 | 1 | 20 | 5 | 38.9 | 6.52 | 5 | 90.48 | 31.25 |
| 84 | 6 | Az,B13 | Clon 9 | 7.7 | 2 | 10 | 24.5 | 2 | 18 | 4 | 66.82 | 7.46 | 4 | 61.63 | 26.42 |
| 85 | 1 | Azotobacter | Clon 9 | 32 | 4 | 36 | 29.5 | 3 | 22 | 5 | 14.93 | 8.9 | 9 | 130.44 | 29.45 |
| 86 | 2 | Azotobacter | Clon 9 | 30 | 4 | 21 | 28.5 | 4 | 20 | 5 | 9.33 | 5.68 | 7 | 96.92 | 27.23 |
| 87 | 3 | Azotobacter | Clon 9 | 28.2 | 3 | 18 | 28.2 | 2 | 21 | 5 | 23.33 | 6.83 | 8 | 109.04 | 27.53 |
| 88 | 4 | Azotobacter | Clon 9 | * | 1 | * | 16.1 | 2 | 18 | 4 | 49.96 | 6.02 | 5 | 30.41 | 21.2 |
| 89 | 5 | Azotobacter | Clon 9 | 30 | 2 | 22 | 29.9 | 2 | 17 | 5 | 14.41 | 7.16 | 7 | 127.13 | 23.8 |
| 90 | 6 | Azotobacter | Clon 9 | 23.5 | 2 | 18 | 29.3 | 2 | 17 | 5 | 18.71 | 7.81 | 8 | 134.88 | 29.9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------------|---------|------|---|-----|------|---|----|---|-------|------|---|--------|-------|
| 91 | 1 | NPK | Clon 24 | * | 1 | * | 6.9 | 3 | 7 | 8 | 37.04 | 4.45 | 3 | 23.65 | 18.7 |
| 92 | 2 | NPK | Clon 24 | * | 1 | * | 18.4 | 2 | 6 | 7 | 31.9 | 3.63 | 2 | 61.05 | 31.33 |
| 93 | 3 | NPK | Clon 24 | * | 1 | * | 1 | 1 | 9 | 8 | 22.25 | 3.72 | 2 | 5.17 | 16.14 |
| 94 | 4 | NPK | Clon 24 | * | 1 | * | 10.4 | 1 | 11 | 8 | 11.42 | 1.22 | 1 | 26.07 | 31.49 |
| 95 | 5 | NPK | Clon 24 | 9.7 | 1 | 9.7 | 19.2 | 1 | 12 | 8 | 9.21 | 2.18 | 2 | 27.31 | 24.31 |
| 96 | 6 | NPK | Clon 24 | 7.6 | 2 | 7.6 | 19.1 | 2 | 13 | 7 | 27.23 | 4.96 | 3 | 70.8 | 30.36 |
| 97 | 1 | Az,B13,Bs | Clon 24 | 3.3 | 1 | 3 | 17 | 1 | 8 | 8 | 19.09 | 2.56 | 4 | 45.32 | 26.48 |
| 98 | 2 | Az,B13,Bs | Clon 24 | 9 | 2 | 10 | 22.5 | 2 | 10 | 8 | 9.15 | 4 | 4 | 67.82 | 27.07 |
| 99 | 3 | Az,B13,Bs | Clon 24 | 16.7 | 1 | 6 | 19.9 | 1 | 9 | 8 | 21.36 | 2.06 | 2 | 41.19 | 24.91 |
| 100 | 4 | Az,B13,Bs | Clon 24 | 4.6 | 2 | 6 | 10.5 | 2 | 11 | 8 | 7.15 | 0.92 | 2 | 14.97 | 18.19 |
| 101 | 5 | Az,B13,Bs | Clon 24 | * | 1 | * | 18 | 1 | 10 | 8 | 7.43 | 0.59 | 1 | 14.15 | 27.57 |
| 102 | 6 | Az,B13,Bs | Clon 24 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 103 | 1 | Az,Bs | Clon 24 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 104 | 2 | Az,Bs | Clon 24 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 105 | 3 | Az,Bs | Clon 24 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 106 | 4 | Az,Bs | Clon 24 | * | 1 | * | 16 | 2 | 9 | 8 | 26.7 | 2.36 | 4 | 50.49 | 26.29 |
| 107 | 5 | Az,Bs | Clon 24 | 3.4 | 1 | 4 | 14.5 | 1 | 9 | 8 | 26.73 | 3.04 | 2 | 56.25 | 26.06 |
| 108 | 6 | Az,Bs | Clon 24 | 5.1 | 1 | 4 | 15 | 2 | 15 | 8 | 10.47 | 1.56 | 2 | 22.57 | 22.43 |
| 109 | 6 | Az,B13 | Clon 24 | 16.5 | 3 | 14 | 22.5 | 3 | 18 | 5 | 41.17 | 8.93 | 5 | 113.71 | 31.58 |
| 110 | 2 | Az,B13 | Clon 24 | | 1 | | 18.2 | 2 | 16 | 5 | 18.68 | 2.1 | 3 | 40.98 | 23.15 |
| 111 | 3 | Az,B13 | Clon 24 | 7.5 | 1 | 6 | 27 | 2 | 11 | 2 | 60.3 | 6.42 | 4 | 106.89 | 29.61 |
| 112 | 4 | Az,B13 | Clon 24 | 3.7 | 3 | 4 | 23.5 | 3 | 17 | 5 | 22.29 | 2.71 | 3 | 42.82 | 28.16 |
| 113 | 5 | Az,B13 | Clon 24 | 16.3 | 1 | 7 | 24.7 | 1 | 15 | 5 | 5.47 | 3.54 | 2 | 82.88 | 34.7 |
| 114 | 6 | Az,B13 | Clon 24 | 5.4 | 1 | 6 | 21 | 2 | 12 | 5 | 45.51 | 5.79 | 4 | 97.1 | 31.4 |
| 115 | 1 | Azotobacter | Clon 24 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 116 | 1 | Azotobacter | Clon 24 | 4.6 | 1 | 4 | 18.8 | 2 | 13 | 6 | 31.48 | 4.89 | 4 | 77.91 | 26.25 |
| 117 | 2 | Azotobacter | Clon 24 | 7.9 | 2 | 7 | 21.3 | 2 | 15 | 2 | 50.58 | 5.95 | 2 | 95.31 | 35.84 |
| 118 | 3 | Azotobacter | Clon 24 | 10.8 | 2 | 8 | 26 | 2 | 15 | 2 | 54.44 | 6.94 | 5 | 106.6 | 32.02 |
| 119 | 5 | Azotobacter | Clon 24 | * | 1 | * | 13.4 | 1 | 16 | 6 | 24.98 | 3.13 | 3 | 52.07 | 31.66 |
| 120 | 6 | Azotobacter | Clon 24 | 15.5 | 1 | 10 | 25.2 | 2 | 11 | 6 | 21.7 | 5.58 | 4 | 112.7 | 31.77 |



Figura 13. Preparación del sustrato utilizado en el experimento.



Figura 14. Evaluación de la papa en invernadero.



Figura 15. Preparación de las rizobacterias en el Laboratorio de Biotecnología de la Producción.



Figura 16. Tercera aplicación de los inoculantes, Clon UH-24.



Figura 17. Comparación de los inoculantes en el clon Yasmine.



Figura 18. Comparación de los inoculantes en el Clon UH-09.



Figura 19. Cosecha del clon Yasmine.



Figura 20. Clon UH-9 inoculado con Azotobacter + B. simplex + B. subtilis.



Figura 21. Clon Yasmine inoculado con *Azotobacter* + *B. simplex* + *B. subtilis*.



Figura 22. Comparación de los tratamientos en la cosecha del Clon UH-09. Las plantas de la hilera izquierda son los controles.



Figura 23. Comparación de los tratamientos en la cosecha del clon Yasmine. Las plantas de la hilera izquierda son los controles.