



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

EFFECTO DE LA INOCULACIÓN CON BACTERIAS NATIVAS
PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV) EN EL
CULTIVO DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.), EN LA COMUNA
PROSPERIDAD, CANTÓN SANTA ELENA.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ESQUIBEL LUDGARDO ORRALA RAMOS

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFECTO DE LA INOCULACIÓN CON BACTERIAS NATIVAS
PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV) EN EL
CULTIVO DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.), EN LA COMUNA
PROSPERIDAD, CANTÓN SANTA ELENA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ESQUIBEL LUDGARDO ORRALA RAMOS

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Lenni Ramírez Flores, Mg.
DIRECTOR DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Clotilde Andrade V, M.Sc.
PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Blgo. Carlos Balmaseda, Ph.D.
PROFESOR DEL ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Abg. Joe Espinoza Ayala, MSc.
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTO

Al creador; por darme luz y guiarme por el buen camino.

A mis padres Faustino Orrala R, Letania Ramos M, por todo el apoyo que me brindaron para la culminación de mi carrera.

A los miembros del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial al Blgo. Javier Soto V, quien con paciencia y dedicación supo guiarme en el transcurso de la investigación.

Igualmente un agradecimiento muy especial a la Ing. Clotilde Andrade V, por sus consejos en la culminación de mi trabajo de investigación.

Al Ing. Antonio Mora por la enseñanza brindada durante los años de estudio.

A mi amig@s: Leonardo, José, Junior, Georgi, Washington, Marianela, Cindy, Lili, Alejandra, por extenderme siempre su apoyo en la trayectoria de aprendizaje y conocimiento dentro de la Universidad.

Esquibel Orrala R

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, por darme la oportunidad de existir, por el sacrificio, por el ejemplo de superación incansable, por su comprensión y confianza. Quienes creyeron en mí, supieron aconsejarme y guiarme por el buen camino, brindándome siempre el apoyo necesario para salir adelante, mil gracias por estar junto a mí, en los buenos y malos momentos. En especial a mi madre quien me ha demostrado una fortaleza enorme de vida.

A mis hermanos, Engelbert, Víctor, Ronny, Viviana, Mariel, Sandra y a los demás miembros de mi familia. Por la su comprensión, brindándome siempre el apoyo para la culminación de mi carrera.

Esquibel Orrala R

**El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad;
el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal
Península de Santa Elena.**

ÍNDICE

| | Pag. |
|--|-------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Justificación..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivo Específico..... | 3 |
| 1.4 Hipótesis..... | 3 |
| 2 REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1 Rizósfera..... | 4 |
| 2.1.1 Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV)..... | 5 |
| 2.1.2 Efecto de promoción de crecimiento vegetal..... | 6 |
| 2.1.3 Mecanismos de crecimiento vegetal..... | 8 |
| 2.1.4 Producción de ácido indol-acético (AIA)..... | 9 |
| 2.1.5 Solubilización de fosfato mineral..... | 10 |
| 2.1.6 Efectos de inoculación con rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV)..... | 11 |
| 2.1.7 Mecanismo infección y colonización de la raíz..... | 12 |
| 2.1.8 Asociación bacteria-planta..... | 13 |
| 2.1.9 Cultivos con inoculantes..... | 14 |
| 2.2 La remolacha (<i>Beta vulgaris</i> L.)..... | 15 |
| 2.2.1 Rendimiento de la remolacha en el mundo..... | 16 |
| 2.2.2 Importancia de la remolacha en el Ecuador..... | 18 |
| 2.3 Bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV)..... | 19 |
| 2.3.1 Características de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV)..... | 20 |
| 2.3.2 Importancia de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV)..... | 21 |
| 2.3.3 Interacción plantas - bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV)..... | 22 |
| 2.3.4 Bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) como inoculantes..... | 23 |
| 2.3.5 Infección Rizobiana..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.3.6 Inoculantes..... | 25 |
| 2.3.7 Métodos para inocular una planta..... | 26 |
| 2.3.8 Ventajas de la fertilización rizobiana..... | 26 |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 Localización y descripción del lugar de ensayo..... | 28 |
| 3.2 Materiales de campo | 28 |
| 3.2.1 Materiales de laboratorio..... | 29 |
| 3.2.2 Equipos..... | 29 |
| 3.2.3 Insumos químicos y biológicos..... | 29 |
| 3.2.4 Material vegetal..... | 29 |
| 3.2.5 Material biológico: Biofertilizante a utilizar..... | 30 |
| 3.3 Tratamiento y diseño experimental..... | 30 |
| 3.3.1 Experimento: evaluación de tres dosis de bacterias nativas promotoras de..... crecimiento (BPCV) en el cultivo de remolacha | 30 |
| 3.3.2 Tratamientos..... | 30 |
| 3.4 Delineamiento experimental..... | 32 |
| 3.5 Manejo del experimento | 34 |
| 3.5.1 Preparación del terreno..... | 34 |
| 3.5.2 Estaquillado y distribución de las parcelas..... | 34 |
| 3.5.3 Construcción de camellones..... | 34 |
| 3.5.4 Siembra en semillero..... | 34 |
| 3.5.5 Trasplante..... | 34 |
| 3.5.6 Control de maleza..... | 35 |
| 3.5.7 Fertilización..... | 35 |
| 3.5.8 Biofertilización..... | 35 |
| 3.5.9 Riego..... | 35 |
| 3.6 Variables experimentales..... | 35 |
| 3.6.1 Porcentaje de germinación de semillas..... | 35 |
| 3.6.2 Altura de planta (cm)..... | 35 |
| 3.6.3 Número de hojas..... | 36 |
| 3.6.3 Diámetro del bulbo..... | 36 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.6.4 | Peso del fruto..... | 36 |
| 3.6.5 | Análisis de grados Brix..... | 36 |
| 3.6.6 | Rendimiento de parcela (kg)..... | 36 |
| 4. | RESULTADO Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| 4.1 | Resultados..... | 37 |
| 4.1.1 | Porcentaje de germinación de semillas a los 4 días..... | 37 |
| 4.1.2 | Altura de planta a los 30 y 60 días..... | 38 |
| 4.1.3 | Número de hojas a los 30 y 60 días..... | 39 |
| 4.1.4 | Diámetro de bulbo a la cosecha..... | 41 |
| 4.1.5 | Peso de fruto para el análisis en laboratorio..... | 42 |
| 4.1.6 | Análisis de grados Brix..... | 44 |
| 4.1.7 | Rendimiento t/ha..... | 45 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 48 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 48 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 48 |
| 4. | BIBLIOGRAFÍA..... | 49 |
| ANEXO | | |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Promotores de crecimiento producidos por algunos microorganismos | 5 |
| Cuadro 2. Producción mundial de betarraga, durante los años: 2011- 2012..... | 17 |
| Cuadro 3. Producción de remolacha en Ecuador en los años: 2004, 2005, 2006. | 18 |
| Cuadro 4. Tratamiento..... | 31 |
| Cuadro 5. Grados de libertad del experimento en campo..... | 31 |
| Cuadro 6. Delineamiento experimental..... | 32 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza porcentaje de germinación a los 4 días..... | 37 |
| Cuadro 8. Análisis de la varianza altura de planta a los 30 y 60 días..... | 39 |
| Cuadro 9. Análisis de la varianza número de hojas a los 30 y 60 días..... | 40 |
| Cuadro 10. Análisis de la varianza diámetro del bulbo a la cosecha..... | 42 |
| Cuadro 11. Análisis de la varianza peso de fruto para análisis de laboratorio..... | 43 |
| Cuadro 12. Análisis de la varianza análisis de grados Brix..... | 45 |
| Cuadro 13. Análisis de la varianza rendimiento t/ha..... | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Unidades experimentales..... | 33 |
| Grafico 1. Medias de los tratamientos porcentaje de germinación a los 4 días... | 38 |
| Grafico 2. Medias de los tratamientos altura de planta a los 30 y 60 días..... | 40 |
| Grafico 3. Medias de los tratamientos número de hojas a los 30 y 60 días..... | 42 |
| Grafico 4. Medias de los tratamientos diámetro de bulbo a la cosecha..... | 43 |
| Grafico 5. Medias de los tratamientos peso de fruto para el análisis en laboratorio..... | 45 |
| Grafico 6. Medias de los tratamientos análisis de grados Brix..... | 46 |
| Grafico 7. Medias de los tratamientos peso de fruto por parcela kg..... | 48 |
| Grafico 8. Medias de los tratamientos rendimiento t/ha..... | 49 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1A. Presupuesto del cultivo de remolacha por hectárea..... | 68 |
| Cuadro 2A. Presupuesto del cultivo de remolachas inoculadas con bacterias nativas promotoras de crecimiento vegetal por hectárea..... | 69 |
| Cuadro 3A. Cronograma de actividades..... | 70 |
| Cuadro 4A. Gráfico de unidades experimento..... | 71 |
| Cuadro 5A. Reporte de análisis de suelo I..... | 72 |
| Cuadro 6A. Reporte de análisis de suelo II..... | 73 |
| Cuadro 7A. Reporte de análisis de agua..... | 74 |
| Cuadro 8A. Porcentaje de germinación de semillas..... | 75 |
| Cuadro 9A. Altura de planta a los 30 días..... | 75 |
| Cuadro 10A. Altura de planta a los 60 días..... | 75 |
| Cuadro 11A. Numero de hojas a los 30 días..... | 75 |
| Cuadro 12A. Numero de hojas a los 60 días..... | 76 |
| Cuadro 13A. Diámetro del bulbo..... | 76 |
| Cuadro 14A. Peso del fruto..... | 76 |
| Cuadro 15A. Análisis de grados Brix..... | 76 |
| Cuadro 16A. Rendimiento de parcela (kg)..... | 77 |
| Cuadro 17A. Rendimiento Toneladas/Hectárea..... | 77 |
| Figura 1A. Reproducción de cepas de <i>Rhizobium</i> | 77 |
| Figura 2A. Medición de Biofertilizantes en porcentajes: 1 %, 1.5 %, 3 %..... | 77 |
| Figura 3A. Semillero de remolacha..... | 78 |
| Figura 4A. Construcción de camas..... | 78 |
| Figura 5A. Cultivo de remolacha..... | 79 |
| Figura 6A. Inoculación de cultivo..... | 80 |
| Figura 7A. Pesado de fruto..... | 80 |
| Figura 8A. Análisis de grados Brix en laboratorio..... | 81 |

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) se desarrolló en Francia y España durante el siglo XV; en estos países, en un principio se cultivaba para aprovechar sus hojas, que equivalían a las espinacas y acelgas. En 1747, el científico alemán Andreas Marggraf demostró que el jugo de remolacha obtenida de la raíz era de sabor dulce, igual a los de la caña de azúcar. A partir de entonces la raíz ganó popularidad, especialmente la variedad roja (INFOAGRO, 2012).

Según FAO (2011), la remolacha, es parte de la alimentación de la población ecuatoriana en todos los estratos sociales, con un porcentaje que abarca el 62 % de consumo en los últimos 5 años. Esta hortaliza de raíz, que contiene aproximadamente 10 % de carbohidratos, constituye un componente importante de los sistemas agrícolas de pequeños agricultores.

La producción mundial promedio de remolacha en el año 2012 fue 280 587 575 toneladas; Rusia, Francia, Estados Unidos, Alemania, Ucrania, Turquía, Polonia, China, se encuentran entre los mayores productores del mundo. En el continente Americano, Chile en el 2010 obtuvo una producción cerca de 1,7 millones de toneladas, mientras que los EE.UU obtuvo un promedio de 1 004 600 toneladas de remolacha en 2010, pero en el 2012 se llegaron a cosechar 31 965 560 toneladas, lo que representó un 20 %, convirtiéndola como uno de los líderes en producción de remolacha en América (FAO, 2012).

Según MAGAP (2012), en Ecuador, la remolacha ha tenido un crecimiento en las hectáreas cultivadas, desde el año 2005 al 2007 con una producción que va de 3 177 toneladas/año a 6 103 toneladas/año, pero en el 2009 de acuerdo a SIGAGRO (2010), se cosecharon 6 614 hectáreas de las cuales, 6 613 hectáreas se ubicaron

en la Sierra, dentro de las provincias de Chimborazo, Pichincha, Azuay, Tungurahua, Imbabura, entre otras. Considerando que su demanda supera a la oferta, por su comercialización interna y externa (países vecinos).

El manejo inapropiado del suelo y el agua, por el uso excesivo de agroquímicos, han provocado la degradación de los mismos, por efectos climáticos y edáficos; llevando a los suelos a la baja disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y principalmente de micronutrientes; por lo cual, según REYES *et al.* (2008), se podría realizar estudios con bacterias nativas promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), que inciden en el cultivo de remolacha y conservan la microfauna, disminuyendo la contaminación del suelo y el agua.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Por lo ya indicado, se deben seguir las sugerencias de AGUIRRE *et al.* (2009) quienes indican que, actualmente se están utilizando diferentes microorganismos promotores de crecimiento vegetal con funciones específicas en la agricultura para mejorar la productividad de los cultivos. Siendo una fuente facilitadora de los nutrimentos que benefician el funcionamiento de las plantas, como parte de una tecnología que garantiza una productividad biológica, económica y ecológica. Sin contaminación del ambiente y de los seres humanos.

Es por esta razón que el presente estudio, está buscando estrategias para asociar bacterias rizobianas nativas, que promuevan el crecimiento de cultivos hortícolas, sabiendo que entre las sustancias responsables del crecimiento vegetal se encuentran: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido-indol-acético, entre otras. Dentro de las bacterias que estimulan la producción de las mencionadas sustancias que promueven el crecimiento de las plantas, están las del género *Rhizobium*, *Pseudomonas Syringae*, *Klebsiella Variicola* y *Pseudomona Fluorescens*. Entre las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), se cuenta con unas consideradas nativas de la zona, inoculadas en hortalizas como biofertilizante,

empleando la colección de bacterias nativas del CIAP-UPSE (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el rendimiento de remolacha (*Beta Vulgaris L.*), a partir del uso de un biofertilizante proveniente de la combinación de tres cepas de bacterias nativas de *Rhizobium*, en la comuna Prosperidad, cantón Santa Elena.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha, inoculadas con cepas nativas de bacterias *Rhizobium*.
- Establecer la dosis adecuada de cepas nativas de *Rhizobium* según el rendimiento del cultivo de remolacha.

1.4 HIPÓTESIS

La aplicación de bacterias nativas (BPCV) como biofertilizante, aumenta el rendimiento del cultivo de remolacha, con relación a la tecnología tradicional.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RIZÓSFERA

La rizósfera es un importante entorno ecológico del suelo para las interacciones planta-microorganismo, donde las raíces de las plantas presentan una intensa actividad microbiana donde se asocia: competencia, mutualismo, comensalismo, amensalismo, predación y parasitismo, dependiendo del tipo de la relación con la planta, durante los diferentes procesos que se realizan en la rizósfera, incluyendo la colonización de raíces por los microorganismos, absorción de nutrientes, descomposición de la materia orgánica, considerados factores determinantes para la fertilidad del suelo (HAYAT *et al.* 2010).

Para OSORIO (2011) rizosfera, es el ambiente donde los microorganismos habitan, siendo relevantes a nivel de agricultura por ser ecológica. Estos microorganismos se pueden agrupar de acuerdo a su actividad y participación en los ciclos biogeoquímicos de las plantas, muchos de estos grupos funcionales están presentes de acuerdo a su actividad, por fuera de la rizosfera y en materiales orgánicos en descomposición. La actividad microbiana de los microorganismos no rizosféricos también pueden ser importantes para el control de las enfermedades de las plantas.

CASTRO *Et al.* (2007) manifiestan que la rizósfera, tiene la característica de secretar exudados de los productos finales de la fotosíntesis entre el 5 a 20%, mismos que al ser utilizados por la microbiota se establecen y proliferan. En tal sentido, la mayoría de las bacterias edáficas, incluidos los rizobios, poseen diversos mecanismos de adhesión a las raíces, permitiendo a la planta la absorción del nitrógeno. Por otro lado, dentro de las bacterias edáficas con capacidad de adherirse a la raíz, se encuentran las denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal o PGPR, por sus siglas en inglés (Plant Growth Promoting Rhizobacteria).

2.1.1 BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV o PGPR)

Para KUKLINSKY *et al.* (2004). las rizobacterias, pertenecen al grupo de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), y entre ellas se encuentran los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* entre otros, como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Promotores de crecimiento producidos por algunos microorganismos.

| Promotor de crecimiento | Microorganismos productores |
|------------------------------|---|
| AIA | <i>Azospirillum brasilense</i> , <i>Azospirillum lipoferum</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>Pseudomonas</i> |
| Giberelinas | <i>Agrobacterium sp.</i> , <i>Micrococcus spp.</i> , <i>Pseudomonas spp.</i> , <i>Azospirillum lipoferum</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> . |
| Giberelinas y Citoquina | <i>Azospirillum brasilense</i> , <i>Arthrobacter giacomelloi</i> . |
| AIA, Giberelinas y Citoquina | <i>Azospirillum paspali</i> , <i>Azotobacter spp.</i> , <i>Acinetobacter spp.</i> , <i>Agrobacterium sp.</i> , <i>Bacillus spp.</i> , <i>Pseudomonas spp.</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>Flavobacterium spp.</i> |

Fuente: (Mantilla, 2007).

SGROY *et al.* (2009) explican que en el caso de las BPCV, se han realizado estudios no sólo en relación con el impacto que tiene la presencia de éstas sobre la especie vegetal, sino también con respecto a los mecanismos que estos organismos emplean para promover el crecimiento e interactuar con las plantas.

GLICK *et al.* (2007) y ONOFRE *et al.* (2009) coinciden en algunos criterios, sobre la caracterización del grupo BPCV de microorganismos para definir la estrategia de promoción y desarrollo, así como la pre-selección de aquellos con

mayor potencial para ser empleados en sistemas agropecuarios sostenibles. Algunos de los criterios que hoy permiten seleccionar a este grupo potencial de bacterias fijadoras biológicas de nitrógeno atmosférico, solubilizadoras de fósforo inorgánico, mineralizadoras de fósforo orgánico, productoras de inductores de crecimiento vegetal como auxinas, productoras de sideróforos, ácido salicílico, ácido cianhídrico, y actividad ACC desaminasa, entre otras.

ANDRES *et al.* (2013) exponen que el genoma de *Rhizobium sp.* NT-26 incluye un mega plásmido que contiene los genes que le permiten metabolizar arsenito, como también, los que admiten a los flagelos, la movilidad y formar biofilm, mismos que se encuentran en el cromosoma, estableciendo una regulación coordinada de estos dos mecanismos. En conjunto, estos procesos ilustran la influencia que el ambiente puede tener sobre la evolución de los genomas bacterianos, hecho que se encuentra directamente relacionado con la supervivencia bacteriana.

SILVA *et al.* (2014) señalan que el aumento de compuestos volátiles puede reflejar una elicitación de la respuesta defensiva de la planta tras la inoculación, con cepas de *Rhizobium sp.*, pudiendo ser utilizadas para manipular el contenido de metabolitos importantes en hojas y frutos, aumentando de esta manera los potenciales beneficios de salud para las plantas.

2.1.2 EFECTOS DE PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO VEGETAL

Según EL-TARABILY (2008), las bacterias para poder estimular el crecimiento de las plantas dependen de la capacidad que posean para proliferarse a través de la raíz, las bacterias inoculadas en las semillas colonizan sólo el primer tercio del sistema radicular, aunque algunas, como *Azospirillum*, pueden distribuirse en la semilla inoculada y proliferarse en todo el sistema radicular, en respuesta al propio crecimiento de la raíz.

YAO *et al.* (2010) indican que los *Rhizobium* se caracterizan por presentar tres propiedades importantes: la colonización de la raíz, sobrevivencia y multiplicación en la rizósfera, promoviendo el crecimiento de las plantas, actuando directamente como agentes de control biológico en la absorción de nutrientes, generando así efectos benéficos en las plantas. Pudiendo considerarse en este grupo a las rizobacterias, denominadas promotoras del crecimiento vegetal BPCV.

HERNÁNDEZ *et al.* (2009) explican que las BPCV desarrollan funciones específicas en las plantas como: protección de la raíz contra la infección de patógenos, mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas a través de la solubilización de hierro, fósforo y la fijación de nitrógeno atmosférico, además, estimula la producción de sustancias reguladoras de crecimiento tales como; citoquininas, giberelinas y auxinas. Estimulando el engrosamiento de la raíz, aumentando la capacidad de absorción de agua, nutrientes y aumenta la tolerancia a condiciones adversas como la sequía.

Los microorganismos considerados como BPCV cumplen muchas funciones en el suelo, entre ellas, ayudan a solubilizar fósforo mineral y otros nutrientes, aumentan la resistencia de la planta al stress, ayudan a estabilizar los agregados del suelo mejorando su estructura y el contenido de materia orgánica. Mientras unas retienen mayor nitrógeno orgánico en el suelo, otros nutrientes aumentan su liberación, lo cual contribuye a la reducción de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos (HAYAT *et al.* 2010).

En estudios realizados por DIBUT (2009) corrobora el hecho de que, en el suelo existen poblaciones consideradas microorganismos beneficiosos, que han sido caracterizados por realizar funciones como fijación del nitrógeno atmosférico, solubilización del fósforo insoluble presente en el suelo, antibiosis y estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal, entre otras. Todas ellas juntas, suman la

importancia de un normal establecimiento y aumento de especies de cultivos que, poseen importancia económica.

2.1.3 MECANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL

Los mecanismos de acción de las BPCV ha sido dividida en dos grandes grupos: biofertilización (mecanismos directos) y biocontrol (mecanismos indirectos) o una combinación de ambos mecanismos.

Para SHAH (2009), los mecanismos indirectos se caracterizan porque las BPCV ocasionan la disminución o eliminación de microorganismos fitopatógenos (hongos, bacterias y nemátodos), a través de la producción de sustancias antimicrobianas, de sideróforos, de enzimas líticas, o una combinación de éstas; por competencia de nutrimentos o de espacio en el nicho ecológico, así como por estimulación de las defensas naturales de la planta mediante mecanismos conocidos como resistencia sistémica inducida (RSI). Esta última induce la resistencia de tejidos sistémicos al ataque por fitopatógenos mediante la emisión de compuestos orgánicos volátiles, de ácido jasmónico, de ácido salicílico y del etileno que participan en la protección de las plantas a diferentes enfermedades.

DOBBELAERE *et al.* (2003) explican que los mecanismos directos para incrementar la disponibilidad de nutrimentos en la rizósfera bacteriana, estos mecanismos influyen en el metabolismo de las plantas y mejorar su nutrición. Estos mecanismos son: fijación de nitrógeno; síntesis de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citocininas), vitaminas y enzimas; solubilización de fósforo inorgánico y mineralización de fosfato orgánico; oxidación de sulfuros; incremento en la permeabilidad de la raíz; producción de nitritos; acumulación de nitratos; y reducción de la toxicidad por metales pesados y de la actividad de la enzima ACC desaminasa en la planta.

2.1. 4 PRODUCCIÓN DE ÁCIDO INDOL-ACÉTICO (AIA)

FRANCO (2008) indica que la auxina más común es el Ácido Indol-acético (AIA), misma que está íntimamente relacionada con los tropismos de la planta, tales como: inclinaciones, giros o curvaturas del tallo; además el mismo autor considera que, estimula el desarrollo del sistema radicular de la planta e interviniendo en los procesos de división celular, estimulando el desarrollo de frutos y hojas, y por ende aumentando la producción de los cultivos.

PATTEN y GLICK (2002) explican que las BPCV, sintetizan AIA, importante auxina secretada por estas bacterias, las cuales puede incrementar el “pool” endógeno de las hormonas de las plantas, imitando el efecto de la aplicación de AIA exógena, de esta forma, el AIA bacteriano estimularía el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento general de la planta huésped. Al mismo tiempo, el consecuente incremento en la producción de metabolitos vegetales, promueve el desarrollo y crecimiento de las plantas, obteniendo un beneficio recíproco en la relación, planta-bacteria.

LUGTENBERG y KAMILOVA (2009) coinciden con lo expuesto por los autores anteriores, al manifestar que, el mecanismo de acción directo de las BPCV por excelencia es la producción de sustancia de crecimiento vegetal. Algunas de las especies de los géneros como *Pseudomonas*, *Azotobacter* y *Bacillus*, estas especies liberan ácido indol-acético, en la rizósfera de las plantas, ejerciendo un efecto estimulador del crecimiento de la raíz, especialmente cuando estas están en estado de plántula.

ASHRAFUZZAMAN *et al.* (2009) demuestran que en varios estudios se ha evidenciado que el ácido 3-indolacético tiene un importante impacto sobre el desarrollo radicular de las plantas, además se ha demostrado que ciertas bacterias rizosféricas son capaces de sintetizarlo pudiendo influir de manera importante sobre el desarrollo y crecimiento de raíces en las plantas.

2.1.5 SOLUBILIZACIÓN DE FOSFATO MINERAL

CHEN *et al.* (2006) argumentan que, algunos microorganismos mejoran la disponibilidad de fósforo para las plantas por mineralización de fósforo orgánico en el suelo y la solubilización de fosfatos. Siendo estas bacterias rizobianas las responsables del mejor crecimiento de la raíz y de la parte aérea de las plantas.

Según PAREDES y ESPINOSA (2010), el fósforo es un componente de muchas estructuras celulares, como el DNA, y el RNA, además forma parte de fosfolípidos que componen algunas membranas biológicas dentro de la célula. El fósforo generalmente es absorbido por las plantas en forma de fosfato diácido en suelos ácidos y como fosfato monoácido en suelos alcalinos, sin embargo estos compuestos pueden reaccionar fácilmente con algunos elementos presentes en los suelos ácidos: Hierro (Fe), Aluminio (Al) y Manganeseo (Mn) y en suelos alcalinos: Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), formando fosfatos altamente insolubles, que no están biodisponibles para las plantas.

Para KRISHNAVENI (2010), el mecanismo más común en la solubilización de fosfato mineral es realizado a través de los ácidos orgánicos sintetizados por las bacterias solubilizadoras de fósforo (BSP) y el fosfato orgánico es mineralizado por enzimas fosfatasas excretadas por algunos microorganismos produciendo la liberación de este elemento, el fósforo finalmente es absorbido por las plantas, utilizado para su desarrollo y crecimiento.

IGUAL *et al.* (2001) descubrieron que existe una diversidad de microorganismos que pueden solubilizar formas no disponibles de fósforo y convertirlas en asimilables por las plantas, entre las comunidades de bacterias del suelo, las cepas de *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium* y *Enterobacter* se han descrito como las más eficaz solubilizadores de fosfato.

Mientras CHEN *et al.* (2006) aclaran que entre toda la población microbiana en el suelo, las bacterias solubilizadoras de fosforo (BSF) constituyen 1 al 50%, mientras que los hongos solubilizadores de fósforo (HSF) sólo está entre el 0,1 al 0,5%, teniendo a las bacterias, como los microorganismos con mayor capacidad para solubilizar fosforo en la rizósfera, para luego ser absorbido por las raíces de las plantas.

2.1.6 EFECTOS DE LA INOCULACIÓN CON RHIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV)

FRONTERA (2006) menciona que la Biofertilización es una tecnología que está siendo muy utilizada, en la inoculación de semillas con microorganismos como los Hongos, las micorrizas-bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo, produciendo efectos positivos en el desarrollo de los cultivos, obteniendo mejor calidad fitosanitaria, aumentando el contenido de materia orgánica del suelo. Estos microorganismos básicamente trabajan sobre el abastecimiento de nitrógeno y fósforo hacia la planta, además de otras funciones importantes como: desarrollo radicular abundante y efecto protector contra enfermedades fúngicas de la raíz.

AHEMAD y KHAN (2010) han demostrado que una vez inoculadas las plantas con BPCV, presentan una reducción significativa en los niveles y efectos tóxicos del insecticida, comprobándose además un aumento en el crecimiento de plantas de guisantes, leguminosas, tomate, entre otras. Estando relacionados con las propiedades de las BPCV como agentes de control biológico, esto demuestra la capacidad de estos microorganismos para inhibir la proliferación y enfermedades causadas por fitopatógenos.

HASAN (2002) argumenta que BPCV sintetizan compuestos como auxinas y compuestos parecidos a las giberelinas las mimas que aumentan la tasa de germinación de las semillas y el desarrollo de los pelos radiculares que ayudan a

la planta aumentando la capacidad de absorción, la síntesis microbiana de sustancias reguladores de crecimiento como la giberelina y auxinas siendo factores muy importantes en la fertilidad del suelo.

GARCÍA y CASSAN (2010) indican que la respuesta a la inoculación es variable y que los microorganismos presentes pueden colonizar y permanecer en la rizosfera, incrementando el rendimiento y producción de biomasa, pudiendo ser considerados de relevancia ecológica y desde el punto de vista microbiano, esto podría aumentar el nivel de respuesta y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. El ingreso de rizobacterias, podría provocar modificaciones en la actividad microbiana en la rizosfera.

Para IZAGUIRRE *et al.* (2009), el uso de cepas nativas de *Rhizobium* inoculadas artificialmente presenta la posibilidad de realizar fertilizaciones biológicas a los cultivos, mediante el uso de biofertilizantes, con la finalidad de suplementar la fertilización química de nitrógeno, así activar procesos bioquímicos adicionales asociados con otros microorganismos del suelo. De esta forma se puede incrementar la disponibilidad de nutrientes y sustancias promotoras del crecimiento en las plantas.

2.1.7 MECANISMO DE INFECCIÓN Y COLONIZACIÓN DE RAÍCES

ROSENBLUETH y MARTINES (2006) explican que los rizobios, son bacterias epífitas del rizoplano o del filoplano que logran colonizar el interior de los tejidos de las plantas, estando presentes también en las semillas o en el material de propagación vegetativa. Las bacterias más adaptadas a la vida endófitas son “reclutadas” en un gran pool de bacterias rizosféricas existiendo una selección por parte de las plantas.

El mecanismo de la infección a la planta, ha sido dividido en 3 etapas:

- 1) Adhesión de la bacteria a la raíz.
- 2) Colonización de la superficie.
- 3) Infección y colonización.

Adhesión de la bacteria a la raíz: En el caso de los microorganismos endófitos, los mecanismos de acercamiento a la raíz pueden ser pasivos, si la bacteria se encuentra en la semilla o en la yema de propagación vegetativa, o activos a través del movimiento por atracción quimiotáctica o electrostática hacia la superficie de la raíz de la planta, entre los quimioatrayentes más comunes encontramos; los ácidos orgánicos, carbohidratos y aminoácidos (HARDOIM, VAN OVERBEEK y ELSAS 2008).

Colonización de superficie: En esta etapa la interacción es específica e irreversible involucrando estructuras bacterianas para la ligación como fimbrias, pilis y modificaciones de la pared celular vegetal. Se ha visto que el establecimiento en los sitios de adhesión puede ser en forma de monocamada, o en formando películas bacterianas. Considerándose que los agregados constituyen un microambiente óptimo para la transferencia de genes así como para las señales de quorumsensing, de finas capas que los cubren, compuestas de exopolisacáridos, que emplea como barrera de difusión de dichas moléculas (OLIVARES 2007).

Infección y colonización: El ingreso bacteriano a los tejidos de la planta normalmente es pasivo y se realiza a través de los estomas, en la base de los tricomas y lenticelas en la parte aérea, en las raíces en el área laterales y la cofia. La infección de la planta también puede darse a través de heridas causadas por factores bióticos o abióticos (HUREK y REINHOLD 2003).

2.1.8 ASOCIACIÓN BACTERIA-PLANTA

DOBBELAERE *et al.* (2003) señalan que los rizobios, son bacterias asociativas consideradas promotoras del crecimiento vegetal, por su capacidad para estimular

directamente el crecimiento de las plantas, a través de mecanismos como fijación biológica de nitrógeno, producción de sustancias reguladoras del crecimiento, solubilización de minerales y nutrientes, las mismas que incrementan el volumen de la raíz e induciendo la resistencia sistémica de patógenos, entre otros.

BURDMAN *et al.* (2001) argumentan que los responsables de una segura asociación entre planta-bacteria son las proteínas y polisacáridos de la membrana exterior de las bacterias, permitiendo una fuerte adhesión a las raíces de las plantas inoculadas. La interacción de las bacterias con la planta constituye un proceso dinámico, esto depende de un ambiente adecuado y de factores genéticos. Involucrando el reconocimiento inicial de señales moleculares, movimiento de la bacteria en dirección a la planta hospedera, su adhesión, penetración a la raíz y multiplicación en el interior de la misma.

Según TORO *et al.* (2008), las asociaciones simbióticas que se establecen entre las plantas, la bacteria del género *Rhizobium*, en conjunto con otros microorganismos de la rizosfera, contribuyen a la mejora del estado nutricional de la planta, se conservar la fertilidad de los suelos. GONZÁLEZ *et al.* (2012) indican que el manejo efectivo de los microorganismos rizosféricos puede constituir a mejorar el desarrollo eficiente de la planta, creando un modelo agrícola, ecológico y económicamente viable, que incremente la productividad, reduciendo el uso de fertilizantes convencionales.

2.1.9 CULTIVOS CON INOCULANTES

AFZAL (2010) menciona que durante varias décadas se han introducido bacterias en los suelos para incrementar el crecimiento de las plantas a través de la inoculación en el suelo o el recubrimiento de las semillas, raíces y tubérculos. La mayoría de los microorganismos degradadores de contaminantes específicos o bacterias promotoras del crecimiento vegetal, que son aplicados al suelo deben

competir con otros microorganismos de la rizósfera, la supervivencia de estos microorganismos juegan un factor crucial en el éxito de los inoculantes.

En investigaciones realizadas por LARA *et al.* (2011) explican la importancia de la aplicación de las cepas nativas del género *Rhizobium*, en semillas de pasto angleton (*Dichanthium aristatum*), la misma que demostró que el material vegetal inoculado con la cepa nativa, presentó un mayor promedio de alturas del tallo, longitud de hojas y un notable desarrollo vegetativo de la planta. Así mismo, estos autores han encontrado que la aplicación de bacterias como *Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp. a semillas antes de la siembra, mejora la germinación y el desarrollo de plantas, debido a que estos géneros bacterianos son conocidos por sus bondades, aparte de tener la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, también sintetizan sustancias biológicamente activas del tipo ácido indol acético entre otras.

En ensayos realizados en campo por JIMÉNEZ *et al.* (2001) afirman que la aplicación de bacterias promotoras de crecimiento es una conjunción de todos los mecanismos de acción, dando resultados positivos en la promoción evidente del desarrollo y crecimiento de las plantas, especialmente en la emergencia, el vigor y el peso de plántulas, obteniendo mayor desarrollo en el sistema radicular y un incremento hasta de 30% en la producción de cultivos de interés comercial, tales como papa, rábano, tomate, trigo y soja.

2.2 LA REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.)

CARRASCO (2001) indica que la remolacha es una planta bianual perteneciente a la familia *Quenopodiaceae* su nombre botánico es *Beta vulgaris* L. en su primer periodo la remolacha desarrolla una raíz napiforme gruesa y una roseta de hojas, en su segundo periodo, emite una inflorescencia ramificada en panícula, alcanzando hasta un metro de altura.

Para cultivar la remolacha se debe preparar bien el suelo para evitar encharcamientos, incorporando una buena cantidad de materia orgánica para que la planta adsorba con facilidad los nutrientes que requiere. Esta planta para su buen desarrollo, se la siembra en suelos de textura mediana a liviana, que puedan retener la humedad y que tengan un buen drenaje, con un pH entre 5.5 y 6.5, temperatura óptima entre 13 y 16 °C, se recomienda cosecharla a los 100 o 140 días después de la siembra o cuando las hojas se pongan de color rojo o cuando la raíz tenga entre 5 a 7 cm de diámetro. (Manual Agropecuario 2002).

Trabajos realizados por ASGROW S.A. (2002) demostraron que la remolacha es un alimento de bajo contenido calórico, siendo los hidratos de carbono el componente más abundante en la fruta, la misma que contiene buena fuente de fibra. Entre sus vitaminas destacan los folatos y ciertas vitaminas del grupo B, como B1, B2, B3 y B6. La remolacha, junto a la berenjena y el pepino, son las verduras con menor contenido en provitamina A y en vitamina C, siendo los folatos los que intervienen en la producción de glóbulos rojos y blancos, y en la síntesis de material genético, indispensable en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico. La vitamina B2 o riboflavina se relaciona con la producción de anticuerpos y de glóbulos rojos que colaboran en la producción de energía y en el mantenimiento del tejido epitelial de las mucosas, mientras que la niacina o vitamina B3 colabora en el funcionamiento del sistema digestivo, el buen estado de la piel, el sistema nervioso y en la conversión de los alimentos en energía.

2.2.1 RENDIMIENTO DE REMOLACHA EN EL MUNDO

Según la ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA (2014), actualmente se cultiva tres veces más la remolacha que hace cinco años y en cifras absolutas de producción aceptable; debida tanto a la modernización del cultivo como a la disminución de la producción de remolacha. Casi el 90% de remolacha que se consume en Europa es para producción interna.

FAO (2012) indica que la producción de remolacha a nivel mundial, en el año 2011 fue de 284 231 615 toneladas, en el año 2012 la producción bajó a 280 587 575 toneladas. Rusia y Francia tuvieron bajas producciones en el 2012 mientras que los EE.UU. y Alemania aumentaron su producción aunque Rusia y Francia tuvieron bajas producciones siguen siendo los principales productores a nivel mundial.

Cuadro 2. Producción Mundial de betarraga, durante el periodo 2011 y 2012.

| Países | 2011(t) | 2012(t) |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| Rusia | 47 643 270 | 45 057 000 |
| Francia | 38 106 133 | 33 688 393 |
| Estados Unidos | 26 214 010 | 31 965 560 |
| Alemania | 25 000 000 | 27 891 000 |
| Ucrania | 18 740 000 | 18 438 900 |
| Turquía | 16 126 489 | 15 000 000 |
| Polonia | 11 674 153 | 12 349 546 |
| China | 10 731 000 | 11 469 050 |
| Egipto | 7 486 101 | 7 600 000 |
| Reino Unido | 8 504 000 | 7 291 000 |
| Países Bajos | 5 857 980 | 5 734 645 |
| Bélgica | 5 408 977 | 5 438 400 |
| Belarús | 4 486 688 | 4 773 812 |
| Irán | 4 100 000 | 4 150 000 |
| República Checa | 3 898 887 | 3 868 829 |
| Japón | 3 547 000 | 3 758 000 |
| España | 4 188 535 | 3 482 400 |
| Los demás | 31 787 392 | 27 159 978 |
| TOTAL | 284 231 615 | 280 587 575 |

Fuente: Faostat

2.2.2 IMPORTANCIA DE REMOLACHA EN EL ECUADOR

Según MAGAP (2006), la remolacha en nuestro país, se siembra en las zonas altas debido a sus condiciones climáticas favorables. En los últimos años la producción en el país ha ido incrementando su producción de 3 177 toneladas/año en el 2004 a 6 103 toneladas/año en el año 2006. En las provincias de Chimborazo y Cañar en los años 2005 a 2006 la producción fue decreciendo. Para Ángel Samaniego, responsable del área de desarrollo del cantón Chambo del MAGAP, se calcula el rendimiento de 19 t/ha, estimando el valor del saco de remolacha de 45 kg, entre \$ 5 y 5,5 dólares.

Actualmente en nuestro país se cultiva tres veces más remolacha que hace cinco años. La provincia, en la que hay mayor producción de remolacha de huerta es Chimborazo. En el siguiente cuadro se observa la producción del cultivo de remolacha de las diferentes provincias del Ecuador.

Cuadro3. Producción de remolacha en Ecuador en los años: 2004, 2005 y 2006.

| Provincia | 2004 (t) | 2005 (t) | 2006 (t) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tungurahua | 1 030 | 1 152 | 2 152 |
| Bolívar | 282 | 1 729 | 1 812 |
| Cotopaxi | 54 | 1 220 | 1 200 |
| Pichincha | 320 | 318 | 324 |
| Imbabura | 10 | 244 | 231 |
| Loja | 204 | 158 | 184 |
| Chimborazo | 1 057 | 81 | 111 |
| Cañar | 179 | 102 | 96 |
| Carchi | 41 | 31 | 29 |
| Total | 3 177 | 5 035 | 6 103 |

Fuente: MAG. 2006

De acuerdo con datos del SIGAGRO, en el 2009 se cosecharon 614 hectáreas de remolacha. De esas, 613 hectáreas se encuentran en la Sierra distribuidas entre, las provincias de Chimborazo, Pichincha, Azuay, Tungurahua, Imbabura, entre otras.

2.3 BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV)

YOUNG *et al.* (2001) explican que esta bacteria se encuentra distribuida en varias familias. Los antiguos géneros *Rhizobium*, *Agrobacterium* y *Allorhizobium* se han fusionado en un sólo género y actualmente todas sus especies se incluyen en el género *Rhizobium*, este género contiene 34 especies.

MANTELIN y TOURAINE (2004) indicaron que los rizobios pueden incrementar el acceso de nutrientes mediante la estimulación del sistema de captación de iones de la planta, considerándose las características agroquímicas del suelo, para realizar la fertilización y estimular el crecimiento de las plantas inoculadas durante las primeras fases fenológicas de las plantas.

BASHAN (2002) argumenta que las bacterias promotoras de crecimiento vegetal BPCV son un grupo de diferentes especies de bacterias que pueden incrementar el crecimiento y productividad vegetal. Entre los organismos más conocidos están las especies pertenecientes a los géneros *Rhizobium*, *Pseudomonas*, y *Azospirillum*. Indicando que las BPCV pueden clasificarse en dos grupos:

1) **Bacterias promotoras de crecimiento en plantas**, donde la bacteria infecta a las plantas suprimiendo otros microorganismos. Los mecanismos que estas bacterias utilizan pueden ser a través de su propio metabolismo (solubilizando fosfatos, produciendo hormonas o fijando nitrógeno), afectando directamente el metabolismo de la planta (incrementando la toma de agua y minerales), mejorando el desarrollo radicular e incrementando la actividad enzimática de la

planta o ayudando a otros microorganismos benéficos para que actúen de mejor manera sobre las plantas.

2) **Bacterias promotoras de crecimiento en plantas con capacidad de control biológico**, las cuales promueven el crecimiento de la planta al suprimir los fitopatógenos.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV)

BOIERO *et al.* (2007) revelan que ciertas rizobacterias pueden interactuar con el crecimiento y fisiología de la planta degradando o produciendo moléculas reguladoras del crecimiento, algunas son capaces de producir más de un tipo de ellas, como se puede citar a la auxina ácido indol-3-acético (AIA), sintetizada por aproximadamente el 80% de las rizobacterias, las mismas que juega un papel clave en la conformación de la arquitectura radicular al estar involucrado en el desarrollo de las raíces secundarias, en la diferenciación del tejido vascular y en el gravitropismo de la raíz.

En investigaciones realizadas por BIOFAG (2008) indican que los microorganismos se asocian de manera benéfica a las raíces de las plantas, proporcionando agua y nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, induciendo al desarrollo de la raíz y crecimiento las plantas. Los microorganismos también actúan de forma combinada, produciendo sinergismo, es decir que los microorganismos utilizados sean más eficientes actuando en conjunto.

VESSEY (2003) indica que estas poblaciones microbianas rizosféricas son capaces de ejercer efectos específicos sobre el crecimiento vegetal como la producción de fitohormonas, disolución y mineralización de los fosfatos, fijación asimbiótica del nitrógeno atmosférico y producción de sideróforos y antibióticos. En general, la competencia por nutrientes genera en la rizósfera interacciones

microbianas acordes al metabolismo de la planta, debido a la liberación de sustancias difusantes, secreciones, lisados, gases y mucílagos.

BACILIO *et al.* (2003) afirman que el establecimiento de poblaciones competitivas de microorganismos promotores del crecimiento en las plantas depende principalmente de aspectos puntuales como la colonización rizosférica de la planta, dada por la liberación de sus exudados radicales, y la capacidad de respuesta genética y quimioatrayente del microorganismo hacia la rizósfera.

2.3.2 IMPORTANCIA DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV)

CANELLAS *et al.* (2012) indican que en la actualidad, se ha tomado interés en la utilización de bacteria rizobianas como promotoras de crecimiento vegetal debido fundamentalmente al papel que estos cumplen en la nutrición vegetal, o a su efecto en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, influenciando en la actividad fisiológica de las plantas.

VALVERDE y IGUAL (2011) argumentan que un gran número de rizobacterias mejoran la nutrición de la planta poniendo a su disposición una mayor cantidad de nutrientes; entre ellos, nitrógeno y fósforo, pero también otros no menos relevantes para el crecimiento vegetal, como puede ser el hierro. También existe una gran diversidad de bacterias fijadoras de nitrógeno con capacidad para interaccionar con plantas no leguminosas.

En el experimento realizado por DAKORA (2003) donde se utilizaron dos cepas de *Sinorhizobium meliloti*, conocidos por ser altamente eficientes y por sus efectos estimuladores en el crecimiento vegetal en trigo bajo condiciones de campo. Además indica que otros géneros bacterianos, como los *Rhizobium*, pueden colonizar las raíces de las leguminosas y de plantas pertenecientes a otras familias, los mismos que producen diversos metabolitos como auxinas, citoquininas,

riboflavinas y vitaminas, las que pueden actuar como sustancias promotoras del crecimiento vegetal.

GARCÍA *et al.* (2012) explican que los inoculantes a base de rizobios para leguminosas, tienen la finalidad de fijar nitrógeno atmosférico en las nudosidades que se forman en la raíz, eliminando la necesidad de abonado nitrogenado. Estos pueden considerarse “biofertilizantes de primera generación”. El segundo tipo de biofertilizantes incluye productos formulados con bacterias del género *Rhizobium* y afines para plantas no leguminosas. Este tipo de biofertilizantes pueden denominarse de “segunda generación” y su efecto final es mejorar el rendimiento económico de los cultivos. Los rizobios en plantas no leguminosas, estimulan el crecimiento de la raíz en la planta.

2.3.3 INTERACCIÓN PLANTA - BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV)

Según NEWTON y FISTER (2002), la relación simbiótica basada en nódulos no se extiende a la mayoría de los cultivos alimenticios importantes como maíz, trigo, arroz, y otros cultivos de raíces y tubérculos, ninguno tiene una pareja para fijar nitrógeno, fósforo, y alcanzar altos índices de productividad, sin embargo existen asociaciones formales como; *Gluconacetobacter*, *Diazotrophicus* y *Herbaspirillum sp* con la caña de azúcar, quienes satisfacen completamente los requerimientos para el crecimiento de las plantas.

NELSON (2004) afirma que las plantas constituyen excelentes hábitats microbianos. Las raíces se desarrollan en un medio cuya humedad es generalmente poco variable y las concentraciones de nutrientes son altas, por lo que constituyen un ambiente ideal para la acción microbiana, los exudados radicales, formados por azúcares, mucigel, ácidos orgánicos y aminoácidos, pueden conformar hasta un 40 % de los fotosintatos de la planta, lo cual cambia la composición del suelo mejorando la estructura de la raíz, creando un medio

selectivo para la existencia de grandes poblaciones microbianas heterótrofas, las que establecen diferentes interacciones con la planta, tanto positivas (promotoras del crecimiento vegetal), negativas (patogénicas) como neutrales.

Para SOUCHIE *et al.* (2006), la interacción entre los microorganismos y las raíces de las plantas se basan en la modificación del ambiente del suelo por procesos de: captación de agua, liberación de compuestos orgánicos al suelo por las raíces, produciendo por parte de los microorganismos factores de crecimiento y captación de minerales hacia la planta.

2.3.4 BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV) COMO INOCULANTE

Investigaciones realizadas por PEÑA y REYES (2007) indican que los primeros trabajos para la desinfección de semillas fueron realizados en Rusia (1930), y a finales de la década de los 70, investigadores utilizaron el término bacterias promotoras del crecimiento vegetal para referirse a las rizobacterias capaces de provocar un efecto benéfico en las plantas.

MASSON *et al.* (2009) indican que este proceso se caracteriza por la atracción y reconocimiento entre la planta y la bacteria. El *Rhizobium* entra a la planta a través de los pelos radiculares, formando una estructura llamada hilo de infección esta infecta intracelularmente a las células corticales de la raíz. Una vez dentro de la célula, las bacterias se diferencian en bacteroides, comenzando el proceso de la fijación de nitrógeno, fitohormonas desde la raíz para luego ser distribuida al resto de la planta.

GILES *et al.* (2008) afirman que cuando se inocula la bacteria, se da la unión de los rizobios a los pelos radicales, e induce un cambio en la dirección de crecimiento apical, generándose una deformación y curvatura de los pelos radicales o “*curling*” donde quedan atrapadas las bacterias. Esto forma un canal de

infección por donde entran los rizobios al citoplasma de las células vegetales por un mecanismo similar a la endocitosis.

PUENTE *et al.* (2015) indican que los inoculantes en base a microorganismos benéficos denominados BPCV tiene como objetivo favorecer el desarrollo de las plantas, aumentando la cantidad de nutrientes asimilables para el cultivo, entre otros procesos. Dentro de los microorganismos más estudiados podemos citar a *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Azorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* y *Micorrizas*. Sin embargo, para que los efectos benéficos de estos microorganismos puedan ser positivos se deben tener en cuenta las, características de su formulación y el adecuado manejo del inoculante en su almacenamiento.

2.3.5 INFECCIÓN RIZOBIANA

BARTA (2005) explica que la bacteria *Rhizobium sp.* infecta a huéspedes específicos, está la bacteria contiene un plásmido grande que codifica la información que es utilizada cuando crece en el suelo como organismo de vida libre, siendo de vital importancia para infectar a la planta huésped, por esta razón la simbiosis rizobio-planta, resulta una interacción muy específica entre la bacteria y la planta. Produciendo un proceso inducido por el intercambio de señales entre los dos participantes de la interacción.

Según CRESPO y JULIO (2012), los bacteroides al introducirse en las células vegetales son envueltos por una tegumento denominada, membrana peribacteroidal o simbiosomal. Además indican que la membrana peribacteroidal envuelve las bacterias y las aísla del contacto con el citosol de las células de la corteza regulando el intercambio de nutrientes entre la bacteria y la planta.

TAE-SEOK *et al.* (2007) indican que estos mecanismos, empleados por bacterias, son muy diversos y en algunos casos poco estudiados, sin embargo, se pueden

diferenciar claramente dos procesos esenciales: el primero consiste en la producción de sustancias orgánicas, producto del metabolismo secundario de las bacterias, que son capaces de promover respuestas fisiológicas específicas en las células vegetales. El segundo mecanismo se puede encontrar en la intervención directa de los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos, en los cuales pueden hacer disponibles compuestos orgánicos e inorgánicos que son aprovechados por las plantas.

2.3.6 INOCULANTES

PÉREZ *et al.* (2008) afirman que para lograr un aislamiento efectivo de cepas nativas de *Rhizobium sp.*, se recomienda realizar extracción directa de los nódulos de las plantas en estudio, ya que se puede obtener un aislado de altas proporciones. Para ello, es necesaria la utilización de medios de cultivos específicos que faciliten la diferenciación bioquímica de las especies de acuerdo con sus componentes. Entre los más conocidos y utilizados se encuentran: Levadura Manitol Agar (YMA), agar XLD y Hektoen, específicos para determinar crecimiento de bacterias Gram negativas YMA con Rojo Congo, permite diferenciar de *Agrobacterium sp.*, que absorbe el colorante, comportamiento que no es evidenciado por *Rhizobium sp.*, también, evaluación de crecimiento en LLA, con producción de cetolactosa.

IGLESIAS *et al.* (2000) encontraron que una buena práctica en la inoculación con BPCV es razonable adoptarla en cultivos de interés comercial. Puesto que en pruebas realizadas con *Azobacter spp* inoculadas en suelo sin nitrógeno donde se logró la colonización de la rizosfera cereales dando un efecto positivo del 19.5% en su crecimiento tanto en la raíz como vegetal.

CRESPO y JULIO (2012) recomiendan que un buen inoculante debe contener un número alto de bacterias viables. Los estándares mínimos de calidad de

inoculantes varían según el país. Es importante que el inoculante no sea expuesto a temperaturas mayores a 30 – 35 °C durante el transporte y almacenamiento.

2.3.7 MÉTODOS PARA INOCULAR UNA PLANTA

AFZAL *et al.* (2012) indican que existen varios métodos para la introducción de bacterias en las plantas: Inoculación de la semilla, Empapar el suelo, aspersión foliar e inmersión de la raíz, y para mejorar el proceso de inoculación se ha sugerido la inoculación por aspersión del inóculo en el suelo o directamente en las plantas en crecimiento.

KYEI *et al.* (2002) mencionan que los métodos para la inoculación ya sean con bacterias Gram positivas o Gram negativas requieren de un vehículo para liberar el inóculo en el suelo y permitir que las células se mezclen con este. Esto puede incluir acarreadores de bajo costo como la turba que se mezclan con las suspensiones de microorganismos posteriormente se seca. La colocación del inóculo se realiza a una profundidad adecuada siendo un factor importante que puede influir en los beneficios de la inoculación al suelo.

AFZAL (2010) recomienda que las técnicas menos costosas que pueden ser utilizados para introducir microorganismos en suelo son; el recubrimiento de las semillas con las bacterias y las aplicaciones al suelo, con las bacterias apropiadas. Para esto las bacterias necesitan adherirse a las semillas. Siendo necesario y esencial mantener su viabilidad en ambas técnicas para asegurar la supervivencia de los microorganismos y así asegurar un número elevado, en condiciones de campo.

2.3.8 VENTAJAS DE LA INOCULACIÓN RIZOBIANA

ZINNIEL (2002) señala que en un inicio, se atribuyó el efecto promotor del crecimiento vegetal de este género, a la fijación de N₂ atmosférico, pero estudios

posteriores demostraron que la contribución en este sentido es menos significativa que los cambios morfológicos y fisiológicos provocados en las raíces inoculadas, que promovían un aumento en la toma de agua y minerales. Luego de la inoculación con bacterias *Rhizobium*, se observó un aumento en el número de raíces laterales y pelos radicales, lo cual aumenta la superficie de intercambio de la raíz con el suelo circundante.

KHAN (2005) explica que las bacterias rizosféricas son esencialmente atraídas por los exudados radicales que contienen una amplia variedad de moléculas orgánicas específicas de cada planta, éstas son usadas como nutrientes por los microorganismos y en retribución, los microorganismos pueden estimular el crecimiento de la planta o dar protección contra agentes patógenos.

GALINDO *et al.* (2006) argumentan que la microbiota de la rizósfera puede acelerar el crecimiento de las plantas a través de reguladores de crecimiento vegetal, al aumentar la velocidad de germinación de semillas, estimular la formación de raíces, fortalecer los mecanismos naturales de defensa de la planta a enfermedades e insectos patógenos, incrementar la respuesta a la fertilización química u orgánica y aumentar la tolerancia al estrés hídrico; todo esto promueve mejores efectos sobre la calidad del suelo y la cosecha, efectos que se buscan sean permanentes durante el ciclo de desarrollo del cultivo. Así mismo BECQUER (2009) corrobora lo anterior mencionado quien indica que las asociaciones micorrízicas desarrollan múltiples funciones entre las que se destacan: el aprovechamiento más eficiente de la zona radical a partir de un aumento en el volumen de suelo explorado, una mayor resistencia a las toxinas, incremento de la translocación y solubilización de elementos nutritivos esenciales, aumento de la tolerancia a condiciones abióticas adversas (sequía, salinidad, etc.), así como cierta protección contra patógenos radicales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ENSAYO

El presente ensayo se realizó en la Finca Tierra Fértil, propiedad del señor Faustino Orrala R, ubicada en la comuna Prosperidad, parroquia San José de Ancón, a 15 km al sur del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. La ubicación geográfica es: 2° 17'35'' de Latitud Sur y 80° 50' 52'' Longitud Oeste. La zona está situada a una altura aproximada de 5 msnm. Clima cálido seco; temperatura promedio 24,5 °C, temperatura máxima 39,5 °C en invierno y temperatura mínima 15,6 °C en verano; precipitación promedio anual 200 mm y humedad relativa 81,6 %. Datos promedios de los últimos 10 años según el INAMHI y la Estación Meteorológica de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

3.2 MATERIALES DE CAMPO

- | | |
|-------------|--------------------|
| ▪ Estacas | ▪ Lápiz |
| ▪ Rastrillo | ▪ Azadón |
| ▪ Pala | ▪ Cámara |
| ▪ Cinta | ▪ Fertilizante |
| ▪ Compost | ▪ Estacas |
| ▪ Tijera | ▪ Martillo |
| ▪ Machete | ▪ Alambre |
| ▪ Piola | ▪ Sistema de riego |
| ▪ Cuaderno | ▪ Bomba de mochila |

3.2.1 MATERIALES DE LABORATORIO

- Caja Petri
- Pipetas
- Alcohol
- Algodón
- Agua destilada
- Beakers
- Tubos de ensayo

3.2.2 EQUIPOS

- Esterilizador
- Balanzas
- Calculadora
- Cámara fotográfica

3.2.3 INSUMOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

- Turba
- Bandejas germinadoras
- Azúcar morena
- Agua destilada
- Alcohol
- Cepa-*Rhizobium* VAI-RV
- Cepa-*Rhizobium* FP-MG2
- Cepa-*Rhizobium* FP-MG4

3.2.4 MATERIAL VEGETAL

Variedad de remolacha **Detroit** distribuida por la importadora Alaska, muy conocida por raíces globosas profundas, tiene un color rojo oscuro muy atractivo y de forma redonda y alargada, textura medianamente suave. Es una variedad precoz, de maduración temprana a mediana, que se puede cosechar a los 75 días después de la siembra. Color de las hojas verde oscuro muy tolerante a la floración. Es una variedad muy conocida para mercado fresco.

3.2.5 MATERIAL BIOLÓGICO: BIOFERTILIZANTE A UTILIZAR

Se utilizó tres cepas nativas de *Rhizobium*: VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4, identificados y caracterizados en los ensayos realizados por Crespo y Julio en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en el año 2012.

3.3 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1 EXPERIMENTO: EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE BACTERIAS NATIVAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (BPCV) EN EL CULTIVO DE REMOLACHA.

En el experimento, se evaluó el efecto de las bacterias nativas (BPCV) en porcentajes del: 1%; 1,5%; 3%; en la producción de la remolacha de mesa en la Península de Santa Elena. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos se evaluaron a los 30 y 60 días de cultivo, se señalaron 15 plantas al azar para la evaluación.

3.3.2 TRATAMIENTOS

Las cepas nativas de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV): cepa 1 = VAI-RV, cepa 2 = FP-MG2 y cepa 3 = FP-MG4, recomendadas por su mayor potencial para la producción de inoculante de uso agrícola en calidad de biofertilizante, en trabajos realizados en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, utilizados en este trabajo, según cuadro 3.

Cuadro 4. Tratamientos.

| Tratamientos | Dosis | Combinación de inoculantes |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| T₁ | 1 % cc/planta | VAI-RV, FP-MG2, FP-MG4 |
| T₂ | 1,5 % cc/planta | VAI-RV, FP-MG2, FP-MG4 |
| T₃ | 3 % cc/planta | VAI-RV, FP-MG2, FP-MG4 |
| T₄ | 10 gr/planta | Con NPK |
| T₅ | 0 gr/planta | Sin inoculante |

Cuadro 5. Grados de libertad del experimento en campo.

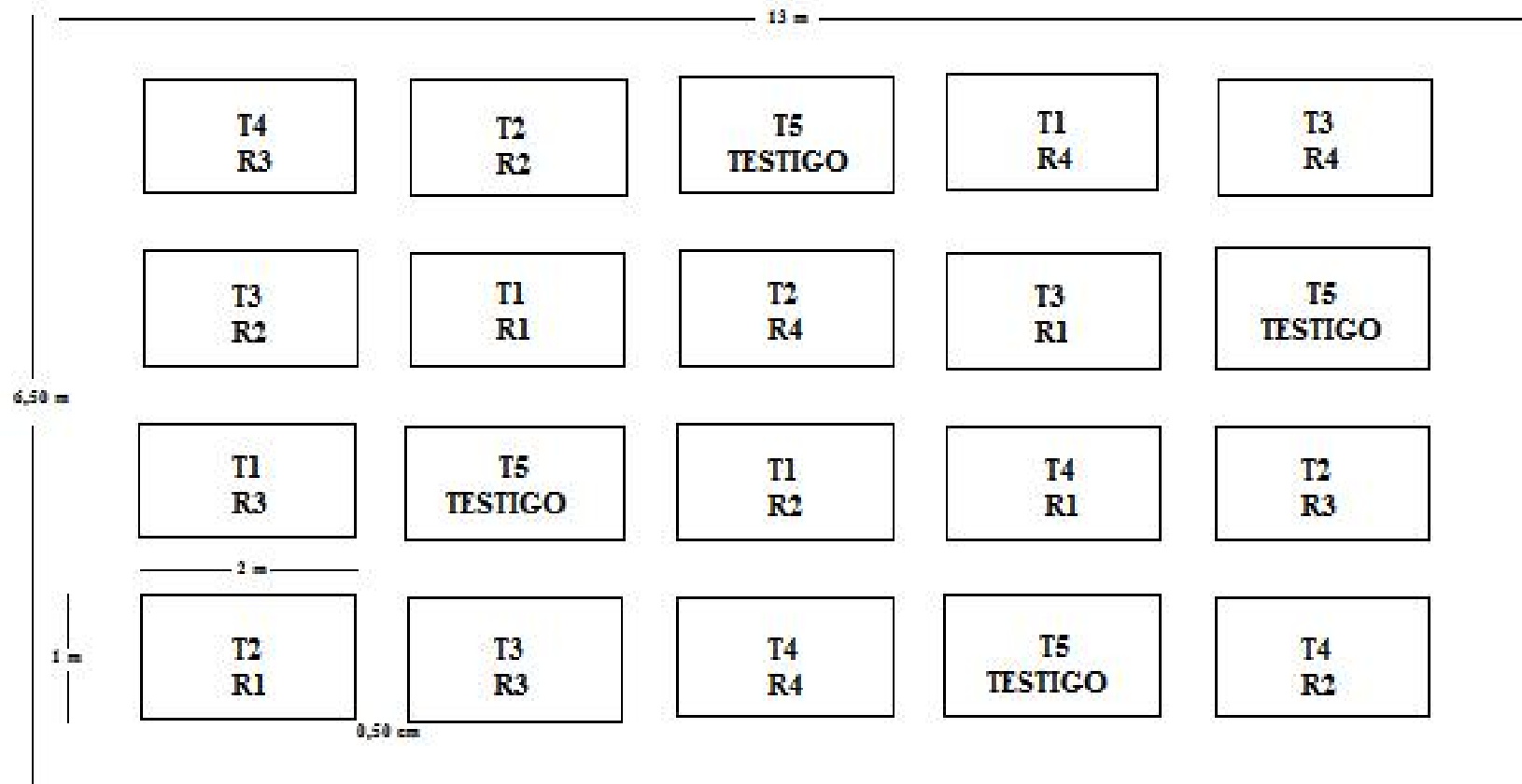
| Fuentes de variación | | Grados de libertad |
|-----------------------------|-----|---------------------------|
| Tratamientos | t-1 | 4 |
| Repeticiones | r-1 | 3 |
| Error | r-1 | 12 |
| Total | | 19 |

3.4 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

Cuadro 6. Delineamiento experimental

| Diseño de bloques completos al azar | |
|--|----------------------|
| a. Número de tratamientos: | 5 |
| b. Número de repeticiones: | 4 |
| c. Testigo | 1 |
| d. Número total de parcelas: | 20 |
| e. Área total de la parcela: | 2 m ² |
| f. Área útil de la parcela: | 1,5 m ² |
| g. Área del bloque: | 8 m ² |
| h. Área útil del bloque | 6 m ² |
| i. Efecto de borde: | 0,25 m ² |
| j. Distancia de siembra: | 0,15 x 0,20 cm |
| k. Longitud de hilera: | 13 m |
| l. Número de planta por hilera: | 216 plantas |
| m. Número de hileras: | 12 hileras |
| n. Número de planta por parcela: | 100 plantas |
| o. Número de planta por experimento: | 400 plantas |
| p. Distancia de bloque: | 0.50 cm |
| q. Área útil del experimento: | 30 m ² |
| r. Área neta del experimento: | 40 m ² |
| s. Área total del experimento: | 84,50 m ² |

Figura 1. Unidades experimentales



3.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.5.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación de suelo se realizó un mes antes de la siembra, la arada se lo realizó con tractor, con la finalidad de facilitar el desarrollo radicular de la planta.

3.5.2 ESTAQUILLADO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS

Consistió en replantear las parcelas según el croquis de campo, con estacas de 40 cm de altura.

3.5.3 CONSTRUCCIÓN DE CAMELLONES

Se construyó después del arado, los camellones tuvieron las siguientes dimensiones: 1 metro de ancho, 30 metros de largo y 15 centímetros de alto, para facilitar que las plantas tuvieran una buena aireación radicular.

3.5.4 SIEMBRA EN SEMILLERO

Se lo realizó en bandeja germinadora utilizando turba esterilizada para la siembra en un tiempo de 7 días, para luego ser trasplantado.

3.5.5 TRASPLANTE

El trasplante se lo realizó después de 7 a 8 días de germinación al lugar definitivo.

3.5.6 CONTROL DE MALEZAS

Se efectuó de forma manual, de acorde a la incidencia de maleza que se presentó en el cultivo.

3.5.7 FERTILIZACIÓN

Se aplicó de acuerdo al análisis de suelo realizado, como fuente de fósforo, fosfato mono amónico; como fuente de nitrógeno, sulfato de amonio y fuente de potasio, muriato de potasio.

3.5.8 BIOFERTILIZACIÓN

Se aplicó tres cepas de bacterias nativas; VAI RV, FP MG2 y FP MG4. Desde el inicio de la siembra.

3.5.9 RIEGO

El riego se lo realizó con sistema de riego por goteo, la frecuencia de riego se efectuó diariamente según el requerimiento del cultivo y las condiciones climáticas de la zona. Siendo la cantidad de agua recomendada para el cultivo de remolacha de 3 a 4 l/día.

3.6 VARIABLES EXPERIMENTALES

Se evaluó todas las variables tomando al azar 15 frutos de cada parcela.

3.6.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Se tomó en consideración el total de las semillas que se sembraron en las bandejas.

3.6.2 ALTURA DE PLANTA (cm)

Se tomó en centímetros su altura desde el ápice de la hoja más sobresaliente, cada 30 y 60 días del cultivo.

3.6.3 NÚMERO DE HOJAS

Se contabilizaron el número total de hojas por planta, a los 30 y 60 días del cultivo.

3.6.3 DIÁMETRO DEL BULBO

Se midió el contorno del bulbo a los 75 días, con calibrador vernier digital.

3.6.4 PESO DEL FRUTO

Se pesó los frutos de cada planta, con una balanza gramera después de la cosecha.

3.6.5 ANÁLISIS DE GRADOS BRIX

Esta variable tomó un fruto por parcela, el proceso consistió en agregar tres gotas de jugo sobre el refractómetro digital PR-100.

3.6.6 RENDIMIENTO DE PARCELA (kg)

Se pesó toda la producción de cada parcela experimental en kg, y luego se proyectó esos valores a kg/ha.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 PORCENTAJE DE GERMINACION DE SEMILLAS A LOS 4 DIAS

Los resultados del ANDEVA, Cuadro 7 muestran que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de la variable analizada, cuyo coeficiente de variación fue de 0,73%.

Los resultados observados en el Grafico 1, sobre la germinación a los 4 días; muestran que el Tratamiento 3 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 3 %) obtuvo el 99,75 % mientras que, el Tratamiento 5 (sin inocular) fue de 99,25 %; siendo el porcentaje más bajo entre todos los tratamientos. Al respecto, CRESPO y JULIO (2012), obtuvieron resultados similares en la germinación, cuando trabajaron con semillas de maíz donde se combinaron cepas (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4) de bacteria *Rhizobium*, en este caso, el porcentaje de germinación fue 99,50 similar a los tratamientos evaluados.

Cuadro 7. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación a los 4 días.

| F.V. | SC | GL | CM | F. Cal. | VALOR F. TABLA |
|-------------|-----|----|------|---------|----------------|
| | | | | | 0.05 - 0.01 |
| Tratamiento | 0,5 | 4 | 0,13 | 0,24 ns | 3,26 - 5,41 |
| Repetición | 2,2 | 3 | 0,73 | 1,4 | 3,49 - 5,95 |
| Error | 6,3 | 12 | 0,53 | | |
| Total | 9 | 19 | | | |
| CV | | | | | 0,73 % |

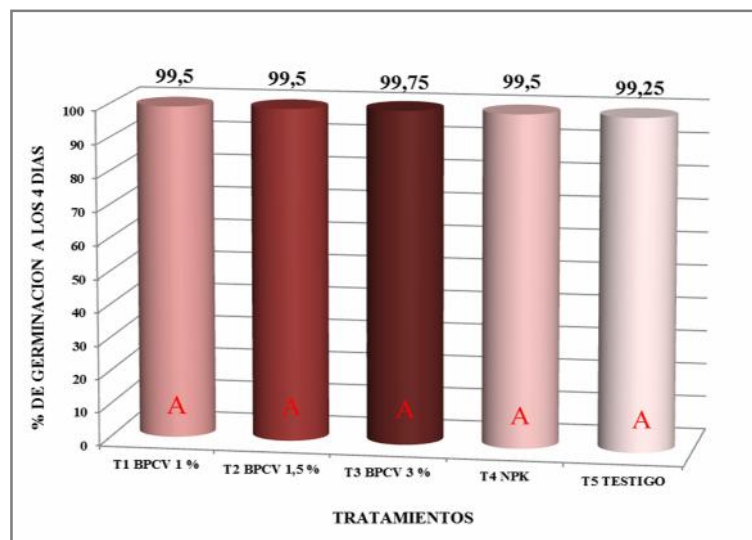


Grafico 1. Medias de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación a los 4 días.

4. 1. 2 ALTURA DE PLANTA A LOS 30 y 60 DÍAS

El Cuadro 8, los resultados del ANDEVA no muestran, diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para la variable altura de planta a los 30 días, cuyo coeficiente de variación fue de 6,61 %, mientras a los 60 días, se ve una mínima variación de 6,5 %.

Así mismo, en el Gráfico 2 a los 30 días, el tratamiento 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %) obtuvo la mejor alturas con 14,29 cm, mientras que el tratamiento 1 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1 %) con 13,07 cm; fue el más bajo. En el mismo gráfico, a los 60 días, el Tratamiento 3 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 3 %), con una altura media de 35,85 cm fue el más eficiente, mientras que el tratamiento 4 (NPK) con una altura de 32,72 cm fue el de menor altura promedio.

Los resultados antes mencionados, son corroborados por ARKHIPOVA *et al.* (2005) y ETESAMI *et al.* (2009), quienes argumentan que las cepas de *Rhizobium* son capaces de sintetizar sustancias promotoras del crecimiento vegetal (fitohormonas), las cuales estimulan el crecimiento de las plantas, debido a que se incrementa adsorción de agua y nutrientes, lo que se traduce a una mayor

producción de biomasa aérea, así también, se ha demostrado resultados favorables en la inoculación del biofertilizante en plantas no leguminosas. También, están de acuerdo a las investigaciones efectuadas por RÍOS *et al.* (2005) quienes, obtuvieron resultados similares en altura de planta a la cosecha 43,20 cm en un experimento donde la remolacha fue inoculada con *gluconatobacter*.

Cuadro 8. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable altura de planta a los 30 y 60 días.

| F.V. | SC 30 días | SC 60 días | GL | CM 30 días | CM 60 días | F. Cal 30 días | F. Cal 60 días | VALOR F. TABLA 0.05 - 0.01 |
|--------------------|------------------|------------------|----|------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| Tratamiento | 3,17 | 38,85 | 4 | 0,79 | 9,71 | 0,98 ns | 1,93ns | 3.26 - 5.41 |
| Repetición | 6,04 | 173,55 | 3 | 2,01 | 57,85 | 2,47 | 11,53 | 3.49 - 5.95 |
| Error | 9,76 | 60,23 | 12 | 0,81 | 5,02 | | | |
| Total | 18,98 | 272,63 | 19 | | | | | |
| CV 30 días | | | | | | | | 6,61% |
| CV 60 días | | | | | | | | 6,5% |

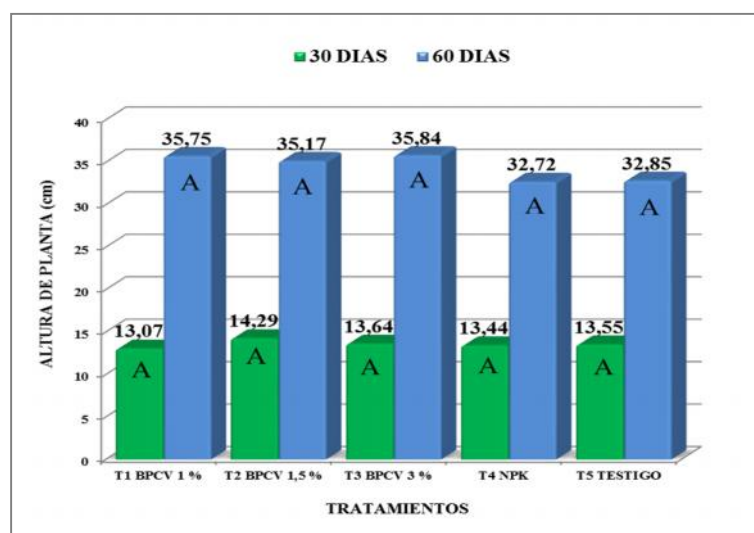


Grafico 2. Medias de los tratamientos en la variable altura de planta a los 30 y 60 días.

4. 1. 3 NÚMERO DE HOJAS A LOS 30 y 60 DÍAS

En el Cuadro 9, del ANDEVA, se muestran las diferencias estadísticas no significativas entre los tratamientos, donde el coeficiente de variación fue de

4,37 % a los 30 días, mientras a los 60 días presentó una mínima diferencia de 4,93%.

Así también En el Gráfico 3, se puede verificar los resultados de la variable número de hojas a los 30 días; donde el Tratamiento 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %) con una media de 8,28 hojas fue el número más alto; mientras que la media más baja en esta variable la obtuvo el Tratamiento 1 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1 %) con 7,75 hojas. En cuanto a los resultado a los 60 días, el mayor número de hojas con un valor de 12,66; se presentó en el Tratamiento 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %) y el menor número de hojas fue para Tratamiento 5 (Testigo) con un promedio de 11,75.

Al respecto, ARMENTA *et al.* (2009); en ensayos realizados en el cultivo de tomate específicamente en la producción de biomasa fresca (follaje), fue significativa cuando se inoculo con cepas nativas de *Rhizobium*, *B. subtilis*, obteniendo plántulas de tomate de calidad, incluso se redujo en un 50% la fertilización sintética. Así también, en estudios realizados por LEON *et al.* (2010) coinciden con las investigaciones mencionadas, quienes hacen referencia a la inoculación de bacterias, indicando que la combinación de *Rhizobium* con *Azotobacter chroococcum* y de estas con el *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* mejoraron las características morfo-fisiológicas de las plántulas, tal como la longitud y el diámetro del tallo, el área foliar y la clorofila.

Cuadro 9. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable número de hojas a los 30 y 60 días.

| F.V. | SC 30 días | SC 60 días | GL | CM 30 días | CM 60 días | F. Cal 30 días | F. Cal 60 días | VALOR F. TABLA 0.05 - 0.01 |
|-------------------|------------------|------------------|----|------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
| Tratamiento | 0,6 | 3,11 | 4 | 0,15 | 0,78 | 1,23 ns | 2,14 ns | 3.26 - 5.41 |
| Repetición | 0,48 | 2,52 | 3 | 0,16 | 0,84 | 1,33 | 2,3 | 3.49 - 5.95 |
| Error | 1,45 | 4,37 | 12 | 0,12 | 0,36 | | | |
| Total | 2,53 | 9,99 | 19 | | | | | |
| CV 30 días | | | | | | | | 4,37% |
| CV 60 días | | | | | | | | 4,93% |

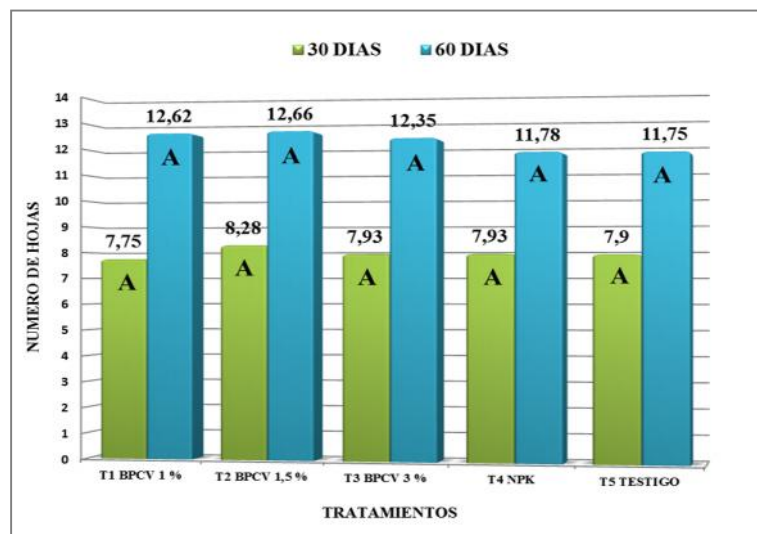


Grafico 3. Medias de los tratamientos en la variable número de hojas a los 30 y 60 días.

4. 1. 4 DIÁMETRO DEL BULBO A LA COSECHA

En el Cuadro 10 del ANDEVA, los resultados indican que, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de esta variable, observándose, un coeficiente de variación de 8,73 %.

Los resultados que se muestran en el Gráfico 4; se puede notar que, el Tratamiento 1 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1 %) obtuvo una media de 7,52 cm siendo la más alta para esta variable, mientras el diámetro más bajo fue para el Tratamiento 5 (Testigo) con una media de 6,68 cm.

El uso del inoculante mixto (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var. *Phosphaticum*) es corroborado por DIBUT *et al.* (2009) en un experimento basado en, la co-inoculación de bacterias, las cuales lograron una estimulación en el crecimiento y desarrollo en los cultivos de: tomate, zanahoria, lechuga y remolacha, entre el 9 y 53 %. Así mismo, DIBUT *et al.* (2010) en una evaluación fenológica en etapas intermedias del cultivo papa (40 días) inoculadas con *Rhizobium*, encontró que el diámetro del largo de la raíz, número de hojas y área foliar en comparación con las plantas no inoculadas, se incrementaron entre el 37

y 50 % al final del ciclo de cultivo y el diámetro del tallo de las plantas superó el 100 %, al igual que el número de tubérculos/planta.

Cuadro 10. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable diámetro del bulbo a la cosecha.

| F.V. | SC | GL | CM | F. Cal | VALOR F.TABLA |
|-------------|------|----|------|---------|--------------------|
| | | | | | 0.05 – 0.01 |
| Tratamiento | 0,24 | 4 | 0,51 | 1,32 ns | 3.26 – 5.41 |
| Repetición | 3,29 | 3 | 1,1 | 2,83 | 3.49 – 5.95 |
| Error | 4,64 | 12 | 0,39 | | |
| Total | 9,96 | 19 | | | |
| CV | | | | | 8,73% |

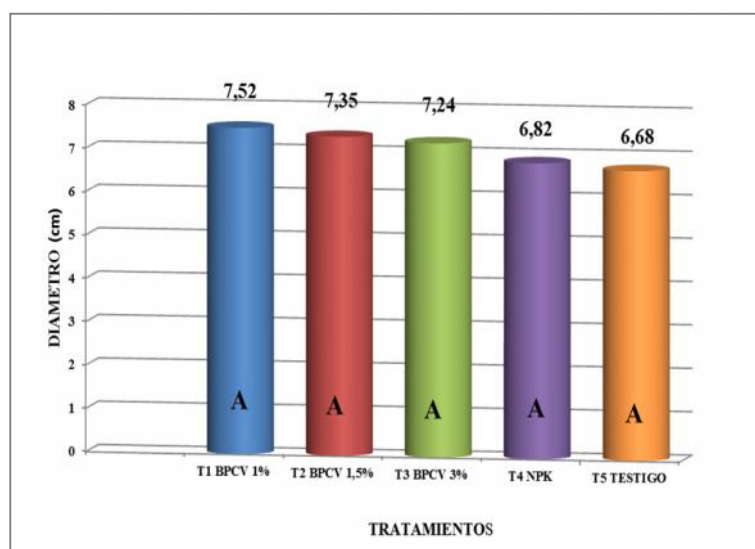


Gráfico 4. Media de los tratamientos en la variable diámetro de bulbo a la cosecha.

4. 1. 5 PESO DEL FRUTO PARA EL ANÁLISIS EN LABORATORIO

Los resultados del ANDEVA, en el Cuadro 11 indican marcadas diferencias estadísticas significativas al 1%, entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 10,07 %.

De la misma forma, en el Gráfico 5; resalta el Tratamiento 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %); con 178,72 g siendo la media más alta, mientras, los tratamientos

1 y 3, forman un solo grupo y estadísticamente son iguales; seguidos del tratamiento 4 (NPK) con una media de 128,91 g el cual, forma un grupo diferente. Así también, el testigo con una media de 105,63 g, en el peso del fruto, formo el grupo más bajo.

Lo obtenido en esta variable, posiblemente se deba a que, la bacteria al fijar el nitrógeno y solubilizar el fósforo en el suelo, estimularían el crecimiento radicular de la planta. Situación que se corrobora en las investigaciones realizadas por HERNÁNDEZ *et al.* (2011) quien reporta que la papa *Pap solanum tuberosum* alcanzó un rendimiento superior con la inoculación de *Rhizobium*, comparado en el cultivo de papa sin inocular, esto se debe a que esta clase de bacteria es promotora de crecimiento vegetal. De la misma forma, RÍOS *et al.* (2005) indican que en remolacha inoculada con *Gluconatobacter diazotrophicus*, se observaron incrementos de un 40% a 70% en el desarrollo del bulbo, al finalizar el ciclo de cultivo.

Cuadro 11. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos enla variable peso del fruto para el análisis en laboratorio.

| F.V | SC | GL | CM | F. Cal | VALOR F.TABLA 0.05 – 0.01 |
|-------------|----------|----|---------|---------|------------------------------|
| Tratamiento | 14305,27 | 4 | 3576,32 | 16,19** | 3.26 – 5.41 |
| Repetición | 523,37 | 3 | 174,46 | 0,79 | 3.49 – 5.95 |
| Error | 2651,22 | 12 | 220,93 | | |
| Total | 17479,85 | 19 | | | |
| CV | | | | | 10,07% |

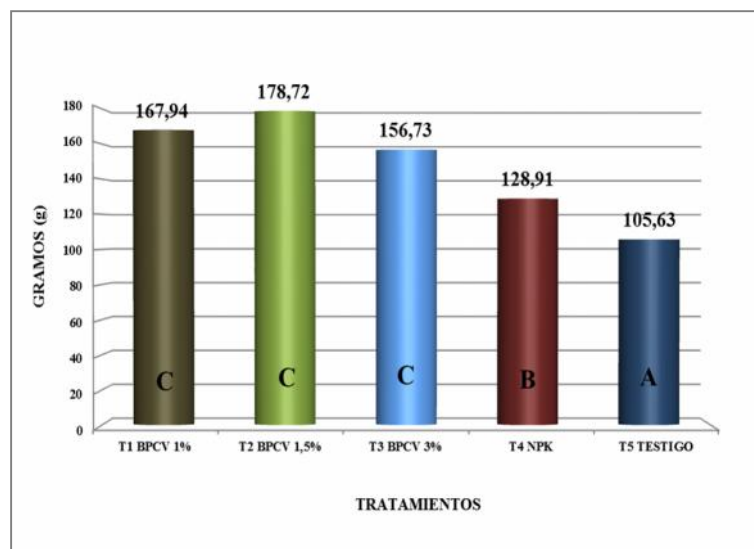


Grafico 5. Media de los tratamientos en la variable peso del fruto para el análisis en laboratorio.

4. 1. 6 ANÁLISIS DE GRADOS BRIX

En el Cuadro 12 del ANDEVA, se pueden notar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la variable analizada, con un coeficiente de variación de 17,81%.

Así mismo, los resultados en el Gráfico 6; indican que los Tratamientos 5 (Testigo), con valor de 13,33 grados Brix fue el más alto en esta variable, mientras que, el Tratamiento 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %) con valor de 10,93 grados Brix fue el más bajo.

Para, HUERTA *et al.* (2003) manifiestan resultados similares, debido a las investigaciones realizadas en caña de azúcar, quienes comprobaron mediante análisis químico que, las concentraciones de azúcares, es decir los grados Brix, se disminuyeron; cuando se inoculó con bacterias rizobianas y la misma fue de hasta el 17 % con respecto al Testigo sin inocular. Lo encontrado en esta variable se debe a que el inoculante bacteriano *Rhizobium* (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4) en

sus tres concentraciones tiene efecto en crecimiento y desarrollo de los bulbos, mas no en concentración de azúcar en el fruto.

Cuadro 12. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable análisis de grados Brix.

| F.V. | SC | GL | CM | F.CAL | VALOR F.TABLA 0.05 – 0.01 |
|-------------|-------|----|------|--------|------------------------------|
| Tratamiento | 21,85 | 4 | 5,46 | 1,13ns | 3.26 – 5.41 |
| Repetición | 15,31 | 3 | 5,1 | 1,05 | 3.49 – 5.95 |
| Error | 58,22 | 12 | 4,85 | | |
| Total | 95,38 | 19 | | | |
| CV | | | | | 17.81 |

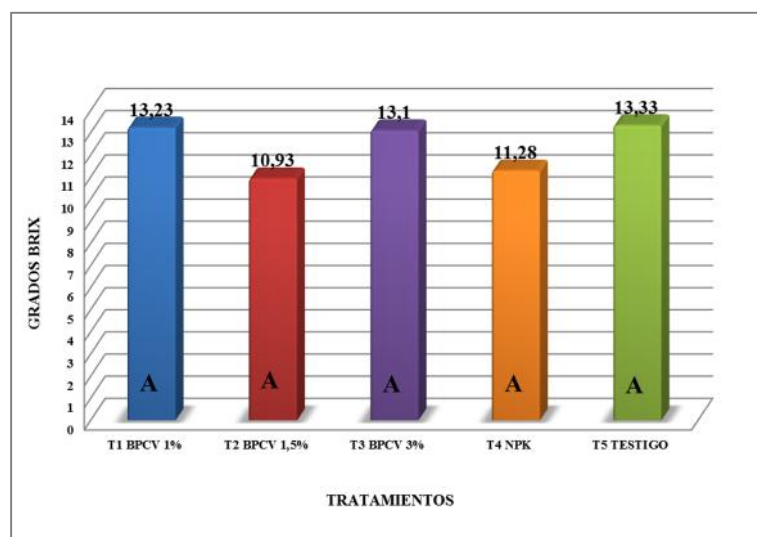


Grafico 6. Medias de los tratamientos en la variable análisis de grados Brix.

4. 1. 7 RENDIMIENTO t/ha.

En el Cuadro 13 del ANDEVA, se nota que se encontraron diferencias estadísticas significativas en esta variable, con un coeficiente de variación de 1,83 %.

Así también, en el Gráfico 7; se muestran que, los mejores resultados los obtuvieron los Tratamientos 2 (VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 1,5 %) y Tratamiento 1 (1%) con rendimiento de 57,94; 56,51t/ha, los mismos forman el

grupo más significativo estadísticamente, seguidos de los Tratamientos 4 (NPK) y Tratamiento 3 (3 %) con rendimientos de 51,14 y 51,09 t/ha, los que formaron otro grupo estadístico menos, siendo el Tratamiento 5 (Testigo) sin inocular, el más bajo con un rendimiento 49,09 t/ha, formando el último grupo estadísticamente.

Lo encontrado en esta variable, posiblemente se deba a la combinación de cepas de *Rhizobium*, como lo manifiestan SAHIN (2004), en investigaciones realizadas donde se demuestra que, las combinaciones de *Rhizobium*, *Azospirillum lipoferum* y *Basillus megaterium*, estimulan el crecimiento de la raíz y de las hojas en cultivos de remolacha. Según GUÍA DE HORTALIZAS Y VERDURAS. (2010), el promedio mundial es de 32,03 t/ha, mientras OLEAS (2012) en la siguiente investigación realizados en aclimatación de cultivo de remolacha de la variedad DETROIT en Ecuador obtuvo un rendimiento de 43,24 t/ha, comparados con los resultados obtenidos en la siguiente investigación se obtuvo un rendimiento de 57,94 t/ha superando los resultados anteriores.

Cuadro 13. Análisis de la varianza (ANDEVA) de los tratamientos en la variable rendimiento Tn/hectárea.

| F.V. | SC | GL | CM | F. Cal | VALOR F.TABLA 0.05 – 0.01 |
|-------------|--------|----|-------|---------|------------------------------|
| Tratamiento | 241,29 | 4 | 60,32 | 63,62** | 3.26 – 5.41 |
| Repetición | 3,11 | 3 | 1,04 | 1,09 | 3.49 – 5.95 |
| Error | 11,38 | 12 | 0,95 | | |
| Total | 255,77 | 19 | | | |
| CV | | | | | 1,83% |

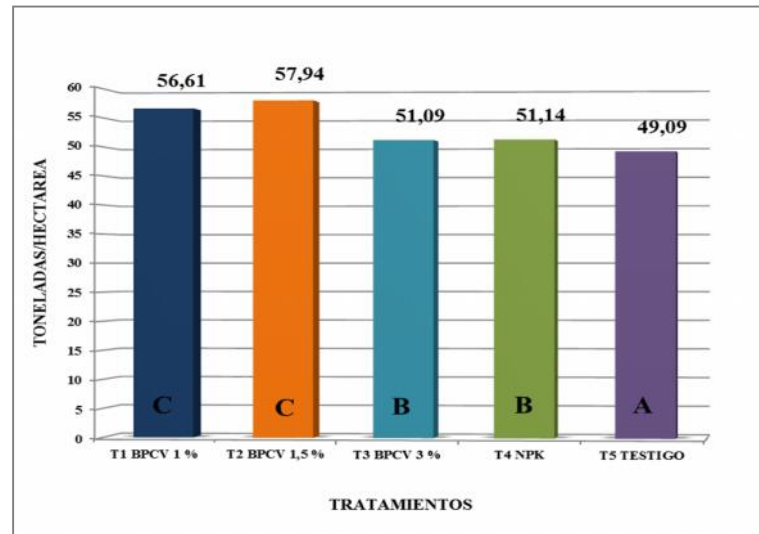


Grafico 7. Media de los tratamientos en la variable rendimiento t/ha.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las mejor dosis combinadas de la bacteria *Rhizobium* en la inoculación del cultivo de remolacha fue 3% para germinación de semilla, 1,5% para el crecimiento y desarrollo de la planta en campo.
- Se demostró efectividad de las bacterias nativas de *Rhizobium* como biofertilizante, al incrementar el peso del fruto y rendimiento del cultivo remolacha.

5.2 RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento con el mismo cultivo en otras zonas de producción de la provincia de Santa Elena.
- Emplear las cepas VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 como promotoras de crecimiento vegetal a partir de la germinación de la semilla en otros cultivos de interés.
- Se deben aislar en la provincia de Santa Elena, otras cepas de bacterias nativas de *Rhizobium*, para emplearlas como promotoras de crecimiento vegetal de los cultivos.
- Transferir los resultados de este estudio a los agricultores de la provincia de Santa Elena para reducir los costos de producción en los cultivos de interés comercial.

6. BIBLIOGRAFÍA

AFZAL M. 2010. Las interacciones planta-microorganismo para la remediación de hidrocarburos el suelo contaminaron. Tesis de Doctorado. Universidad de recursos naturales y Ciencias de la vida, Viena.

AFZAL M., YOUSAF S., REICHENAUER T G. y SESSITSCH A. 2012. El método de inoculación afecta a la colonización y el rendimiento de las cepas bacterianas inoculante en la Fitoremediación de suelos contaminados con petróleo diésel. Revista Internacional de fitoremediación, 14:35-47.

AHEMAD M. y KHAN M. 2010. Toxicidad comparativa de seleccionar insecticidas para plantas de guisante y promoción del crecimiento en respuesta a tolerantes a insecticidas y planta crecimiento promoviendo *Rhizobium leguminosarum*. Protección de cultivos. India. (29): 325– 329.

ARKHIPOVA T., VESELOV S., MELENTIEV A., MARTYNENKO E., KUDOYAROVA G., 2005. Capacidad de la bacteria *bacillus subtilis* producen citoquininas y de influir en el crecimiento y el contenido endógeno hormonal de las plantas de lechuga. Planta y suelo 272:201-209.

ARMENTA A., AIROLA V. y APODACA M. 2009. Selección de aislados nativos de *Bacillus subtilis* para la producción de plántulas de tomate en Sinaloa. Primer Simposio Internacional de Agricultura Ecológica. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México. 252-256 pp.

ANDRES J., ARSENE F., BARBE V., BROCHIER C., CLEISS J., COPPEE J Y., DILLIES M A., GEIST L., JOUBLIN A., KOECHLER S. y LASSALLE F. 2013. La vida en una mina de oro que contienen arsénico: genoma y fisiología de

la bacteria autótrofa oxidantes arsenito *Rhizobium sp* NT-26. *Biología Genómica y evolución*, 5: 934-953.

ASGROW S.A. 2002. Reporte agronómico. Investigación de hortalizas al servicio técnico Asgrow Seed Company S.A. Kalamazoo, Michigan, USA. p. 8.

ASHRAFUZZAMAN M., ISLAM M., ISMAIL M., SHAHIDULLAH S. y HANAFI M. 2009. Evaluación de seis variedades de arroz aromático para rendimiento y rendimiento aportando caracteres. *Int j Biol Agri* 11:616-620.

BACILIO M., AGUILAR S., VENTURA E., PÉREZ E., BOUQUELET E. y ZENTENO E. 2003. Caracterización química de exudados de raíces del arroz (*Oryza sativa*) y sus efectos sobre la respuesta quimiotáctica de endófitos bacterias. *Planta y el suelo* 249:271-277.

BARTA R. 2005. *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. Segunda edición. Prentice hall. Madrid, España. 676 p.

BASHAN Y. 2002. Protección de plántulas de tomate contra la infección por *Pseudomonas syringae pv.* Tomate mediante el uso de la planta promueve el crecimiento bacteria *Azospirillum brasilense*. *Microbiología aplicada y ambiental* 68:2637-2643.

BÉCQUER C. 2009. Descripción y clasificación de rizobios: enfoque historico, metodos y tendencias actuales. *Biología* Vol. 18, No.1, 2004. Cuba: Editorial Universitaria. Disponible en Biblioteca Virtual Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado, 10 de noviembre del 2014.

BIOFAG 2008. Red iberoamericana de fertilizantes biológicos para la agricultura y el medio ambiente. <http://www.biofag.org.ar>

BOIERO L., PERRIG D., MASCIARELLI O., PENNA C., CASSAN F. y LUNA V. 2007. Producción de fitohormonas por tres cepas de *Bradyrhizobium japonicum* y posibles implicaciones fisiológicas y tecnológicas. 74:874 Microbiología y biotecnología aplicada-880.

BURDMAN S., DULGUEROV A G., OKON Y. y JURKEVITCH E. 2001. Purificación de la proteína de membrana externa importante de *Azospirillum brasilense*, su afinidad con las raíces de plantas y su participación en la agregación celular. Phitopath americano. Soc 14:551-561.

CARRASCO O. 2001. Guía completa para el cultivo y cuidado de hortalizas. Pag. 71-73.

CANELLAS L P., DOBBSS L B., OLIVEIRA A L., CHAGAS J G., AGUIAR N O., RUMJANER V M., NOVOTHY E H., OLIVARES F L., SPACCINI R. y PICCOLO A. 2012. Cheminal propierties of humic mater as related to induction of plant lateral roots european journal of soil science, 63: 315-324.

CASTRO S., HERSCHOKOVITS Y., OKON Y. y JURKEVICH E. 2007 efectos de la inoculación en planta, crecimiento - promoción rizobacterias como microorganismos residente de la rizosfera. La microbiología de FEMS 276: 311-329.

CHEN Y., REKHA P., ARUNSHEN A., LAI W. y YOUNG C. 2006. Fosfato solubilización bacteria del suelo subtropical y su fosfato tricálcico solubilización habilidades. Appl. Suelo ECOL. 34: 33-41.

CRESPO L. y JULIO A. 2012. Identificación y caracterización de *Rhizobium* nativo para la producción de biofertilizante en la provincia de Santa Elena. Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Universidad Estatal Península de Santa Elena.

DAKORA F D. 2003. Definiendo nuevos roles para la planta y las moléculas de rizobios en planta única y mezclada las culturas leguminosas simbióticas que implican. *Phytol nuevo*. 158:39.

DIBUT A. 2009. Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible. Cuba: Editorial Universitaria. Disponible en Biblioteca Virtual Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado, el 24 de Febrero del 2015.

DIBUT B., MARTÍNEZ R., GARCÍA M., RÍOS Y., GARCÍA R., TEJEDA G., PLANA L., RODRÍGUEZ Y., FEY L., SOCA U. y MESA E. 2009. Introducción en la práctica agrícola de un nuevo biopreparado mixto para el beneficio de cultivos hortícolas de importancia económica. En *Memorias de la XII Jornada Científica por el 105 Aniversario de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas*. INIFAT, ISBN 978-959-282-086-9.

DIBUT B., MARTÍNEZ R., RÍOS Y., ORTEGA M., PLANAS L., RODRÍGUEZ J. y CANIZARES K. 2010. Contribución de rizobacterias fijadoras de dinitrógeno a la nutrición de cultivos económicos. En: *Caracterización y manejo de microorganismos rizosféricos*, Congreso Científico del INCA (17: 2010, nov 23-26, La Habana). *Memorias*. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

DOBBELAERE S., VANDERLEYDEN J. y OKON Y. 2003. Efectos de *Azospirillum* en la rizosfera para promover el crecimiento de la planta. *Planta SCI*. 22:107-149.

ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA. 1999. Producción Agrícola. Tomo II. Santa Fe, Co. p. 87.

ETESAMI H., HOSSEIN A., ABOLFAZL A., 2009. Evaluación de la capacidad de producción (IAA) de hormonas de crecimiento vegetal por cepas de rizobios

solis iraní y efectos de la aplicación de cepas superiores en índices de crecimiento de trigo. J. mundo appl SCI. 6 (11): 1576-1584.

ESTADÍSTICA DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAOSTAT. 2012. Actualizada: febrero de 2012, Fecha de consulta: Noviembre de 2013, Disponible en: faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

EL-TARABILY K A. 2008. Promoción de crecimiento de la planta de tomate (*lycopersicon esculentum mill.*) por la rizosfera competentes 1-aminociclopropano-1-carboxílico ácido produciendo desaminasa streptomycete actinomicetos. Planta del suelo. Emiratos Árabes Unidos. (308): 161-174.

FRANCO C. (2008). Evaluación de caracteres PGRP en actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Tesis doctoral. España. Universidad de Granada.

FRONTERA G. 2006. Biofertilización: Aspectos Productivos y Consecuencias en el manejo y conservación de la fertilidad del suelo. Nota Técnica Crinigan S.A. 2006. [Consultado: 28 septiembre/2009]. Disponible en: http://www.engormix.com/articulos_1059_AGR.htm.

GARCÍA DE SALAMONE I. y CASSAN F. 2010. Primer Taller Internacional sobre Rizosfera, Biodiversidad y Agricultura Sustentable. 21 y 22 de Octubre, SOMEVE, Buenos Aires, Argentina, DIMAYA-AAM.

GARCÍA P., CARRO L., ROBLEDO M., RAMÍREZ M., FLORES J., FERNÁNDEZ M., MATEOS P., RIVAS R., IGUAL J., MARTÍNEZ E., PEIX Á. y VELÁZQUEZ E. 2012. *Rhizobium* promueve crecimiento no-leguminosas y calidad en varias etapas de producción: hacia una biofertilización de comestibles

vegetales crudos saludables para los seres humanos. 7 PLOS ONE: e 38122. doi:10.1371/Journal.pone.0038122.

GALINDO T., POLANÍA J., SÁNCHEZ J., MORENO N., VANEGAS J. y HOLGUÍN G. 2006. Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrillus vulgaris* San Andrés Isla, Colombia. Acta Biológica Colombiana. 11(1):83-97.

GILES E., OLDROY G. y DOWNIE A. 2008. Coordinación de morfogénesis nódulo con rizobios infección en leguminosas. La revisión anual de la biología vegetal, 59: 519-546.

GUIA DE HORTALIZAS Y VERDURAS 2010. <http://verduras.consumer.es/documentos/intro.php> (consultado diciembre 2014)

GONZÁLEZ C., LÓPEZ M., AMÔRES E., MINNITI D., LUCAS P. y TOLEDO I. 2012. Conservación de datos: acto firme pérdida de datos de la investigación. Naturaleza 520, 436.

GLICK B R., CHENG Z., CZARNY J. y DUAN J. 2007. Promoción del crecimiento de las plantas por bacterias productoras de desaminasa de suelo ACC. Diario Europeo de la planta de patología 119:329-339.

HARDOIM P R., VAN OVERBEEK L S. y ELSAS D V. 2008. Propiedades de endófitos bacterianas y su papel propuesto en el crecimiento de las plantas. Tendencias en Microbiología 16:463-471.

HATZINGER P B. y ALEXANDER M. 1994. Relaciones entre los números de bacterias añadidos al suelo o semillas y su abundancia y distribución en la rizosfera de alfalfa. La planta del suelo 158:211-222.

HASAN H. 2002. Giberelina y auxina producción por planta raíz-hongos y su biosíntesis bajo salinidad – calcio interacción rostlinna vyroba. 101-106 (3).

HAYAT R., ALI S., AMARA U., KHALID R., y AHMED I. 2010. Bacterias beneficiosas y su papel en la promoción del crecimiento vegetal del suelo: una revisión. 60(4) Ann Microbiol: 579-598.

HERNÁNDEZ Y., CASTILLO O. y FLORES C. 2011. Uso de microorganismos benéficos (PGPR) para el control de bacterias fitopatógenas. XXII Congreso de la Sociedad Venezolana de Fitopatología. Resúmenes (012). Trujillo. Venezuela.

HERNÁNDEZ J., DE-BASHAN L., RODRÍGUEZ D., RODRÍGUEZ y BASHAN Y. 2009. Promoción del crecimiento de las microalga de agua dulce *Chlorella vulgaris* por la fijación de nitrógeno, la planta promueve el crecimiento bacteria *Bacillus pumilus* de suelos de zonas áridas. Europea. Diario de la biología del suelo. Bogotá, Colombia. (45): 88 – 93.

HUERTA M., ORTEGA L., LANDEROS C., FUCIKOVSKY L. y MARÍN M. 2003. Respuesta de 10 variedades de caña de azúcar a la escaldadura de la hoja [*xanthomonas albilineans (ashby) dowson*], en la región central costera de Veracruz agrociencia, vol. 37, núm. 5, pp. 511-519 colegio de postgraduados Texcoco, México.

HUREK T. y REINHOLD B. 2003. *Azoarcus sp.* cepa BH72 como modelo de endófitos fijadores de nitrógeno de hierba. Diario de biotecnología 106:169-178.

IGUAL J., VALVERDE A., CERVANTES E. y VELÁZQUEZ E. 2001. Solubilización de fosfato, bacterias como inoculantes para la agricultura: el uso de técnicas moleculares actualizadas en su estudio. Agronomie. 21:561-568.

IGLESIAS M., FOGAR M y CRACOGNA M. 2000. Utilización de inoculante mixto en trigo ensayo en campo. Comunicaciones científicas y tecnologías catedra UNNE, argentina 1-3 <http://www.unne.edu.ar/wed/cyt/cyt/.pdf>

IZAGUIRRE M., LABANDERAY C. y SANJUÁN J. 2009 Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial. Cuba: Editorial Universitaria. Disponible en Biblioteca Virtual Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado, 10 de Marzo del 2015.

JIMENEZ D R., VIRGEN C G., TABARES S F. y OLALDE P V. 2001. Bacterias Promotoras del Crecimiento de Plantas Agrobiotecnología. Avance y Perspectiva, 20: 395-400.

KHAN A G. 2005. Papel de los microbios del suelo en los rhizospheres de plantas que crecen en metales traza contaminado suelos en fitorremediación. J Trace Elem Med Biol; 18:355-364.

KRISHNAVENI M. 2010. Los estudios sobre fosfato solubilización Bacteria (PSB) en la rizosfera y suelos no-rizosfera en diversas variedades de mijo de cola de zorra International Journal of (1) agricultura y tecnología de la ciencia de alimentos: 23-39.

KUKLINSKY J., ARAÚJO W., MENDES R., GERALDI I., PIZZIRANI A. y AZEVEDO J. 2004. Aislamiento y caracterización de soja asociaban a las bacterias y su potencial para la promoción del crecimiento vegetal. Environ. Latinoamericana de investigación pediátrica. 6:1244-1251.

KYEI S., SLINKARD A E. y WALLEY F L. 2002. Evaluación de métodos de inoculación rizobial de garbanzo. Revista Agronomía, 94: 851-859.

LARA C., OVIEDO L. y BETANCUR C. 2011. Bacterias nativas con potencial en la producción de ácido indolacético para mejorar los pastos. *Zootecnia Trop.* 29 (2): 187-194.

LUGTENBERG B. y KAMILOVA F. 2009. Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal. *Annu. El reverendo Microbiol.*63:541-55.

MAGAP. 2006. Convenio MAGAP – IICA, Guía Tecnológica y de Posibilidades de Investigación de Cultivos Tradicionales, Ecuador.

MANTILLA M. 2007. Evaluación de la acción de un bioinoculante sobre un cultivo de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium var. yoko ono*) en periodo de enraizamiento. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

MANTELIN S. y TOURAINÉ B. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento de la planta y la disponibilidad de nitratos: impactos sobre la absorción de raíz desarrollo y nitrato. *J. Exp. Bot.* 55 27–34 10.1093.

MASSON C., GIRAUD E., PERRET X. y BATUT J. 2009. Establecer simbiosis fijadoras de nitrógeno con leguminosas: recetas de *Rhizobium*. *Trends Microbiol* 17:458-466.

NEWTON W. y FISHER K. 2002. Nitrogen Fixation – A General Overview in Nitrogen Fixation at the Millenium. G. Jeffery Leigh, Editor. Elsevier Publications. p. 1-34.

NELSON L M. 2004. Las rizobacterias (PGPR) de promover el crecimiento de la planta: las perspectivas de nuevos inoculantes. En línea. Crop Management, red de gestión de planta.

OLIVARES F L. 2007. Taxonomía, ecología y mecanismos implicados en la infección y de caña de azúcar (híbrido de *Saccharum sp.*) por las bacterias diazotróficas endófitos del género *Herbaspirillum* Import. Ecología. Tesis de Doctor en agronomía. UFRR.

PATTEN CH. y GLICK B. 2002. Papel de *Pseudomonas putida* ácido indolacético en el desarrollo de la planta de raíz sistema Host. Appl. Environ. Latinoamericana de investigación pediátrica. 68: 3795-3801.

PAREDES M. y ESPINOSA D. (2010). Ácidos orgánicos producidos por rizobacterias que solubilizan fosfato: una revisión crítica. Terra latinoamericana. 28(1): 61-70.

PÉREZ I M., URBIETA T I., MARAÑÓN T., ZAVALA MA. y KOBE R K. 2008. Semilla de retiro en dos especies coexisten roble: ecolo-ridad las consecuencias de la semilla del tamaño, cobertura vegetal y semillas-gota sincronización. Oikos 117:1386 – 1396.

PEÑA H B. y REYES I. 2007. Aislamiento y Evaluación de Bacterias Fijadoras de Nitrógeno y Disolventes de Fosfatos en la Promoción del crecimiento de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.). AUG 2007; 32 (8).

PUENTE M, GARCÍA, J y PERTICARI A 2015 en línea. Revisión del uso de *Azospirillum brasilense* como promotor del crecimiento en trigo y maíz en Argentina. Laboratorio, IMYZA, CNIA, INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina. Los Reseros y Las Cabañas s/n (1712), Castelar. e-mail: mpuente@cnia.inta.gov.ar

RÍOS Y., DIBUT B., FEY L., MARTÍNEZ R., AROZARENA N., LINO A. y ORTEGA M. (2005) Efecto del endófito *Gluconacetobacter diazotrophicus* sobre

el cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris*) var. Detroit. Agrotecnia de Cuba, 2005, vol. 1 y 2.

ROSENBLUETH M. y MARTÍNEZ E. 2006 bacteriana endófitos y sus interacciones con los anfitriones. Interacciones moleculares planta-microbio; 19:827-837.

SAHIN F., CAKMAKCI R. y KANTAR F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and soil. 265: 123-129.

SISTEMA DE INFORMACION Y GEOGRAFICA AGROPECUARIA. SIGAGRO. 2009. Estimación de la producción de remolacha. <http://www.sica.gov.ec/agro/docs/2004cuadro 2.htm>

SGROY V., CASSÁN F., MASCIARELLI O., DEL PAPA M F., LAGARES A. y LUNA V. 2009. Aislamiento y caracterización de endófitos (PGPB) promueve el crecimiento de plantas o bacterias-regulación de la homeostasis (PSHB) asociadas a la halófito *Prosopis strombulifera* estrés. 85:371 Microbiología y biotecnología aplicada-381.

SHAH J. 2009. Las plantas atacadas: señales sistémicas en defensa. Cur. Planta op. Biol 12:459-464.

SILVA L R., AZEVEDO J., PEREIRA M J., CARRO L., VELAZQUEZ E., PEIX A., VALENTÃO P. y ANDRADE P B. 2014. Inoculación de la desestabilización *capsicum annuum* L. con cepas de *Rhizobium*. 2. cambios en los compuestos volátiles, triterpenos, ácidos grasos y esteroides. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62: 565-573.

SOUCHIE J E., SAGGIN O J., SILVA M R., CAMPELLO E C., AZCON R. y BAREA J M. 2006. Comunidades de P-solubilización de bacterias, hongos y micorrizal arbusculares en los pastos de hierba y bosque secundario de Paraty. R J-Brasil 78:183-193.

TAE-SEOK AHN., HONG-GYU SONG., OK-SUN KIM., JAE-JUN YOO. y DONG-HUN LEE. 2007. Microbiol 2003. ; 41(4):271-276. Critical Rev Plants Scien2003; 22(2):107-149.

TORO M., BAZÓ I. y LÓPEZ M. 2008. Micorrizas arbusculares y bacterias promotoras de crecimiento vegetal, Biofertilizantes nativos de sistemas agrícolas bajo manejo conservacionista. Agronomía Trop. 58:215

VALVERDE A. y IGUAL J M. 2011. El género *Frankia*: el otro gran protagonista. In M Megías, R Rivilla, M J Soto, M J Delgado, E González, P F Mateos, M León, B Rodelas, E Bedmar, eds, Fundamentos y aplicaciones agroambientales de las interacciones beneficiosas plantas-microorganismos. (SEFIN), Granada, Spain, pp 283-295.

VESSEY K. 2003. Rizobacterias como biofertilizantes para promover el crecimiento de la planta. Planta y el suelo 255:571-586.

WWW.ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA/1999/HTML (consultado en línea 11/13/2014).

WWW.INFOAGRO.COM/REMOLACHA/2012/CULTIVO.HTML (Consultado en línea. 12/06/2014).

WWW. MANUAL AGROPECUARIO 2002/CULTIVO.HTML (Consultado en línea. 12/06/2014).

YAO L., WU Z., ZHENG Y., KALEEM I. y LI C. 2010. Promoción del crecimiento y protección contra el estrés salino por *Pseudomonas putida* Rs-198 sobre el algodón. Diario europeo de la biología del suelo. China. (46): 49-54.

YOUNG J M., KUYKENDALL L D., MARTÍNEZ E., KERR A. y SAWADA H. 2001. Revisión de *Rhizobium* Frank 1889, con una descripción emendada del género y la inclusión de todas las especies de *Agrobacterium* Conn 1942 y *Allorhizobium undicola*.

ZINNIEL D K. y LAMBRECHT P. 2002. Aislamiento y caracterización de bacterias colonizadoras endófitas de plantas de pradera y cultivos agronómicos. Microbiología Aplicada y ambiental, vol. 68, nº 5, pág. 2198-2208.

ANEXOS

Cuadro 1A. Presupuesto del cultivo de remolacha por hectárea

| Actividad | Unidad | Cantidad | Costo U | Costo T |
|---------------------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 Preparación de suelo | | | | |
| Arada y rastra | h/maq | 4 | 35,00 | 140,00 |
| Construcción de camas | h/maq | 12 | 35,00 | 450,00 |
| Estacas | 1 | 900 | 0,25 | 225,00 |
| 2 Equipos y herramientas | | | | |
| Azadón | 1 | 12 | 5,50 | 66,00 |
| Machetes | 1 | 6 | 5,00 | 30,00 |
| bomba de fumigar (mochila) | 1 | 3 | 23,00 | 69,00 |
| Bomba de fumigar (motor) | 1 | 2 | 340,00 | 680,00 |
| Sistema de riego | Jornal | 1 | 2.363,00 | 2.363,00 |
| Alquiler de vehículo | Chofer | 1 | 120,00 | 120,00 |
| 3 Materiales e insumos | | | | |
| Semillas | libras | 5 | 8,50 | 42,50 |
| Siembra en semillero | Jornal | 4 | 15,00 | 60,00 |
| Trasplante | Jornal | 30 | 15,00 | 450,00 |
| Control químico | Jornal | 12 | 15,00 | 180,00 |
| Control manual | Jornal | 6 | 15,00 | 90,00 |
| Control fitosanitario | Jornal | 8 | 15,00 | 120,00 |
| Riego | Días | 38 | 5,00 | 190,00 |
| Bio fertilización | Litro | 4 | 25,00 | 100,00 |
| Sulfato de amonio | Saco | 5 | 38,00 | 190,00 |
| MAP | Saco | 3 | 44,00 | 132,00 |
| muriato de potasio | Saco | 7 | 34,00 | 238,00 |
| Poliverdol | Litro | 3 | 14,60 | 43,80 |
| Calcio-Boro | Litro | 2 | 9,50 | 19,00 |
| Fitoraz | Kg | 4 | 13,50 | 54,00 |
| Prelude | 100 gr | 4 | 11,80 | 47,20 |
| Fipronil | Litro | 2 | 17,55 | 35,10 |
| Carbendazin | Litro | 1 | 23,50 | 23,50 |
| New - mectin | Litro | 3 | 27,00 | 171,00 |
| Acetamiprid | 100 gr | 4 | 9,75 | 39,00 |
| Cipermetrina | Litro | 2 | 11,00 | 22,00 |
| Análisis de laboratorio | | 2 | 35,00 | 70,00 |
| 4 Cosecha | jornal | 20 | 15,00 | 300,00 |
| Subtotal dólares (USA) | | | | 6.992,10 |
| 5 Imprevisto (5%) | | | | 349,61 |
| Total dólares (USA) | | | | 7.341,71 |

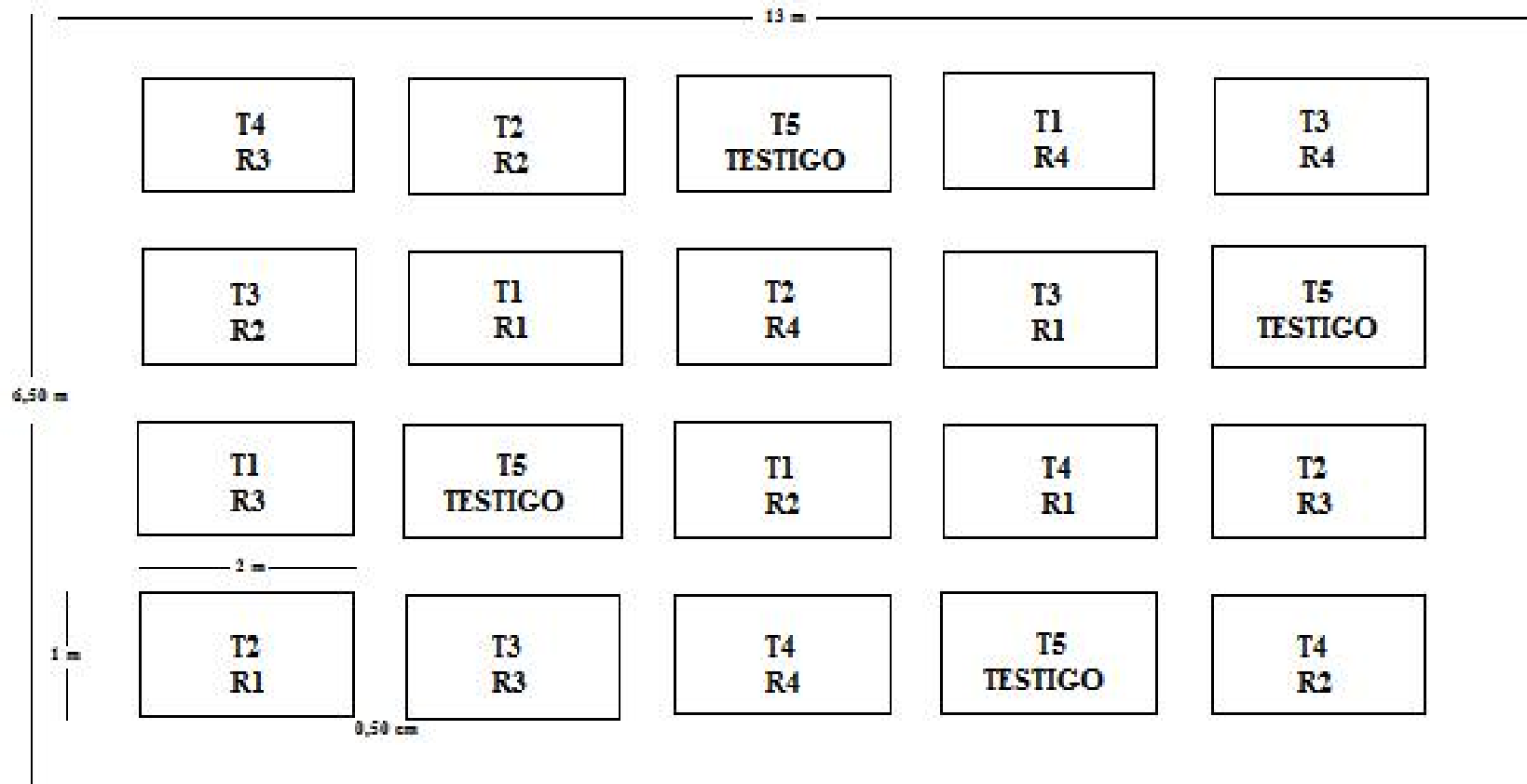
Cuadro 2A. Presupuesto del cultivo de remolachas inoculadas con bacterias e crecimiento vegetal por hectáreas.

| Actividad | Unidad | Cantidad | Costo U | Costo T |
|--------------------------------|---------------|-----------------|----------------|-------------------------------|
| 1 Preparación de suelo | | | | |
| Arada y rastra | h/maq | 4 | 35,00 | 140,00 |
| Construcción de camas | h/maq | 12 | 35,00 | 450,00 |
| Estacas | 1 | 900 | 0,25 | 225,00 |
| 2 | | | | |
| | | | | Equipos y herramientas |
| Azadón | 1 | 12 | 5,50 | 66,00 |
| Machetes | 1 | 6 | 5,00 | 30,00 |
| Bomba de fumigar (mochila) | 1 | 3 | 23,00 | 69,00 |
| Sistema de riego | Jornal | 1 | 2.363,00 | 2.363,00 |
| Alquiler de vehículo | Chofer | 1 | 120,00 | 120,00 |
| 3 | | | | |
| | | | | Materiales e insumos |
| Semillas | libras | 5 | 8,50 | 42,50 |
| Siembra en semillero | Jornal | 4 | 15,00 | 60,00 |
| Trasplante | Jornal | 30 | 15,00 | 450,00 |
| Control manual | Jornal | 15 | 15,00 | 225,00 |
| Cepas VAI-RV, FP-MG2 y FP-MG4 | Litro | 2 | 6,50 | 13,00 |
| Riego | Días | 38 | 5,00 | 190,00 |
| Análisis de laboratorio | | 2 | 35,00 | 70,00 |
| 4 Cosecha | jornal | 20 | 15,00 | 300,00 |
| Subtotal dólares (USA) | | | | 4.713,50 |
| 5 Imprevisto (5%) | | | | 235,68 |
| Total dólares (USA) | | | | 4.949,18 |

Cuadro3A. Cronograma de actividades

| Actividades | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | |
|---|---------|------|------|------|-----------|------|------|------|-----------|-------|-------|
| | S. 1 | S. 2 | S. 3 | S. 4 | S. 5 | S. 6 | S. 7 | S. 8 | S. 9 | S. 10 | S. 11 |
| 1.- Preparación de terreno (arado). | X | | | | | | | | | | |
| 2.- Elaboración de estacas y distribución de parcelas. | X | | | | | | | | | | |
| 3.- Construcción de camellones. | X | X | | | | | | | | | |
| 4.- Delineamiento del experimento. | | X | | | | | | | | | |
| 5.- Pesado e inoculación de semillas con BPCV nativas (FP-MG2, FP-MG4, VAI-RV). | X | | | | | | | | | | |
| 6.- Siembra en semilleros. | X | | | | | | | | | | |
| 7.- Trasplante. | | | X | | | | | | | | |
| 8.- Retrasplante. | | | | X | | | | | | | |
| 9.- Control de maleza. | | | | X | | X | | X | | | |
| 10.- Aplicación de Biofertilizante. | X | | X | | X | | X | | | | |
| 11.- Riego. | | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| 12.- Toma de medidas altura de planta. | | | | X | | | | X | | | |
| 13.- Conteo de números de hojas. | | | | X | | | | X | | | |
| 14.- Cosecha. | | | | | | | | | | X | |
| 15.- Medición de diámetro del fruto. | | | | | | | | | | X | |
| 16.- Análisis de grados brix. | | | | | | | | | | | X |
| 17.- Rendimiento de Kg/parcela y Kg/ hectárea. | | | | | | | | | | | X |

Cuadro 4A. Gráfico de unidades experimento



Cuadro 5A. Reporte de análisis de suelo I

| | |
|--|--|
|  INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS | ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Durán Tambo Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260 |
|--|--|

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| | | |
|--|--|--|
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SR. FAUSTINO ORRALA RAMOS Dirección : N/E Ciudad : ANCON - SANTA ELENA Teléfono : N/E Fax : N/E | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : SANTA ELENA Cantón : SANTA ELENA Parroquia : ANCON Ubicación : COMUNA PROSPERIDAD | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : VACIO N° Reporte : 7190 - 7191 Fecha de Muestreo : 03/02/2013 Fecha de Ingreso : 04/02/2013 Fecha de Salida : 21/02/2013 |
|--|--|--|

| N° Muestr. Laborat. | Datos del Lote | | pH | ppm | | meq/100ml | | | ppm | | | | | |
|---------------------|----------------|------|---------|------|------|-----------|--------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|
| | Identificación | Area | | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 33117 | MUESTRA - I | N/E | 8,0 LAI | 20 B | 36 A | 0,90 A | 13,8 A | 2,2 M | 39 A | 1,0 B | 4,9 A | 18 B | 0,8 B | 0,83 A |


| INTERPRETACION | | | | METODOLOGIA USADA | | EXTRACTANTES |
|---------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---|------------------------------|
| pH | | | | Elementos: de N a B | | |
| MAc = Muy Acido | LAe = Liger Acido | LAI = Lige. Alcalino | RC = Requiere Cal | B = Bajo | pH = Suelo: agua (1,2,3) | Ofsen Modificado |
| Ae = Acido | PN = Prac. Neutro | MeAl = Media. Alcalino | | M = Medio | N,P,B = Colorimetria | N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn |
| MeAc = Media. Acido | N = Neutro | Al = Alcalino | | A = Alto | S = Turbidimetria | Fosfato de Calcio Monobásico |
| | | | | | K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica | BS |

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

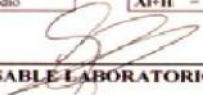
Cuadro 6A. Reporte de análisis de suelo II

| | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|----------------|--------|
|  <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small> | ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Durán Tambo Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260 | | | | | | | | | |
| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS | | | | | | | | | | |
| DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : SR.FAUSTINO ORRALA RAMOS Dirección : N/E Ciudad : ANCON - SANTA ELENA Teléfono : N/E Fax : N/E | DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : SANTA ELENA Cantón : SANTA ELENA Parroquia : ANCON Ubicación : COMUNA PROSPERIDAD | PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : VACIO N° de Reporte : 7190 - 7191 Fecha de Muestreo : 03/02/2013 Fecha de Ingreso : 04/02/2013 Fecha de Salida : 21/02/2013 | | | | | | | | |
| N° Muestr. Laborat. | meq/100ml Al+H Al Na | dS/m C.E. | (%) M.O. | Ca Mg Ca+Mg Mg K K | meq/100ml Σ Bases | (meq/l) ^{1/2} RAS | ppm Cl | Textura (%) Arena Limo Arcilla | Clase Textural | |
| 33117 | | | 4.6 M | 6.2 2.47 17.83 | 16.95 | | | | 40 34 26 | Franco |




| INTERPRETACION | | | |
|----------------|------------------|-----------------|-----------|
| Al+H, Al y Na | C.E. | | M.O. y Cl |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | B = Bajo |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | | | A = Alto |

| ABREVIATURAS |
|--------------------------------------|
| C.E. = Conductividad Eléctrica |
| M.O. = Materia Orgánica |
| RAS = Relación de Adsorción de Sodio |

| METODOLOGIA USADA |
|------------------------------------|
| C.E. = Conductímetro |
| M.O. = Titulación de Walkley Black |
| Al+H = Titulación con NaOH |

| | |
|---|---|
| _____ RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS |  _____ RESPONSABLE LABORATORIO |
|---|---|

Cuadro 7A. Reporte de análisis de agua

| | | | |
|---|--|--|----------------------|
|  INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias | ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Yaguachi - Ecuador Postal 09-01-7069 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 |  Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca | |
| RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS SERVICIO A PRODUCTORES | | | |
| PROPIETARIO: | SR. FAUSTINO ORRALA RAMOS | N° LABORATORIO: | 1115A - Fact. # 7190 |
| REMITENTE: | SR. LEONARDO BELTRAN MUÑOZ | F/MUESTREO: | 03/02/2013 |
| GRANJA/HCDA: | S/N | F/INGRESO: | 03/02/2013 |
| | | F/SALIDA: | 08/02/2013 |
| LOCALIZACIÓN: | ANCON - COMUNA PROSPERIDAD | CANTON | SANTA ELENA |
| | PARROQUIA | | PROVINCIA |
| IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: | MUESTRA - 1 | | |
| LUGAR DE MUESTREO: | AGUA DE POZO | | |
| EXAMEN FÍSICO: | | | |
| 1.- TEMPERATURA: | 25°C | | |
| 2.- C.E. a 25°C (us/cm) | 14.79 | | |
| 3.- pH. | 7.09 | | |
| EXAMEN QUÍMICO: | | | |
| CATIONES | (meq/l) | (%) | |
| Ca ⁺⁺ | 49.77 | | |
| Na ⁺ | 75.15 | | |
| Mg ⁺⁺ | 31.24 | | |
| K ⁺ | 0.54 | | |
| Mn ⁺⁺ | | | |
| Fe ⁺⁺ | | | |
| Suma | 156.68 | | |
| ANIONES | (meq/l) | (%) | |
| CO ₃ ⁼ | ND | | |
| CO ₃ H ⁻ | 1.41 | | |
| SO ₄ ⁼ | 76.00 | | |
| NO ₃ ⁻ | | | |
| B | | | |
| Cl ⁻ | 73.00 | | |
| Suma | 150.41 | | |
| EXAMEN QUÍMICO: | R.A.S: | 11.81 | |
| | P.S.I : | 13.91 | |
| | % Na: | 48.10 | |
| CLASE: | C6 S4 | | |
| INTERPRETACIÓN: | C6.- AGUAS DE SALINIDAD EXCESIVA. | | |
| | S4.- AGUAS DE MUY ALTO CONTENIDO DE SODIO. | | |
| |  Resp. Laboratorio. Dra. Gloria Carrera | | |

Cuadro 8A. Porcentaje de germinación de semillas.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 89 % | 100 % | 100 % | 100 % | 398 % | 99,5 % |
| Tratamiento 2 | 99 % | 100 % | 99 % | 100 % | 398 % | 99,5 % |
| Tratamiento 3 | 99 % | 100 % | 100 % | 100 % | 399 % | 99,75 % |
| Tratamiento 4 | 99 % | 99 % | 100 % | 100 % | 398 % | 99,5 % |
| Tratamiento 5 | 100 % | 98 % | 100 % | 99 % | 397 % | 99,25 % |

Cuadro 9A. Altura de planta a los 30 días.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 11,83 cm | 13,93 cm | 12,42 cm | 14,1 cm | 52,28 cm | 13,07 cm |
| Tratamiento 2 | 14,4 cm | 13,26 cm | 14,55 cm | 14,93 cm | 57,14 cm | 14,29 cm |
| Tratamiento 3 | 13,63 cm | 13,38 cm | 13,97 cm | 13,57 cm | 54,55 cm | 13,64 cm |
| Tratamiento 4 | 11,84 cm | 13,39 cm | 14,07 cm | 14,46 cm | 53,76 cm | 13,44 cm |
| Tratamiento 5 | 12,42 cm | 13,25 cm | 15,81 cm | 13,53 cm | 55,01 cm | 13,55 cm |

Cuadro 10A. Altura de planta a los 60 días.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 35,74 cm | 38,41 cm | 35,33 cm | 33,53 cm | 143,01 cm | 35,75 cm |
| Tratamiento 2 | 36,63 cm | 35,89 cm | 36,63 cm | 31,51 cm | 140,66 cm | 35,17 cm |
| Tratamiento 3 | 34,21 cm | 38,08 cm | 39,55 cm | 31,55 cm | 143,39 cm | 35,84 cm |
| Tratamiento 4 | 33,89 cm | 33,62 cm | 39,29 cm | 24,09 cm | 130,89 cm | 32,72 cm |
| Tratamiento 5 | 32,77 cm | 34,05 cm | 36,85 cm | 27,72 cm | 131,39 cm | 32,85 cm |

Cuadro 11A. Numero de hojas a los 30 días.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 7,9 hojas | 7,7 hojas | 7,4 hojas | 8 hojas | 31 hojas | 7,75 hojas |
| Tratamiento 2 | 8,1 hojas | 7,8 hojas | 8,7 hojas | 8,5 hojas | 33,1 hojas | 8,28 hojas |
| Tratamiento 3 | 7,8 hojas | 8,1 hojas | 7,7 hojas | 8,1 hojas | 31,7 hojas | 7,93 hojas |
| Tratamiento 4 | 7,5 hojas | 7,7 hojas | 8,2 hojas | 8,3 hojas | 31,7 hojas | 7,93 hojas |
| Tratamiento 5 | 7,7 hojas | 7,7 hojas | 8,6 hojas | 7,6 hojas | 31,6 hojas | 7,9 hojas |

Cuadro 12A. Numero de hojas a los 60 días.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 12,73 hojas | 13,27 hojas | 11,7 hojas | 12,8 hojas | 50,5 hojas | 12,62 hojas |
| Tratamiento 2 | 13,1 hojas | 13,2 hojas | 12,4 hojas | 11,9 hojas | 50,6 hojas | 12,66 hojas |
| Tratamiento 3 | 11,87 hojas | 12,93 hojas | 12,6 hojas | 12 hojas | 49,4 hojas | 12,35 hojas |
| Tratamiento 4 | 11,73 hojas | 11,93 hojas | 12,8 hojas | 10,67 hojas | 47,13 hojas | 11,78 hojas |
| Tratamiento 5 | 11,2 hojas | 12 hojas | 12,6 hojas | 11,2 hojas | 47 hojas | 11,75 hojas |

Cuadro 13A. Diámetro del bulbo (cm).

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 6,97 cm | 6,53 cm | 9,26 cm | 7,3 cm | 30,06 cm | 7,52 cm |
| Tratamiento 2 | 8,24 cm | 6,1 cm | 7,29 cm | 7,78 cm | 29,41 cm | 7,35 cm |
| Tratamiento 3 | 7,19 cm | 6,97 cm | 7,61 cm | 7,2 cm | 28,97 cm | 7,24 cm |
| Tratamiento 4 | 6,63 cm | 6,77 cm | 7,47 cm | 6,39 cm | 27,26 cm | 6,82 cm |
| Tratamiento 5 | 6,66 cm | 6,36 cm | 6,83 cm | 6,88 cm | 26,73 cm | 6,68 cm |

Cuadro 14A. Peso del fruto (gr).

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 163,23 gr | 152,2 gr | 194,2 gr | 162,12 gr | 671,75 gr | 167,94 gr |
| Tratamiento 2 | 170,15 gr | 190,7 gr | 190,42 gr | 163,61 gr | 714,88 gr | 178,72 gr |
| Tratamiento 3 | 170,23 gr | 150,62 gr | 143,42 gr | 162,63 gr | 626,9 gr | 156,73 gr |
| Tratamiento 4 | 120,34 gr | 154,35 gr | 130,43 gr | 110,5 gr | 515,62 gr | 128,91 gr |
| Tratamiento 5 | 110,24 gr | 100,45 gr | 111,27 gr | 100,56 gr | 422,52 gr | 105,63 gr |

Cuadro 15A. Análisis de grados Brix.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 14,8 °Bx | 12,1 °Bx | 11 °Bx | 15 °Bx | 52,9 °Bx | 13,23 °Bx |
| Tratamiento 2 | 12,9 °Bx | 14 °Bx | 8,7 °Bx | 8,1 °Bx | 43,7 °Bx | 10,93 °Bx |
| Tratamiento 3 | 14 °Bx | 10 °Bx | 14,5 °Bx | 13,9 °Bx | 52,4 °Bx | 13,1 °Bx |
| Tratamiento 4 | 10,1 °Bx | 13,9 °Bx | 10 °Bx | 11,1 °Bx | 45,1 °Bx | 11,28 °Bx |
| Tratamiento 5 | 13,7 °Bx | 15,1 °Bx | 10,4 °Bx | 14,1 °Bx | 53,3 °Bx | 13,33 °Bx |

Cuadro 16A. Rendimiento de parcela (kg).

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 17,15 kg | 16,38 kg | 17,55 kg | 17,81 kg | 68,89 kg | 17,22 kg |
| Tratamiento 2 | 17,86 kg | 17,55 kg | 17,40 kg | 17,42 kg | 70,23 kg | 17,56 kg |
| Tratamiento 3 | 15,42 kg | 15,54 kg | 15,54 kg | 15,43 kg | 61,93 kg | 15,48 kg |
| Tratamiento 4 | 15,65 kg | 15,44 kg | 15,44 kg | 15,46 kg | 61,99 kg | 15,50 kg |
| Tratamiento 5 | 14,77 kg | 14,73 kg | 14,78 kg | 15,13 kg | 59,41 kg | 14,85 kg |

Cuadro 17A. Rendimiento t/ha.

| Tratamientos | Repetición | | | | Suma | Promedio |
|---------------|------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Tratamiento 1 | 56,6 t | 54,05 t | 57,02 t | 58,77 t | 226,44 t | 56,61 t |
| Tratamiento 2 | 58,94 t | 57,92 t | 57,42 t | 57,49 t | 231,77 t | 57,94 t |
| Tratamiento 3 | 50,89 t | 51,28 t | 51,28 t | 50,92 t | 204,37 t | 51,09 t |
| Tratamiento 4 | 51,65 t | 50,95 t | 50,95 t | 51,02 t | 204,57 t | 51,14 t |
| Tratamiento 5 | 48,74 t | 48,61 t | 48,77 t | 49,93 t | 147,28 t | 49,09 t |



Figura 1A. Reproducción de cepas de *Rhizobium* (FPM-G2, FPM-G4 y VAI-RV)



Figuras 2A. Medición de Biofertilizantes en porcentajes: 1 %, 1.5 %, 3 %.



Figura 3A. Semillero de remolacha



Figura 4A. Construcción de camas



Figuras 5A. Cultivo de remolacha



Figura 6A. Inoculación de cultivo



Figura 7A. Pesado de fruto



Figuras 8A. Análisis de grados Brix en laboratorio