

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SUELOS**



**“INOCULACIÓN DE BACTERIAS ENDÓFITAS EN PALTO**

**(*Persea americana* Mill) cv. ZUTANO EN VIVERO,**

**TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

**Presentada por:**

**LOURDES MARIBEL GUTIÉRREZ RICO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE**

**MAGISTER SCIENTIAE EN SUELOS**

**Lima –Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SUELOS**

**“INOCULACIÓN DE BACTERIAS ENDÓFITAS EN PALTO  
(*Persea americana* Mill) VAR. ZUTANO EN VIVERO,  
TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

**Presentada por:**

**LOURDES MARIBEL GUTIÉRREZ RICO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN SUELOS**

M.Sc. Andrés Casas Díaz

**PRESIDENTE**

Dr. Oscar Loli Figueroa

**PATROCINADOR**

M.Sc. Luis Tomassini Vidal

**MIEMBRO**

Ph.D. Sady García Bendezú

**MIEMBRO**



## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su apoyo incondicional en la  
realización de mis objetivos profesionales

## **AGRADECIMIENTO**

Mi especial agradecimiento al Laboratorio de Suelos y Plantas de la Escuela de Agronomía, Universidad de Trujillo, dirigido por el Ing. Julio Zavaleta Armas, por permitirme ser parte de sus proyectos de investigación y brindarme su apoyo y asesoría en el presente trabajo de tesis.

A mi patrocinador, Dr. Oscar Loli Figueroa, por su asesoría constante para lograr este objetivo profesional.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	El palto .....	3
2.2.	Microorganismos endófitos y su relación con las plantas.....	4
2.3.	Bacterias endófitas y su acción en las plantas.....	5
2.4.	Inoculación de bacterias endófitas.....	8
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1.	Resultados de evaluaciones biométricas.....	19
4.2.	Resultado de evaluación de materia seca .....	22
4.3.	Extracción de Fósforo .....	24
4.4.	Extracción de Zinc .....	25
V.	CONCLUSIONES.....	29
VI.	RECOMENDACIONES.....	30
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
VIII.	ANEXOS .....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Longitud de planta (cm) por bloque experimental al inicio de la experimentación....	12
Cuadro 2: Tratamientos en estudio.....	13
Cuadro 3. Longitud de planta (cm) por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.....	19
Cuadro 4. Diámetro de tallo (mm) por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.....	20
Cuadro 5. Número de hojas por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis de tratamientos en estudios y distribución de bloques completos al azar.....	16
Figura 2. Suspensión de bacterias endófitas utilizadas en la experimentación.....	18
Figura 3. Suspensión conteniendo bacterias endófitas por tratamiento.....	18
Figura 4. Aplicación de suspensión de bacterias endófitas utilizada por unidad experimental (50 ml).....	18
Figura 5. Acumulación de área foliar en plántones de palto.....	22
Figura 6. Distribución de materia seca (g/planta) en hojas, tallo, raíz y semilla de plántones de palto.....	23
Figura 7. Muestreo destructivo de plántones de palto para determinación de materia seca. Parte 1.....	23
Figura 8. Muestreo destructivo de plántones de palto para la determinación de materia seca. Parte 2.....	23
Figura 9. Crecimiento radicular de los tratamientos en estudio.....	24
Figura 10. Extracción de fósforo (g/planta) en plántones de palto.....	25
Figura 11. Extracción de zinc (g/planta) en plántones de palto.....	26



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Longitud de planta inicial para bloqueo experimental.....	36
ANEXO 2. Evaluación de longitud de planta (cm).....	37
ANEXO 3. Evaluación diámetro de tallo (mm).....	38
ANEXO 4. Evaluación número de hojas.....	39
ANEXO 5. Evaluación de materia seca (g/planta).....	40
ANEXO 6. Evaluación área foliar (dm <sup>2</sup> ).....	41
ANEXO 7. Extracción de fósforo (mg/100 g planta).....	41
ANEXO 8. Extracción de Zinc (mg/100 g planta).....	41
ANEXO 9. Análisis de varianza. Longitud de planta para bloqueo de experimento (cm).....	42
ANEXO 10. Análisis de varianza Longitud de planta (cm) Evaluación 1.....	43
ANEXO 11. Longitud de planta (cm) Evaluación 2 .....	44
ANEXO 12. Análisis de varianza. Longitud de planta (cm) tercera evaluación....	45
ANEXO 13. Longitud de planta (cm) Cuarta evaluación .....	46
ANEXO 14. Ajuste del modelo R <sup>2</sup> . Longitud de planta (cm).....	47
ANEXO 15. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 1.....	48
ANEXO 16. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 2.....	49
ANEXO 17. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 3.....	50
ANEXO 18. Análisis de varianza. Diámetro de tallo (mm). Evaluación 4.....	51
ANEXO 19. Prueba de Duncan y Tukey. Parámetro diámetro de tallo (mm).....	52
ANEXO 20. Ajuste del modelo R <sup>2</sup> . Diámetro de tallo (mm).....	53
ANEXO 21. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 1.....	54
ANEXO 22. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 2.....	55
ANEXO 23. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 3.....	56
ANEXO 24. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 4.....	57
ANEXO 25. Ajuste del modelo R <sup>2</sup> . Número de hojas (mm).....	58
ANEXO 26. Análisis de varianza Materia seca hojas. Evaluación 1.....	59
ANEXO 27. Análisis de varianza materia seca tallo. ....	60
ANEXO 28. Análisis de varianza materia seca raíz. ....	61
ANEXO 29. Análisis de varianza materia seca semilla. ....	62
ANEXO 30. Análisis de varianza materia seca completa. ....	63

ANEXO 31. Ajuste del modelo $R^2$ . Materia seca.....	64
ANEXO 32. Análisis de varianza área foliar.....	65
ANEXO 33. Ajuste del modelo $R^2$ . Área foliar.....	66
ANEXO 34. Análisis de varianza extracción de fósforo.....	67
ANEXO 35. Ajuste del modelo $R^2$ . Extracción de fósforo.....	68
ANEXO 36. Análisis de varianza extracción de zinc.....	69
ANEXO 37. Ajuste del modelo $R^2$ . Extracción de Zinc.....	70

## RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, Departamento La Libertad. Los objetivos fueron determinar la respuesta de inoculación de bacterias endófitas sobre los parámetros biométricos, materia seca, y extracción de fósforo y zinc; asimismo se analizó la importancia de la presencia de bacterias endófitas en la producción del cultivo de palto cv. Zutano bajo condiciones de vivero.

La instalación del experimento se realizó de acuerdo al manejo comercial de la empresa Viveros Génesis S.A., seleccionando plantas de la variedad Zutano de diez días después de trasplante y empleando el diseño de bloques completos al azar.

Los tratamientos en estudio fueron seis: cinco tipos de bacterias endófitas y un testigo absoluto, teniendo veinte unidades experimentales por tratamiento. Las bacterias endófitas seleccionadas fueron de los géneros: *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1573, *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1574, *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1911, *Klebsiella* sp. LASFBP 086, *Pantoea* sp. LASFBP 034.

Se realizaron tres inoculaciones en periodos de quince días a partir de la instalación del experimento. Las inoculaciones contenían un aproximado de  $4 \times 10^8$  cel.ml<sup>-1</sup>, y se aplicaron en un volumen de suspensión de 50 ml alrededor del cuello de planta. Se tomaron datos biométricos como longitud, de planta, diámetro de tallo, número de hojas. Al finalizar la fase experimental, se procedió a determinar área foliar, materia seca y análisis de fósforo y zinc.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, indicaron que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, en los parámetros evaluados: biometría, materia seca, fósforo, zinc. No se evidenció actividad de las bacterias endófitas en las plantas de Zutano.

Este trabajo es de utilidad para continuar con nuevas investigaciones sobre la actividad de bacterias endófitas en el cultivo de palto.

**Palabras clave:** bacteria endófitas, biometría, portainjerto, inoculación.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Huanchaco District, Trujillo Province, La Libertad Department. The objectives were to determine the inoculation of endophytic bacteria in biometric parameters, dry matter and extraction of phosphorus and zinc. In addition were analyzed the presence of endophytic bacterias in the production of the avocado Zutano under nursery conditions.

The installation of the experiment was carried out according to the commercial management of the company Viveros Genesis S.A.C. selecting transplant of the avocado Zutano of the same age and using the design of blocks at random.

The treatments under study were six, taking 20 experimental units per treatment. The selected endophytic bacteria were: *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1573, *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1574, *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1911, *Klebsiella sp.* LASFBP 086, *Pantoea sp.* LASFBP 034.

Three inoculations were made in periods of fifteen days from the installation of the experiment the inoculations contained an approximate of  $4 \times 10^8$  cel.ml<sup>-1</sup> and they were applied in a suspension volume of 50 ml around the base of the plants.

Biometric data was taken as plant length, stem diameter, number of leaves. At the end of the experimental phase, we proceeded to determine leaf area, dry matter and foliar analysis of phosphorus and zinc.

The results obtained in the present investigation, indicated that there are no significant differences between the treatments in study in the evaluated parameters: biometry, dry matter, phosphorus, zinc. No activity of the endophytic bacteria was evidenced in the Zutano plants. This work is useful to continue with new research on the activity of bacteria in avocado cultivation.

**Keywords:** endophytic bacteria, biometry, graft, inoculation.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la producción de palto en el Perú se ha incrementado tanto en área como en cantidad producida, pues permite generar importantes ingresos económicos para los productores independientes y del sector agroindustrial, posicionándose en los primeros lugares, respecto al rendimiento y rentabilidad de esta fruta en el país. En el año 2016, de acuerdo a cifras citadas por el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), se ha exportado 194' 390, 140 kilogramos de palta Hass, cuyo principal destino es Europa (Holanda, España como los países principales de consumo), lo cual representa el 11 por ciento de crecimiento anual respecto al año 2015.

Al incrementarse el área de cultivo y los rendimientos, surge la exigencia de optimizar los procesos técnicos para asegurar las proyecciones de rendimiento anual, esto ha generado que el productor considere nuevas estrategias y/o alternativas de manejo de cultivo de acuerdo a los estándares de calidad que exigen los consumidores.

En estas exigencias se consideran cultivares que deben exportarse que son reducidas en número debido a las exigencias que involucra su producción, así como su exportación. El cultivar de exportación en nuestro país es la Hass, la cual requiere de condiciones específicas para su crecimiento y producción. Entre los portainjertos que demanda el cultivar, se cuenta con diversas especies rústicas que compatibilizan positivamente con las características aprovechadas para la producción de Hass.

Un problema encontrado en el cultivo del palto es el relacionado con un plan adecuado de nutrición que se diseñe a través de la necesidad del cultivo y tenga como principal objetivo, abastecer de nutrientes a la planta en la cantidad y tiempo oportuno, de acuerdo con las características edafo climáticas que se pueden presentar en las zonas de producción.

Como parte de nuevas estrategias en favor de mejorar condiciones en el manejo, surge la posibilidad de establecer métodos de respuesta a corto plazo, cuyo origen permita una buena relación entre los sistemas de producción intensivos y los recursos provenientes de su ecosistema. Teniendo en cuenta esta relación, se plantea el presente trabajo experimental, en el cual se presenta la alternativa del uso de bacterias endófitas a nivel de portainjerto, que generen respuesta a la solubilización de elementos esenciales en las plantas de palto como fósforo y zinc, logrando una mejor eficiencia en la absorción de los mismos en el momento oportuno.

Se debe considerar que el empleo de bacterias endófitas se ha investigado en diferentes cultivos de interés económico, obteniéndose resultados positivos en la extracción de algunos elementos esenciales como nitrógeno, fósforo, zinc y su intervención en la producción de hormonas de crecimiento como ácido indol acético; es por ello que determinar el grado de influencia a través de indicadores de crecimiento y extracción de nutrientes, puede ser un punto de partida importante para generar nuevas propuestas que podrían considerarse en el plan de manejo nutricional en palto, bajo el esquema de conservación y equilibrio del ecosistema en el cual se realiza la producción agrícola. Es en base a estas consideraciones que esta investigación busca generar nuevos conocimientos relacionados con la inoculación de bacterias endófitas y la respuesta que puede obtenerse a nivel de un portainjerto de palto.

La presente investigación es de interés para aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes por las plantas del palto, la misma que permitiría un mejor rendimiento, con ello se daría un paso importante en las investigaciones relacionadas con la eficiencia en la absorción de nutrientes efectuadas por instituciones dedicadas a la investigación agronómica como es el caso de universidades e institutos, así como para las empresas y asociaciones del rubro de la agroexportación; es por ello que cuenta con la disponibilidad de profesionales del área en mención y el apoyo de la empresa privada para la realización de la fase experimental a nivel comercial.

El presente trabajo plantea la hipótesis que la inoculación de bacterias endófitas, influencia en las características biométricas y solubilidad de fósforo y zinc, en palto cv Zutano a nivel de vivero.

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- Determinar la respuesta de inoculación de bacterias endófitas en los parámetros biométricos, materia seca, y extracción de fósforo y zinc en el cultivo palto cv. Zutano, bajo condiciones de vivero.
- Analizar la importancia de la presencia de bacterias endófitas en el crecimiento y nivel nutricional de palto cv. Zutano bajo condiciones de vivero.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El palto

El palto (*Persea americana* Mill.), es una especie arbórea originaria de una amplia zona geográfica, que se extiende desde las sierras centrales y orientales de México y Guatemala, hasta la costa pacífica de Centro América, y su distribución natural llega hasta el norte de Perú. Actualmente se cultiva en el mundo bajo diferentes condiciones ambientales, los extremos climáticos varían desde zonas desérticas en Israel y sur de California, tierras altas subtropicales y bosques húmedos tropicales como en centro América, hasta regiones de Sur África y Australia sometidas a condiciones de niebla (Whiley et al. 2007).

Los cultivares de palto se clasifican en tres razas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, dentro de las características mas relevantes en estas razas, se encuentran la diferencia de adaptabilidad respecto a condiciones ambientales, en altura y temperatura, y poseen características identificables (Whiley et al. 2007).

El Perú es el segundo exportador de palta a nivel mundial, con 12 por ciento del volumen total exportado en el 2013. El principal exportador es México que concentra el 47 por ciento de los envíos de palta en el mundo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Perú se encuentra entre los 20 países con mayor rendimiento en producción de paltas del mundo con 10.8 t/ha, superando a sus principales competidores México (10.1) y Chile (4.3). Lideran el ranking, Samoa (29.8), Marruecos (26.3) y República Dominicana (25.9) (Diario Gestión 2014).

De acuerdo a las Direcciones Regionales de Agricultura, las principales zonas de producción en el Perú, se encuentran en los departamentos de La Libertad, Ancash, Lima e Ica. Las cifras de producción han ido en aumento año tras año: en el 2010 se produjo 35, 355 t/ha, llegando en el 2016 a 65, 537 t/ha, es decir, se tiene un aumento aproximadamente del 50 por ciento de producción nacional para exportación (Koo 2017).

Cabe señalar que, en el país se puede producir palta durante todo el año, sin embargo, el grueso de la producción estacional se concentra entre los meses de abril y julio (Ministerio de Agricultura y Riego 2017).

## **2.2. Microorganismos endófitos y su relación con las plantas**

Debido a la exigencia en el sistema productivo de palto, es importante considerar nuevas estrategias que puedan asegurar una exitosa producción y que a la vez estén acordes con el cuidado del ecosistema. Entre nuevas alternativas se puede citar investigaciones desarrolladas en diversos cultivos respecto a uso de microorganismos endófitos, éstos comprenden a hongos y bacterias que viven dentro de células vegetales en gran parte de su ciclo de vida (Quispel 1992).

Se ha identificado que los microorganismos endófitos se pueden localizar en tejidos intra o intercelulares, así como en el tejido vascular (Reinhold-Huker y Hurek 1998).

La diversidad de plantas superiores está sobre las 500,000 especies, por lo cual se puede afirmar la presencia de una amplia diversidad de microorganismos endófitos (Quispel 1992) que pueden ser empleados como alternativa en el paquete tecnológico de cultivos de importancia económica.

Especies de bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Erwinia* y *Xanthomonas*, se han reportado como especies endófitas en diversos tipos de plantas (Quispel 1992).

En la zona rizosférica, se puede encontrar diversidad de bacterias que podrían competir con bacterias endófitas, sin embargo, debido a que estas últimas se encuentran dentro de la planta, poseen una protección frente a ello (James, 2000). Asimismo, la ubicación de estas bacterias permite una interacción directa con las especies vegetales hospederas y probablemente se presente una respuesta en corto tiempo al interactuar con procesos fisiológicos en los tejidos de las plantas (Reinhold-Huker y Hurek 1998).

Entre los procesos fisiológicos en los que se ha reportado actividad de bacterias endófitas, destaca la acción protectora frente a especies patógenas, produciendo efectos antagónicos



debido a la producción de sustancias que inhiben el crecimiento de patógenos (Muthukumarasamy et al. 2000).

Asimismo se ha identificado su relación con la producción de fitohormonas como el ácido indol acético permitiendo el incremento de volumen radicular, y por ende, una mayor absorción de nutrientes (Okon y Labandera-González 1994).

Debido a las condiciones de baja tasa de difusión de oxígeno en el interior de la planta y alto contenido en fuentes de carbono, es posible la fijación biológica de nitrógeno, por lo cual las bacterias diazótrofes endófitas podrían fijar nitrógeno y liberarlo directamente hacia la planta hospedera. (James y Olivares 2000). Mediante diferentes experimentaciones en las cuales se han utilizado diversas metodologías para determinar el balance de nitrógeno, ha sido demostrado que especies gramíneas de importancia económica como arroz, caña de azúcar tienen altos índices de fijación biológica de nitrógeno, lo cual ha sido de interés para determinar esta fijación en especies no leguminosas. Entre las especies reportadas se encuentran los géneros: *Gluconacetobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *enterobacter*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella* y *Burkholderia* (Boddey et al. 1995).

### **2.3. Bacterias endófitas y su acción en las plantas**

Las bacterias pueden asociarse de manera permanente a las plantas como patogénicas, endófitas simbióticas y antagónicas. Las bacterias que se encuentran asociadas a las plantas tienen la característica de intercambiar señales con el hospedero y pueden presentar diferentes mecanismos de adaptación y colonización (Preston et al. 1998).

Las primeras evidencias respecto a microorganismos endófitos y plantas, se dio en tejidos y hojas fosilizadas, con lo cual es probable que se hayan originado junto con las primeras especies de plantas (Huawei et al. 2006) y posiblemente algunos géneros han adquirido a través del tiempo un sistema genético capaz de transferir información de la planta hospedera hasta ellos o viceversa, con lo cual su adaptabilidad a diferentes ambientes y plantas hospederas está asegurada (Tsavkelova et al. 2007).

Las bacterias endófitas se localizan por lo general en espacios intercelulares y no generan sintomatología de enfermedad en las plantas (Bacon y White 2000). El ingreso a la planta

posiblemente ocurre a través de los estomas, áreas de emergencia de raíces laterales o heridas y viven como endófitas en tallos, hojas, tubérculos y otros órganos. Debido a ello las bacterias producen enzimas hidrolíticas capaces de degradar la pared de las células vegetales (Macculley 2002).

La densidad poblacional de las bacterias endófitas está sujeta a diferentes factores, como: la especie de bacteria, genotipo de la planta huésped, la fenología de la planta, la densidad del inóculo y las condiciones ambientales (Pillay y Norwark 1997).

Entre las funciones fisiológicas a las cuales se ha relacionado a bacterias endófitas y plantas, los estudios moleculares indican una acción directa sobre fitopatógenos, remoción de contaminantes, solubilización de fosfatos y asimilación biológica del nitrógeno (Rosenblueth y Martínez – Romero 2006).

Entre los géneros de bacterias endófitas, se puede citar como modelo pionero a la bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus*, la cual en las primeras investigaciones se observó en variedades de caña de azúcar, determinándose su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en presencia de nitratos (Cavalacante y Döbereiner 1988). El potencial agrobiotecnológico se amplió cuando se demostró que *G. diazotrophicus* tenía la capacidad de excretar el 50 por ciento de nitrógeno fijado (Cojho et al. 1993), así como de producir diversas auxinas como ácido indol acético y citocininas, las cuales influyen directamente sobre el crecimiento y desarrollo de la planta (Jiménez et al. 1994).

El género *Azospirillum* ha sido encontrado en especies de la familia Graminaeae (Elbeltagy et al. 2001), en especial *Herbaspirillum seropedicae*, que es diazótrofa, asociativa y endófito (Baldani et al. 2000) y ha sido encontrada en el interior de cultivos como maíz, trigo, arroz (Elbeltagy et al. 2001), sorgo (James et al. 1997), caña de azúcar y plátano (Weber et al. 2001). En el caso de este género de bacterias, aparecen como endófitos en el espacio apoplástico de las hojas (Elbeltagy et al. 2001) o intracelulares (James et al. 1997) y se ha determinado su capacidad de fijar nitrógeno e intervenir en la producción de ácido indol acético y giberelinas (Radwan et al. 2004). Asimismo, *Klebsiella* sp. ha sido encontrada en trigo, boniato y arroz y *Pantoea* sp en soya y arroz (Rosenblueth y Martínez – Romero 2006).

Las bacterias endófitas pueden ser obligadas o facultativas, en el primer caso, dependen exclusivamente de su hospedero, para crecer, sobrevivir o dispersarse. En el segundo caso, las bacterias cumplen una etapa fuera del hospedero, en el suelo, y en él se desarrolla el proceso de colonización (Hardoim et al. 2008). La colonización puede ser pasiva, en diversas investigaciones se ha podido identificar la presencia de bacteria en semillas y en propagación vegetativa, a través de yemas. Puede darse la colonización activa de bacterias endófitas, bajo el siguiente proceso: en primer lugar, se da el acercamiento espacial de la bacteria a la superficie de la raíz, a través del proceso de quimiotaxis, teniendo como principales atrayentes a ácidos orgánicos, carbohidratos y aminoácidos excretados por la raíz. En este proceso en el cual, se inicia la multiplicación de las bacterias en la superficie radicular, generando microcolonias que posteriormente ingresarán a la planta (Rosenblueth y Martínez – Romero 2006). La penetración de las bacterias se da a través de la liberación de enzimas hidrolíticas o también a través de aberturas naturales. Las bacterias endófitas pueden llegar a colonizar los diferentes órganos de la planta, sin embargo se ha demostrado que hay mayor concentración en las raíces, luego en el tallo, y una menor concentración en flores y frutos (Bacon y Hinton 2006).

En estudios preliminares de *G. diazotrophicus*, no se encontró presencia de esta bacteria en la rizósfera de hospederos como caña de azúcar (Li y MacRae 1991), asimismo se realizaron estudios en plantas de crecimiento espontáneo dentro de los surcos en donde se cultivaba esta especie y no había presencia de la misma (Reis et al, 1994), con lo cual se apoyó la idea de que su carácter endófito es específico con especies que acumulan sacarosa y se propagan vegetativamente (Döbereiner et al. 1993). Esto se confirma con el aislamiento de *G. diazotrophicus* en tejidos internos de hijuelos de piña (*Ananas comosus*) y en camote (*Ipomoea batata*); sin embargo, nuevos estudios afirman su presencia en especies que no son ricas en sacarosa, como en el caso de la rizósfera y tejidos internos de café (*Coffea arabica*) (Tapia et al. 2000) y del cereal *Eleusine coracana* (Loganathan et al 1999).

Debido a las investigaciones realizadas, se puede afirmar la presencia de *G. diazotrophicus* en diversas familias de especies vegetales teniendo una alta capacidad para dispersarse y colonizarse en diferentes hospederos. Considerando el carácter endófito de esta bacteria, se ha propuesto que la propagación asexual permite la dispersión de la misma a grandes distancias (Dong et al. 1994). Asimismo, es importante tener en cuenta, que su propagación también se logra a través de insectos como *Saccharococcus sacchari* y otros insectos como

áfidos, hormigas que se han colectados sobre plantas de caña de azúcar (Ashbolt y Inkerman, 1990). También se ha sugerido que la transmisión y dispersión de *G. diazotrophicus* puede ser a través de esporas de hongos micorrízicos del tipo vesículo arbuscular (Döbereiner 1991) de los géneros *Glomus* y *Acaulospora* (Paula et al. 1992).

Una investigación realizada en Trujillo, Perú bajo condiciones de laboratorio, permitió determinar el efecto del extracto de camote amarillo (*Ipomoea batatas* L.) sobre el crecimiento, la actividad fijadora de nitrógeno y la capacidad de producir ácido indol acético de un cultivo nativo de *G. diazotrophicus*. Los resultados mostraron que *Ipomoea batatas* L., favorece significativamente el crecimiento de *G. diazotrophicus* LASBF1, sin embargo, se encontró que no hay diferencia cualitativa en la capacidad de fijar nitrógeno y producir ácido indol acético (Rebaza 2016).

Entre otras bacterias diazotróficas, investigaciones afirman la presencia de las mismas en diferentes variedades de maíz. Entre los géneros encontrados se encuentran: *Herbaspirillum* sp., *Klebsiella* sp., *Pantoea* sp., *Rhanelia* sp., *Burkholderia* sp. (Beracochea 2011).

#### **2.4. Inoculación de bacterias endófitas**

Estudios realizados respecto a inoculación de *G. diazotrophicus* en variedades de papaya en Cuba, se utilizó como variantes experimentales, dos tipos de inoculación de la bacteria: mediante aspersión foliar, aplicación alrededor de cuello de planta y la combinación de ambos tratamientos frente a una muestra control, realizándose dos veces la inoculación: en la siembra y trasplante a campo definitivo. Respecto a las evaluaciones, se consideró el rendimiento del cultivo, peso radicular, longitud y diámetro de frutos (Instituto de Suelos 2000).

Bajo condiciones de Cuba, se realizaron investigaciones respecto a la inoculación de microorganismos endófitos para mejorar la producción de especies como papa, yuca y melón. Las inoculaciones se realizaron sobre suelo Ferralítico rojo, a través de aspersiones foliares y al suelo. La bacteria endófito empleada fue *Gluconacetobacter diazotrophicus* con una concentración de  $3.2 \times 10^{12}$  UFC/ml. En el caso del cultivo de yuca, se realizó también la inoculación sumergiendo las estacas de siembra, diluyendo en quince veces el biopreparado de la bacteria en mención por quince minutos. Los resultados demostraron que

las aplicaciones foliares fueron mas efectivas que la inmersión de estacas de siembra en el caso de yuca, y respecto al testigo absoluto, ambas inoculaciones permitieron una marcada estimulación en el cultivo, obteniéndose un aumento de 5 a 9 por ciento de raíces comerciales (2 a 3.5 t/ha) en los tres clones tratados. En papa, el incremento fue de un 34 por ciento de aumento al aplicar *Gluconacetobacter diazotrophicus*, obteniendo tubérculos de mayor tamaño respecto al testigo absoluto en un 25 por ciento. Asimismo, los parámetros fenológicos como altura de planta, número de hojas y diámetro de tallos aumentaron en un 33, 39 y 40 por ciento respectivamente. Finalmente, en melón bajo condiciones de screening, no se observó diferencias significativas en todos los parámetros de crecimiento evaluados respecto al control absoluto; sin embargo, se evidenció mayor número de hojas, así como en el largo y ancho de las mismas (Dibut et al. 2004).

En otros cultivos como camote (*Ipomoea batata*) se ha reportado una respuesta positiva a la inoculación foliar y al suelo de *G. diazotrophicus* bajo condiciones de Santiago de Las Vegas, Cuba, con una importante actividad estimuladora que pudo ser producto de la biosíntesis de ácido indol acético y/o citoquininas. Las evaluaciones se realizaron en dos campañas (dos años), en los cuales se ha obtenido un incremento del 34 por ciento en longitud de hojas, 31 a 62 por ciento en número de hojas, 38 a 40 por ciento en diámetro de tallo y 34 a 45 por ciento en diámetro de raíz, respecto a la muestra control. Asimismo, el rendimiento se incrementó en 51 y 48 por ciento para la primera y segunda campaña respectivamente (Dibut et al. 2005).

La inoculación de *G. diazotrophicus* en yuca (*Manihot sculenta*) bajo condiciones de Santiago de Las Vegas, Cuba, permitió una mayor altura de planta, la cual aumentó en un 36 por ciento y el diámetro de raíz en un 58 por ciento. Respecto al rendimiento comercial, aumentó en 14 t/ha, como consecuencia de la inoculación, lo cual representa un 45 por ciento de incremento en relación con la muestra control (Dibut et al. 2005).

Respecto a inoculación de *G. diazotrophicus* en papaya, bajo condiciones de Cuba, destacó sobre los resultados obtenidos en camote y yuca. El rendimiento aumentó en 38 por ciento, con la obtención de más de 10 kg por planta inoculada con la bacteria. Al efectuarse el conteo de la población bacteriana en las hojas durante la campaña, se encontró  $2.5 \times 10^6$  células por gramo de tejido de plantas inoculadas en comparación con  $3.1 \times 10^2$  células por gramo de tejido fresco proveniente de hojas de plantas control sin inocular. Respecto a los

rendimientos del primer y segundo año después de la inoculación, se reportaron 38 y 42 por ciento de incremento respectivamente (Dibut et al. 2005).

Respecto a uso de bacterias endófitas en palto, las investigaciones reportan un rol potencial como controladores biológicos sobre *Phytophthora cinnamomi*. En un experimento realizado por Hakizimana et al. 2011, se obtuvo 24 hongos y ocho bacterias endófitas aisladas de raíces de palto en varias regiones de Sudáfrica. Los resultados indicaron que los hongos *Trichoderma harzianum*, *Fusarium oxysporum* y *Trichoderma hamatum*, tienen altos niveles de inhibición bajo condiciones In vitro sobre *P. cinnamomi*, y las ocho bacterias *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *B. anthracis*, *B. fusiformis*, *Bacillaceae bacterium*, *Lysinibacillus* ssp., *Paenibacillus polymyxa* y *Enterobacter* sp., de igual manera, tienen la capacidad de inhibir hongos fitopatógenos. Con estos resultados se comprobó que la inoculación de bacterias endófitas en palto, permite una protección a las plantas (Pérez et al. 2014).

Estudios realizados para caracterizar bacterias endófitas productoras de sideróforos en arroz, han demostrado que la población de productores sideróforos en este cultivo, asociados a la raíz, hojas y granos está representado por un grupo de bacterias diversas, siendo mayoritarios los géneros de *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, y *Enterobacter*. (Loaces, 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar**

El presente experimento se llevó a cabo en la empresa Viveros Génesis S.A.C. en el distrito de Huanchaco de la provincia Trujillo, Departamento La Libertad.

El área específica del experimento, corresponde a una nave de producción de portainjerto var. Zutano, en la cual se destinó plantones que fueron sembrados en una misma época en las camas de almácigo y provienen del huerto madre de la empresa.

La ubicación geográfica del lugar de experimentación fue: 8°04'49.0"S 79°06'13.2"W

#### **3.2. Cepas bacterianas**

A continuación, se detalla las cepas bacterianas que fueron utilizadas en la presente investigación, las cuales fueron obtenidas y caracterizadas por el Laboratorio de Microbiología del Suelo, Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de Trujillo:

- *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1573
- *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1574
- *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFBC 1911
- *Klebsiella* sp. LASFBP 086
- *Pantoea* sp. LASFBP 034

Cinco cepas en suspensión.

Total de suspensión utilizada: 3 L por tratamiento.

#### **3.3. Material vegetal**

Se utilizaron 120 plantones de portainjerto de palto, cultivar Zutano de diez días después de repique de cama de almácigo a bolsa.

### 3.4. Sustrato de ensayo

El sustrato de vivero empleado en la experimentación corresponde a una proporción de 50 por ciento de fibras inertes de *Sphagnum* y 50 por ciento de arena de cantera proveniente del mismo distrito. El tratamiento previo del sustrato como tamizado, desinfección y mezcla, fue de acuerdo a los procedimientos técnicos de la empresa Viveros Génesis S.A.C.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos en estudio correspondieron a la inoculación de cinco tipos de bacterias endófitas en plántones de Zutano y un testigo absoluto

Las unidades experimentales tuvieron el mismo manejo de vivero en cuanto a plan nutricional, riego y manejo fitosanitario de acuerdo a lo indicado por la empresa Viveros Génesis S.A.C. en su paquete tecnológico.

**Cuadro 1: Tratamientos en estudio**

Código	Tratamiento
T <sub>0</sub>	Testigo -
T <sub>1</sub>	<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> LASFB 1573
T <sub>2</sub>	<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> LASFB 1574
T <sub>3</sub>	<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> LASFBC 1911
T <sub>4</sub>	<i>Klebsiella</i> sp. LASFBP 086
T <sub>5</sub>	<i>Pantoea</i> sp. LASFBP 034

Fuente: Laboratorio de Microbiología del Suelo, Escuela de Agronomía – Universidad Nacional de Trujillo.

Las cepas utilizadas en la experimentación fueron de diferente origen, caracterizadas en laboratorio, con propiedades similares respecto a fijación de nitrógeno, producción de ácido indolacético, solubilización de fosfatos y de zinc.

### 3.6. Materiales empleados

- Seis tubos de plástico de 50 ml.
- Seis pares de guantes quirúrgicos.



- Cinta métrica
- Vernier
- Cartillas de evaluación
- Tijeras de podar
- Treinta bolsas de polietileno de 35 litros.
- Dos rollos de papel toalla absorbente.
- Estufa
- Servicio de análisis foliares: determinación de fósforo y zinc para treinta muestras de plantas.
- Útiles de escritorio: papel bond, tijeras, lapicero, plumón indeleble.
- Laptop

### 3.7. Procedimiento de instalación

Para la presente investigación, se consideró agrupar los plántones, de acuerdo a la altura del vástago posterior a diez días del trasplante a bolsas. En ese aspecto se seleccionaron vástagos de alturas entre 4.0 y 9.8 cm, mostrado en el Cuadro N° 2.

**Cuadro 2: Longitud de planta (cm) por bloque experimental al inicio de la experimentación.**

Bloque	Tratamientos					
	Testigo	<i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1573	<i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1574	<i>G. diazotrophicus</i> LASFBC 1911	<i>Klebsiella</i> sp. LASFBP 086	<i>Pantoea</i> sp. LASFBP 034
I	4.0	3.7	4.2	4.2	4.0	4.5
II	9.4	8.7	8.7	8.1	8.2	9.7
III	5.7	5.9	5.8	5.1	6.2	6.6
IV	9.8	8.8	8.5	8.5	8.5	9.2
V	5.0	5.6	6.5	5.5	5.0	4.3

Durante la experimentación, los plántones de palto recibieron una aplicación de fertilizante como parte del programa indicado por la empresa, el cual consistió en aplicar fertilizante granulado (21 % N, 60 % SO<sub>4</sub>) quince días después del trasplante.

El riego fue suministrado de acuerdo a la necesidad de cultivo, teniendo en cuenta la capacidad de campo del sustrato y condiciones climatológicas.

El programa fitosanitario fue preventivo de acuerdo al paquete tecnológico de la empresa Viveros Génesis S.A.C.

### **3.8. Parámetros evaluados**

#### **3.8.1. Evaluación biométrica**

Se procedió a realizar las evaluaciones biométricas 15 días después de cada inoculación de bacterias endófitas en cada unidad experimental

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

- Longitud de planta (cm): se procedió a medir desde el cuello de planta hasta el ápice de la misma. Sólo este parámetro se midió desde la instalación del experimento con la finalidad de realizar el diseño de bloques.
- Diámetro de tallo (mm): se procedió a evaluar midiendo la parte central del tallo.
- Número de hojas: se procedió a evaluar considerando sólo hojas formadas, que no estén en periodo de brotamiento.
- Área foliar: este parámetro se evaluó al finalizar la fase de experimentación y consistió en un muestreo destructivo correspondiente al 25 por ciento de las unidades experimentales de cada tratamiento. La evaluación consistió en dibujar todas las hojas de cada planta en papel. Posterior a ello, se recortará la silueta obtenida y se obtendrá el área a través de la relación de pesos de las siluetas obtenidas y de 1 m<sup>2</sup> de papel. Se expresará en dm<sup>2</sup>.

#### **3.8.2. Evaluación de materia seca**

Se procedió a determinar el contenido de materia seca a partir del muestreo destructivo que se realizó para la determinación del área foliar.

Las muestras se separaron por raíz, tallo y hojas, y fueron secadas a estufa a una temperatura de 65 °C hasta llegar a peso constante.

La materia seca obtenida, se expresará en porcentaje por cada órgano evaluado y planta completa a partir de la relación de peso fresco y seco.

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso seco (g)}}{\text{Peso fresco (g)}} \times 100$$

### **3.8.3. Extracción de fósforo y zinc**

A partir de las muestras empleadas para la determinación de área foliar y porcentaje de materia seca, se realizaron análisis de fósforo y zinc de planta completa de cada uno de los tratamientos distribuidos en los bloques experimentales en estudio.

La extracción de elemento fue expresada en mg de elemento extraído por 100 g de planta:

$$\text{Fósforo extraído} \left( \frac{\text{mg}}{100 \text{ g planta}} \right) = \%P \times 1000$$

$$\text{Zinc extraído} \left( \frac{\text{mg}}{100 \text{ g planta}} \right) = \text{ppm Zn} \times 0.1$$

## **3.9. Diseño experimental**

El diseño experimental considerado fue de bloques completamente al azar, para lo cual se establecieron cinco bloques cada uno de los cuales presentó plántulas con uniformidad de tamaño según se indica el Cuadro 2. Cada unidad experimental constó de cuatro plantas.

### **3.9.1. Distribución de los tratamientos en estudio**

Los tratamientos estuvieron dispuestos en cinco bloques, y cada tratamiento fue conformado por cuatro unidades experimentales (plantones de palto var. Zutano).

La distribución del diseño experimental estuvo en función del diseño de naves para producción de plantones de palto de la empresa Viveros Génesis S.A.C.

<b>B-III</b>	<b>T1</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T5</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T0</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T2</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T4</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T3</b>	P4	P3
		P2	P1
<b>B-II</b>	<b>T5</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T2</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T0</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T3</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T1</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T4</b>	P4	P3
		P2	P1
<b>B-I</b>	<b>T3</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T5</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T2</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T4</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T0</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T1</b>	P4	P3
		P2	P1

<b>B-V</b>	<b>T0</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T5</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T1</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T2</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T4</b>	P4	P3
		P2	P1
<b>T3</b>	P4	P3	
	P2	P1	
<b>B-IV</b>	<b>T3</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T2</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T4</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T5</b>	P4	P3
		P2	P1
	<b>T0</b>	P4	P3
		P2	P1
<b>T1</b>	P4	P3	
	P2	P1	

Figura 1: Croquis de tratamientos en estudios y distribución de bloques completos al azar.

**Leyenda:**

B: bloques

T: tratamiento

P: unidad experimental por tratamiento

**3.9.2. Descripción del área experimental**

- Número de bloques: 5
- Número de tratamientos: 6
- Número de unidades experimentales (plantones) por tratamiento: 4
- Número de repeticiones por tratamiento: 5
- Número total de unidades experimentales por bloque: 24
- Número total de unidades experimentales: 120

**3.10. Análisis estadístico**

Se procedió a realizar el análisis estadístico correspondiente al diseño de bloques completos al azar. Asimismo, se determinó el promedio en cada parámetro determinado, para analizar la tendencia de los mismos a través del tiempo y por tratamiento.

Los resultados obtenidos, se analizaron a través de análisis de varianza y posteriormente se aplicó la prueba de Tukey.

**3.11. Inoculación de bacterias endófitas**

Se procedió a realizar la inoculación de bacterias endófitas a partir del día 10 después del repique de camas de germinación a bolsas de vivero.

La suspensión que contenía los tipos de bacterias endófitas a aplicar (ver Figura 2), fue proporcionada por el Laboratorio de Microbiología del Suelo de la Universidad Nacional de Trujillo, la cual tenía una densidad óptica de 0.2 a 625 nm, teniendo un aproximado de  $4 \times 10^8$  cel.ml<sup>-1</sup>.

La inoculación se realizó tres veces, a partir del día 10 después de repique, teniendo un intervalo de 15 días por cada aplicación.

El volumen de inoculación por cada aplicación fue de 50 ml, teniendo una aplicación total de 150 ml por unidad experimental (ver Figura 3 y 4). Se consideró este volumen, debido a que el volumen radicular absorbente de palto, se desarrolla cercano a la superficie, y debido a la edad del portainjerto, éste llega a una profundidad aproximada de 10 centímetros. Cada inoculación, se realizó al pie de cuello de planta, en forma circular teniendo en cuenta que el sustrato se encuentre a capacidad de campo.



Figura 2. Suspensión de bacterias endófitas utilizadas en la experimentación.

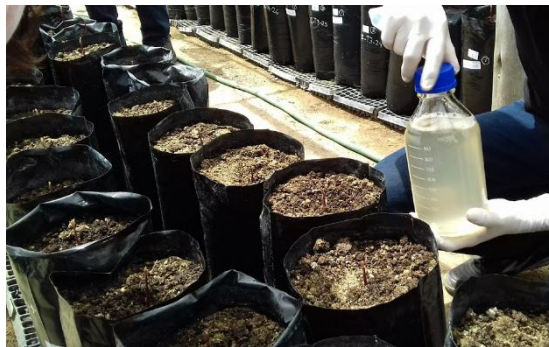


Figura 3. Suspensión conteniendo bacterias endófitas por tratamiento.



Figura 4. Aplicación de suspensión de bacterias endófitas utilizada por unidad experimental (50 ml).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados de evaluaciones biométricas:

#### 4.1.1. Longitud de planta:

En el cuadro 3, se observa los resultados obtenidos respecto a medición de longitud de planta en intervalos de quince días hasta el día sesenta después de instalación.

Los resultados muestran que no existe una diferencia significativa (Anexo 14) entre los tratamientos con bacterias en prueba y el testigo (Cuadro N°3).

Cuadro 3. Longitud de planta (cm) por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.

Días después de instalación	Tratamientos					
	T0: Testigo	T1: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1573	T2: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1574	T3: <i>G. diazotrophicus</i> LASFBC 1911	T4: <i>Klebsiella</i> sp. LASFBP 086	T5: <i>Pantoea</i> sp. LASFBP 034
0	9.1	8.7	9.2	8.8	8.7	9.6
15	20.0	19.2	20.3	19.5	19.9	20.5
30	26.6	26.8	27.3	26.3	27.7	29.2
45	28.2	29.1	29.8	27.4	29.4	31.1
60	30.6	31.5	32.7	31.2	33.2	35.2

La tendencia de crecimiento de los portainjertos, es continua en un periodo de sesenta días de evaluación y todos los tratamientos expresaron la misma tendencia en cada periodo evaluado como se aprecia en el gráfico en mención, logrando un crecimiento desde la instalación entre el rango de 10.6 y 14.7 cm entre tratamientos. El tratamiento *Pantoea* sp, obtuvo una mayor longitud de planta, llegando a 35.2 cm, seguido del tratamiento 4 correspondiente a la inoculación de *Klebsiella* sp., siendo el Testigo el que logró menor crecimiento entre todos los tratamientos, con 4.6 cm menos respecto a *Pantoea* sp.

#### 4.1.2. Diámetro de tallo

En el cuadro 4, se observa los resultados obtenidos en la evaluación de diámetro de tallo (cm), en intervalos de quince días, hasta los sesenta días después de instalación.

Los resultados muestran que tanto el testigo como los tratamientos en estudio tuvieron un crecimiento similar y el análisis estadístico reporta que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 19).

Cuadro 4. Diámetro de tallo (mm) por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.

Días después de instalación	Tratamientos					
	T0: Testigo	T1: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1573	T2: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1574	T3: <i>G. diazotrophicus</i> LASFBC 1911	T4: <i>Klebsiella sp.</i> LASFBP 086	T5: <i>Pantoea sp.</i> LASFBP 034
15	3.6	3.8	3.9	3.9	3.9	3.8
30	4.0	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0
45	4.6	4.7	4.9	4.7	4.7	4.8
60	4.6	4.7	4.9	4.7	4.7	4.8

La tendencia en el incremento de diámetro de tallo hasta los sesenta días de instalación, siendo ésta similar para los tratamientos en estudio. Se puede observar, que *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1574, obtuvo un mayor diámetro de tallo, logrando los 4.9 mm, seguido de *Pantoea sp* LASFBP 034 con un diámetro de 4.8 mm; mientras que el tratamiento testigo, obtuvo un menor diámetro de 4.6 mm. Se puede apreciar que el incremento de diámetro de tallo en el periodo de sesenta días después de instalación, muestra un engrosamiento desde 0.8 a 1 mm en los plantones de portainjerto de palto empleados como unidades experimentales.

#### 4.1.3. Número de hojas

En el cuadro 5 se observa el número de hojas formadas en el periodo de evaluación, por cada tratamiento. El cuadro muestra un número de hojas similar para los tratamientos en estudio, incluido el testigo. El análisis estadístico reporta que no se presenta diferencias significativas entre los resultados obtenidos entre tratamientos (Anexo 24).



Cuadro 5. Número de hojas por cada periodo de evaluación y tratamiento en estudio.

Días después de intalación	Tratamientos					
	T0: Testigo	T1: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1573	T2: <i>G. diazotrophicus</i> LASFB 1574	T3: <i>G. diazotrophicus</i> LASFBC 1911	T4: <i>Klebsiella</i> sp. LASFBP 086	T5: <i>Pantoea</i> sp. LASFBP 034
15	4.0	3.5	3.5	3.8	3.7	3.7
30	5.8	5.1	5.7	5.0	5.4	5.4
45	5.5	5.3	5.7	4.8	5.9	5.4
60	7.2	7.1	8.1	6.8	7.5	8.3

La tendencia de número de hojas formadas en un periodo de sesenta días después de la instalación del experimento, fue similar para todos los tratamientos, siendo *Pantoea* sp. LASFBP 034, el que obtuvo el mayor número de hojas con 8.3, seguido del tratamiento 2: *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1574 con 8.1. El tratamiento 3: *G. diazotrophicus* LASFBC 1911, obtuvo un menor número de hojas entre los tratamientos con 6.8 a los sesenta días después de instalación.

El aumento de número de hojas formadas en el periodo de evaluación, indica un rango desde 3.6 a 4.6 entre los tratamientos evaluados. Asimismo, el gráfico muestra que la tendencia de crecimiento se mantiene similar por cada periodo evaluado que corresponde a quince días.

#### 4.1.4. Área foliar

En la figura 5, se observa los resultados obtenidos en la evaluación de área foliar, tomada en el día sesenta después de la instalación del experimento. Los resultados obtenidos, muestran que los tratamientos evaluados, lograron un área foliar similar, teniendo coherencia con los resultados de números de hojas formadas según el cuadro 5. El análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, incluido el testigo (Anexo 30). Asimismo, se observa el área foliar acumulada al día sesenta después de la instalación en cada uno de los tratamientos. El gráfico muestra que el testigo logró una mayor área foliar con 6.2 dm<sup>2</sup>, seguido de *Pantoea* sp LASFBP 034 con 5.5 dm<sup>2</sup>, mientras que *Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFBP 1573 con 4.8 dm<sup>2</sup>, fue el que acumuló menor área foliar. Las diferencias de áreas foliares entre tratamientos fue de 1.4 dm<sup>2</sup>. Si bien el testigo, tiene menos número de hojas, probablemente el tamaño de las mismas fue mayor respecto a los demás tratamientos.

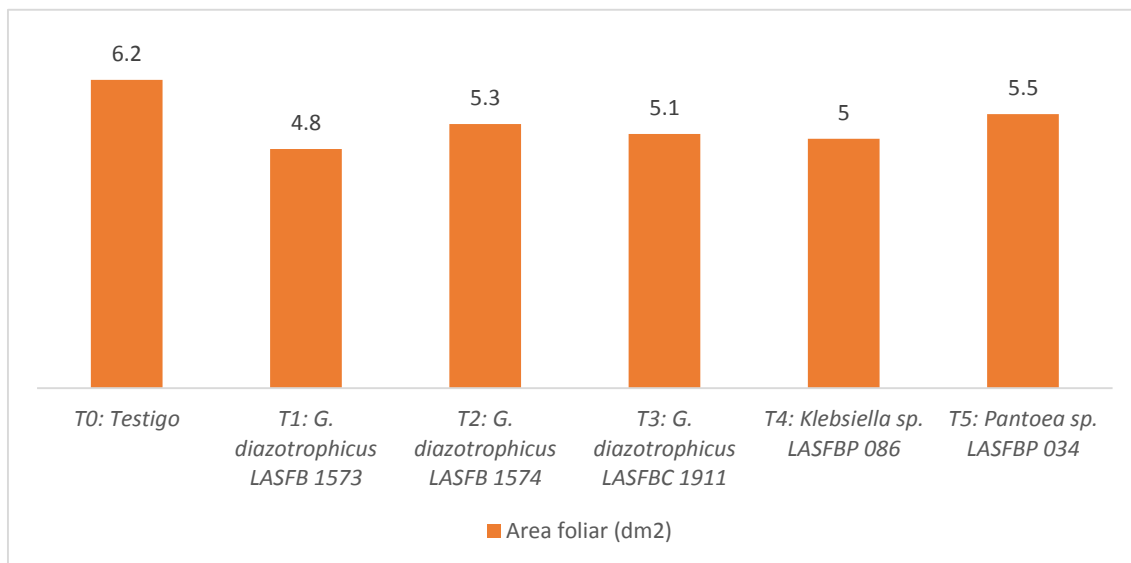


Figura 5. Acumulación de área foliar en plantones de palto por cada tratamiento en estudio en un periodo 60 días.

#### 4.2.Resultado de evaluación de materia seca

En la figura 6 se observa la acumulación de materia seca obtenida a los sesenta días después de la instalación del experimento. Los resultados muestran que la mayor acumulación de materia de cada parte evaluada de los plantones de portainjerto de palto, fue la semilla que permitió la formación de las mismas, la cual mostraba turgencia durante las etapas de evaluación (figura 7 y 8) Asimismo, se observó que la materia seca se distribuye de acuerdo al peso en orden descendente, en hojas, tallos y raíces respectivamente. El análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa entre la acumulación de materia seca entre tratamientos (Anexo 32). Asimismo, se observa la acumulación de materia seca por tratamiento y su distribución en las partes evaluadas. El tratamiento *Pantoea* sp. LASFBP 034, obtuvo una mayor acumulación con 29.94 g/planta, seguido de *Gluconacetobacter. diazotrophicus* LASFB 1574 con 29.68 g/planta, *Klebsiella* sp. LASFBP 086 obtuvo 25.04 g/planta. Asimismo, se observa que las semillas que inicialmente se utilizaron para la obtención de plantones, conforman aproximadamente el 80 por ciento del peso total, mientras que las hojas conforman el 10 por ciento, el tallo el 7 por ciento y finalmente la raíz el 3 por ciento del peso total respectivamente.

Cabe resaltar que, en todos los tratamientos, esta tendencia se mantiene de forma similar. En las figuras 7, 8 y 9 se observa los plantones del portainjerto de palto Zutano, a los sesenta días después de instalación, en los cuales se aprecia que el crecimiento en los tratamientos evaluados fue similar tanto en la parte aérea como en la zona radicular.

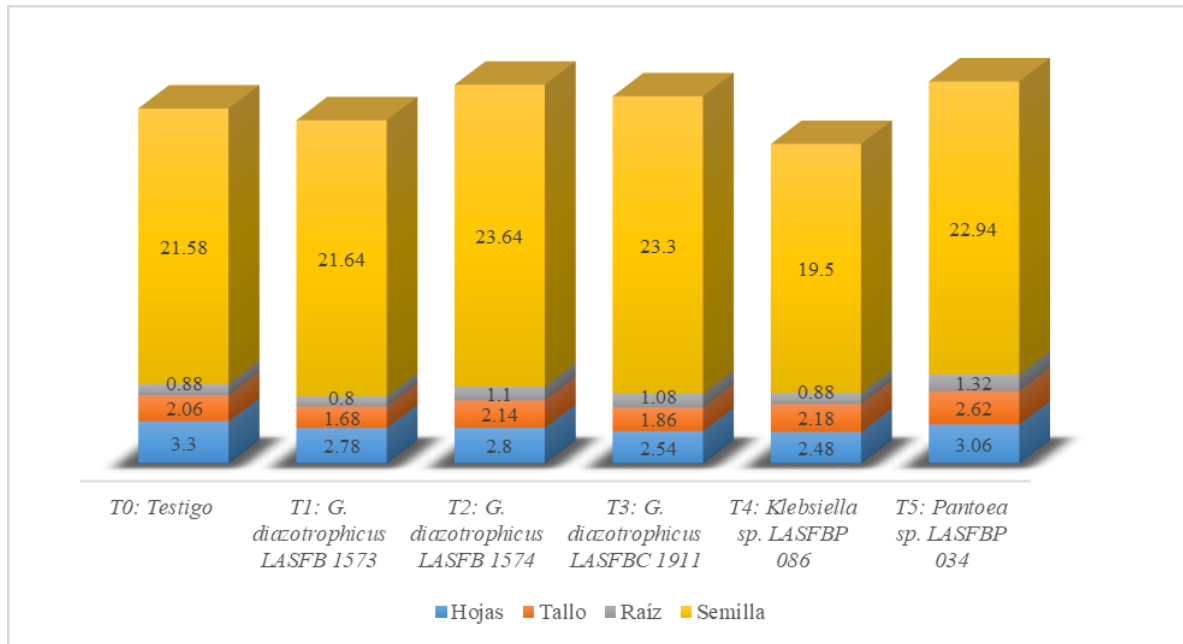


Figura 6. Distribución de materia seca (g/planta) en hojas, tallo, raíz y semilla de plantones de palto, por cada tratamiento en estudio a los 60 días después de la instalación del experimento.



Figura 7 y 8. Muestreo destructivo de plantones de palto para determinación de materia seca. De izquierda a derecha se encuentran los tratamientos en estudio en forma ordenada (T0, T1, T2, T3, T4, T5).



Figura 9. Crecimiento radicular de los tratamientos en estudio a los 60 días después de la instalación del experimento. De izquierda a derecha se encuentran los tratamientos en estudio en forma ordenada (T0, T1, T2, T3, T4, T5)

#### 4.3.Extracción de Fósforo

En la figura 10, se observa la extracción de fósforo en los tratamientos a los sesenta días después de instalación siendo similar entre los mismos y el análisis estadístico reporta que no existen diferencias significativas en este parámetro (Anexo 34) .

Los resultados muestran que el testigo tiene la mayor extracción con 218 mg P/100 g planta, seguido de *G. diazotrophicus* LASFB 1574 con 200 mg P/100 g planta. *Pantoea* sp LASBP 034, fue el que alcanzó la menor concentración con 200 mg P/100 g planta.

La diferencia entre tratamientos de extracción de fósforo, corresponde a 18 mg/ 100 g planta. Es posible que las bacterias endófitas utilizadas en el experimento, no hayan participado en la solubilización y absorción de este elemento.

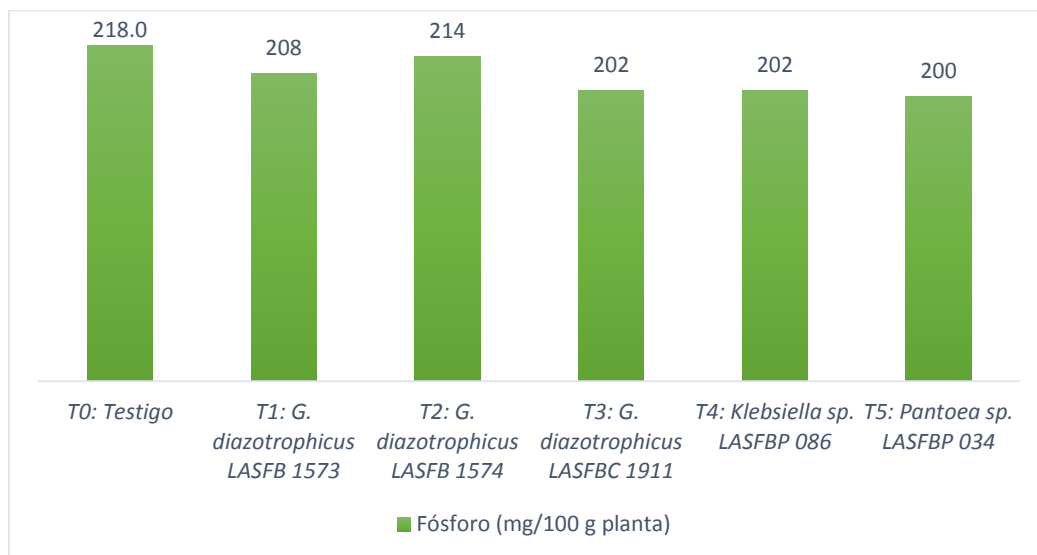


Figura 10. Extracción de fósforo (g/planta) en plantones de palto, por cada tratamiento en estudio a los 60 días después de la instalación del experimento.

#### 4.4.Extracción de Zinc

En la figura 11, se observa la extracción de zinc en los tratamientos a los sesenta días después de instalación. Se observa que la extracción fue similar entre los mismos y el análisis estadístico reporta que no existen diferencias significativas en este parámetro (Anexo 36).

El tratamiento *G. diazotrophicus* LASFB 1573, muestra la mayor extracción con 2.46 mg Zn/100 g planta, seguido de *Klebsiella sp.* LASFBP 086 con 2.12 mg Zn/100 g planta. *Pantoea sp* LASBP 034 alcanzó la menor concentración con 1.68 mg Zn/100 g planta.

La diferencia entre tratamientos respecto a extracción de zinc, corresponde a 0.78 mg/ 100 g planta. Es posible que las bacterias endófitas utilizadas en el experimento, no hayan participado en la solubilización y absorción de este elemento.

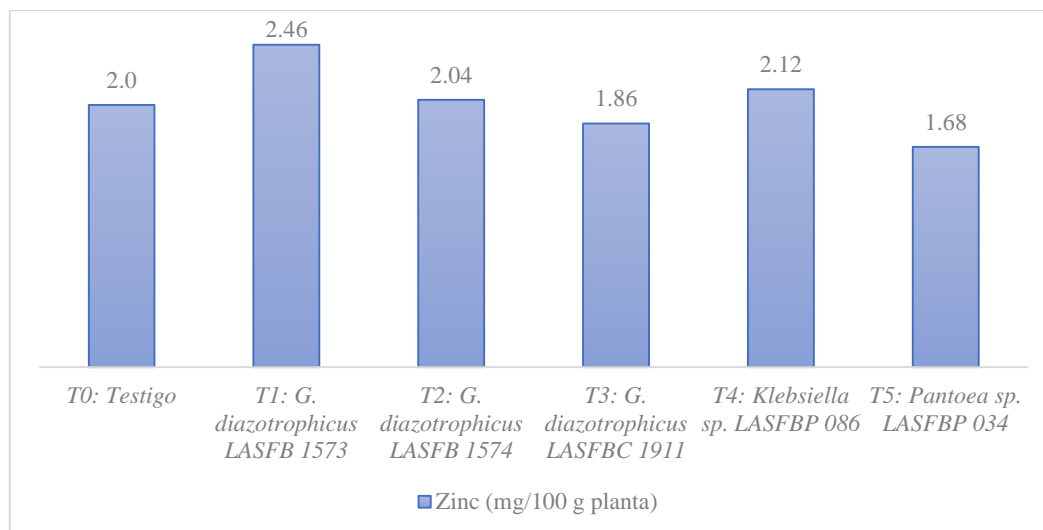


Figura 11. Extracción de zinc (g/planta) en plantones de palto, por cada tratamiento en estudio a los 60 días después de la instalación del experimento.

Los resultados en cada parámetro evaluado, han mostrado que no hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio; sin embargo, se muestra una tendencia en las características biométricas en la cual, *Pantoea* sp LASFBP 034 obtiene los más altos valores en longitud de planta, diámetro de tallo, número de hojas y área foliar. Asimismo, en acumulación de materia seca es el tratamiento con el resultado más alto.

En el caso de las extracciones de fósforo y zinc, los resultados muestran que no hay una acción directa sobre la extracción de estos elementos respecto a la inoculación de bacterias endófitas.

Las referencias bibliográficas, reportan que la inoculación de bacterias endófitas, de diferentes géneros, entre ellas *Gluconacetobacter diazotrophicus*, ha obtenido resultados significativos en fijación de nitrógeno en caña de azúcar (Cavalacante y Döbereiner 1998) y biosíntesis de ácido indol acético y /o citoquininas en *Ipomoea batata* (Dibut et al. 2005); es decir, de acuerdo a las investigaciones, existe una especificidad de bacterias endófitas por especies de multiplicación vegetativa y que acumulan sacarosa (Döbereiner et al. 1993). En el caso de palto a nivel de portainjerto con propagación sexual, como se muestra en la presente investigación, tanto los datos biométricos como la extracción de fósforo y zinc, no han presentados resultados significativos respecto a la inoculación de bacterias endófitas, posiblemente debido a que la propagación y características del cultivo requieran cambios en el procedimiento de inoculación, así como se experimentó en el cultivo de papaya, yuca o

papa en los cuales se ha encontrado efectividad de inoculación al suelo y vía foliar y se ha evidenciado en la biometría y producción comercial de dichos cultivos (Dibut et al, 2004).

Las condiciones de vivero cuentan con procedimientos técnicos en los cuáles hay un control desde el inicio de la instalación respecto a tratamientos de sustratos y material vegetal con la finalidad de controlar o eliminar agentes patógenos en la propagación y materiales inertes. Debido a lo mencionado, es probable que la población microbiana del sustrato utilizado para los plántones de portainjerto, haya sido limitada generando que la rizósfera de la planta esté desprovista de características adecuadas para el mejor crecimiento y desarrollo de las bacterias endófitas, que permitan una mayor eficiencia de la inoculación de bacterias endófitas. Asimismo, el volumen de suspensión utilizado por cada aplicación podría ser modificado a posterior para comprobar que la efectividad de inoculación esté sujeta a la cantidad de suspensión aplicada. En la presente experimentación, se tomó en cuenta esta cantidad de suspensión debido a experiencias anteriores del proveedor (Laboratorio de Suelos y Plantas, Universidad Nacional de Trujillo) en aplicaciones para otras especies frutales y hortícolas en diferentes sistemas de producción. Posiblemente para una conducción de plántones de palto a nivel de vivero, se requiera modificar la cantidad de suspensión de bacterias a inocular y tener en cuenta diferentes métodos de inoculación.

El presente trabajo estuvo enfocado a una inoculación de bacterias endófitas a nivel suelo en la etapa de instalación de plántones de portainjerto de palto var. Zutano con una edad de diez días después del trasplante, por lo cual, las mismas fueron aplicadas en la etapa de preparación de los portainjertos previo a la etapa de injerto de la variedad comercial. Las inoculaciones se realizaron entre los días 10 a 70 días después del trasplante de plántones en naves de preparación y aclimatación. Posiblemente, el tiempo y frecuencia de inoculación pueda ser un factor importante a considerar para lograr que las bacterias se localicen dentro de la planta y permitiendo resultados favorables en cuanto a procesos fisiológicos como: la intervención en fijación y solubilidad de nutrientes, así como en la producción de hormonas vegetales, procesos para preparar al portainjerto a un prendimiento satisfactorio y crecimiento precoz respecto a la púa comercial.

Un punto importante es tener en cuenta la actividad rizosférica en los portainjertos de palto evaluados. Como menciona Haroim et al 2008, el proceso de colonización de las bacterias endófitas se da en el suelo, en la zona cercana a la raíz, asimismo Rosenblueth y Martínez-

Romero 2006, afirman que la superficie de las raíces a través de quimiotaxis, atraen a las bacterias endófitas a través de compuestos orgánicos exudados por las raíces formando microcolonias. Mediante estos estudios, es importante considerar que los periodos de inoculación, las cantidades inoculadas y el volumen radicular de la especie a inocular, mantienen una relación directa para que el proceso de colonización en la rizósfera y el posterior ingreso de las bacterias hacia la planta, sea satisfactorio y oportuno. Posiblemente, debido a la estructura radicular del palto posterior a la etapa de almácigo y hasta los sesenta días de instalación en bolsas de vivero, no fue lo suficiente para satisfacer el proceso de colonización. Asimismo, el sustrato de vivero corresponde a una proporción de arena y sustrato estéril, con características distintas a las que se puede observar en suelo a campo abierto. Debido a lo mencionado, es probable que la inoculación de bacterias endófitas se requiera incluso posterior a la práctica de injerto.

Si bien las investigaciones indican resultados favorables del control sobre *Phytophthora cinnamomi* en palto, el aislamiento de las bacterias endófitas fue de diferentes regiones de Sudáfrica, de plantas de palto instaladas en campo abierto y en edad de producción frutícola (Pérez et al. 2014). Probablemente este sería un punto importante a tener en cuenta, debido a que la inoculación con resultados favorables que se realizara posteriormente fue de bacterias aisladas de la misma especie vegetal.



## **V. CONCLUSIONES**

- 1 Los parámetros biométricos, materia seca y la extracción de fósforo y zinc evaluados en el cultivo de palto, cv. Zutano, bajo condiciones de vivero, no presentaron diferencias significativas en los resultados de los tratamientos en estudio.
- 2 La inoculación de bacterias endófitas evaluadas en el presente trabajo experimental, no mostró evidencia de la presencia de las mismas dentro de las plantas de palto cv. Zutano utilizadas como unidades experimentales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1 La bibliografía no reporta investigaciones realizadas en inoculación de bacterias endófitas en plantas de palto bajo condiciones de vivero, para fines de mejora en procesos de crecimiento y nutricionales; sin embargo, el presente trabajo puede ser de utilidad para continuar con nuevas investigaciones en búsqueda de la comprobación de eficiencia de bacterias endófitas en este cultivo comercial.
- 2 La actividad de las bacterias endófitas ha sido comprobada en diferentes cultivos con resultados exitosos respecto a nutrición vegetal, por lo cual es importante establecer nuevas metodologías de inoculación y su relación con otros factores de producción del cultivo de palto esperando obtener resultados satisfactorios, en favor de mejorar la planificación de fertilización y aumentar las alternativas de uso de paquetes biológicos de fácil disponibilidad para los productores de palto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashbolt, NJ; Inkerman, PE. 1990. Acetic acid bacterial biota of the pink sugarcane mealybug, *Saccharicoccus sacchari*, and its environs. Appl. Environ. Microbiol. no. 56: 707 – 712.

Bacon, CW; White JF. 2000. Microbial Endophytes. Marcel Dekker. New York and Basel. p. 487.

Divan Baldani V.; Baldani, I.; Döbereiner, J., 2000. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropodicae* and *Burkholderia* spp. Biology and Fertility of Soils. v. 30:485 – 491.

Beracochea, M. 2011. Respuesta de variedades comerciales de maíz (*Zea mays* L.) a la respuesta de inoculación de bacterias endófitas – diazótrofes nativas. Tesis – Ciencias Biológicas. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 55 p.

Boddey, R.M.; De Oliveira, O.C.; Urquiaga, S.; Reis, V.M.; De Olivares, F.L.; Baldani, V.L.D.; Döbereiner, J. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improvement. Plant Soil. v. 174:195 – 209

Cavalcante, V.A.; Döbereiner, J. 1988. A new acid-tolerant nitrogen fixing bacterium associated with sugarcane. Plant Soil. v. 108:23 – 31.

Cojho, EH; Reis, VM; Schenberg, AC; Döbereiner, J. 1993. Interactions of *Acetobacter diazotrophicus* with and amylolytic yeast in nitrogen-free batch culture. FEMS Microbiology Letters. no. 106:341.346.

Diario Gestión. 2014. Lima, Perú se. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/produccion-palta-incremento-16-2014-sumo-336-mil-toneladas-89053>

Dibut B.; Martínez R.; Ríos Y.; Ortega M.; Fey L. 2004. Nuevos aislados de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en cultivos de importancia económica para Cuba. *Cultivos Tropicales*, v. 25 no. 2:13 – 17.

Döbereiner, J. 1991. History and new perspectives of diazotrophs in association with non – leguminous plants. *Symbiosis* no.13: 1 – 13.

Döbereiner, J.; Reis, M.; Paula, M.A.; Olivares, F.L. 1993. Endophytic diazotrophs in sugar cane, cereals and tuber plants. p. 671 – 676. In Palacios, R; Mora J.; Newton WE (ed.). *New horizons in nitrogen fixation*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Dong, Z.; Canny M.J.; McCully, M.E.; Roboredo, M.R.; Cabadilla, C.F.; Ortega, E.; Rodes, R. 1994. A nitrogen-fixing endophyte of sugarcane stems. A new role for the apoplast. *Plant Physiol.* no.105:1139 – 1147.

Elbeltagy, A.; Nishioka, K.; Sato, T.; Isawa, T.; Mitsui, H.; Minamisawa, K. 2001. Endophytic colonization and In planta nitrogen fixation by a *Herbaspirillum* sp. isolated from wild rice species. *Appl. Environ. Microbiol.* V. 67:5285 – 5293.

Instituto de Suelos. 2000. Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana. Agrinfor. p. 64.

Huawei, Z; Youg, CHS; Ren, XT. 2006. Biology and chemistry of endophytes. *Nat Pro* no. 23:753-771.

James, E.K.; Olivares, F.L. 2000. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. *Field Crops Research* no. 65:197 – 209.

James, E.; Olivares, F.; Baldani, J.; Döbereiner, J. 1997. *Herbaspirillum*, an endophytic diazotroph colonizing vascular tissue in leaves of *Sorghum bicolor* L. Moench. *J. Exp. Bot*, v. 48:785 – 797.

Jiménez, T; Aparicio Fabré, R; Caballero, J. 1994. Detección de citocininas en *Acetobacter diazotrophicus* aislado de caña de azúcar. XVII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. La Habana, Cuba.

Koo, W. 2017. Paltas-aguacate Perú-exportación 2017, abril. Consultado en enero, 2018.  
Disponible en:

<https://www.agrodataperu.com/2017/05/paltas-aguacate-peru-exportacion-2017-abril.html>

Li, R.P.; MacRae, IC. 1991. Specific association of diazotrophic acetobacters with sugarcane. *Soil Biol. Biochem.* no. 23:999 – 1002.

Loaces, I. 2011. Caracterización de bacterias endófitas productoras de sideróforos en arroz (*Oryza sativa*). Tesis Biotecnología. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 135 p.

Loganathan, P.; Sunlta, R.; Parlda, A.K.; Nair, S. 1999. Isolation and characterization of two genetically distant groups of *Acetobacter diazotrophicus* from a new host plant *Eleusine corocana* L. J. *App. Microbiol.* no. 87:167 – 172.

MacCulley, M.E. 2002. Niches for bacterium endophytes in crop plants: A plant Biologists view. *Aust. J. Plant Physiol.* 28(9):983-990.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2017. La Palta, producto estrella de nuestra exportación. Lima, Perú. Disponible en <http://repositorio.minagri.gob.pe/handle/MINAGRI/25>

Muthukumarasamy, R.; Rebathi, G.; Vadivelu, M.V. 2000. Antagonistic potential of N<sub>2</sub> – fixing *Acetobacter diazotrophicus* against *Colletotrichum falcatum* Went. A causal of red-rot of sugarcane. *Curr. Sci.* no.78:1063 – 1065.

Okon, Y.; Labandera-González, C.A. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* no. 26:1591-1601.

Paula, M.A.; Urquiaga, S.; Siqueira, J.O.; Döbereiner, J. 1992. Synergistic effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and diazotrophic bacteria on nutrition and growth of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Biol. Fertil. Soils* no.14:61 – 66.

Pérez, C.; Hernández, G.; Fuentes, C., 2014. Uso de bacterias endófitas como control biológico sobre *Phytophthora cinnamomi* Rands causante de la pudrición radicular del aguacate (*Persea americana* Mill.): revisión. Rev. Colombiana cienc. Anim. 6(1):213-222. Fuente original: Hakizama, J.D.; Gryzenhout, M.; Coutinho, T.A.; Van Der Berg, N., 2011. Endophytic diversity in *Persea americana* (avocado) trees and their ability to display biocontrol activity against *Phytophthora cinnamomi*. Proceedings VII World Avocado Congress, Cairns, Australia.

Pillay, V.K.; Norwark, J. 1997. Inoculum, density, temperature, and genotype effect on in vitro growth promotion and epiphytic and endophytic colonization of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.), seedling inoculated with a pseudomonad bacterium. Can. J. Microbiol no.43:354-361.

Preston, G.; Haubold, B.; Rainey, P. 1998. Bacterial genomics and adaptations to the life plants: implications for the evolution of pathogenicity and symbioses. Curr. Opin. Microbiol. no.5:589 – 597.

Quispel, A. 1992. A search for signals in endophytic microorganisms, p. 471-491. In Verma D.P.S. (ed). Molecular signals in plant-microbe communications. CRC press. Boca Raton.

Radwan, T.; Mohamed, Z.K.; Reis, V.M. 2004. Efeito da inoculação de *Azospirillum* y *Herbaspirillum* na produção da compostos indolicos em plântulas de milho e arroz. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia. v. 39, no.10:987 – 994.

Rebaza, C. 2016. Efecto del extracto de *Ipomoea batatas* L. sobre el crecimiento de *Gluconacetobacter diazotrophicus* y dos características fisiológicas de interés agrícola. Tesis Biólogo – Microbiólogo. Universidad Nacional de Trujillo. 75 p.

Reinhold-Hurek, B; Hurek, T. 1998. Interactions of gramineous plants with *Azoarcus* spp., and other diazotrophs: identification, localization and perspective to study their function. C. Rev. Plant Sci. no.17:29-54.

Reis, V.M.; Olivares, F.L.; Döbereiner, J. 1994. Improved methodology for isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and confirmation of its endophytic habitat. World Journal of Microbiology and Biotechnology no.10:401 – 406.

Rosenblueth, M; Martinez-Romero, E. 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. Molecular Plant Microbe Interactions v. 19 no. 8: 827 – 837.

Tapia, A.; Bustillos, M.R.; Jiménez, T.; Caballero, J.; Fuentes, L.E. 2000. Natural endophytic occurrence of *Acetobacter diazotrophicus* in pineapple plants. Microb. Ecol. no.39:49 – 55.

Tsavkelova, EA; Cherdyntseva, TA; Botina, SG; Netrusov, A. 2007. Bacteria associated with orchid roots and microbial production of auxin. Microbial Res no.162:69 – 76.

Weber, O.B.; Cruz, L.; Baldani, J.; Döbereiner, J. 2001. *Herbaspirillum*-like bacteria in banana plants. Braz. J. Microbiol. v. 32. no.3. 201-205.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Longitud de planta inicial para bloqueo experimental.

Bloque	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Bloque I	3.2	3.2	5.2	3.1	4.3	5
	3.4	3.7	3.4	4.5	4	4.3
	5.5	3.5	5	4.2	4.3	4.1
	3.8	4.3	3.1	5	3.3	4.7
Promedio	4.0	3.7	4.2	4.2	4.0	4.5
Bloque II	8.8	7.6	7.7	8.3	8.5	7.8
	8.6	10.3	8.2	6.2	6.5	10.2
	8.6	7.6	7.7	8.4	8.3	10.2
	11.5	9.2	11.1	9.3	9.5	10.4
Promedio	9.4	8.7	8.7	8.1	8.2	9.7
Bloque III	5.3	5.3	4.9	5.3	6	5.4
	4.7	6.5	7.1	5.7	6	7.2
	7	5.5	5.5	5	5.9	7.9
	5.7	6.1	5.7	4.5	6.7	6
Promedio	5.675	5.85	5.8	5.125	6.15	6.625
Bloque IV	9.8	8.5	8.7	7.6	7.5	9.3
	9.5	9.4	7.7	8	10.1	8.6
	7.8	9	7.3	8.6	8.6	9
	11.9	8.3	10.3	9.8	7.6	10
Promedio	9.8	8.8	8.5	8.5	8.5	9.2
Bloque V	5	6.1	5.7	7.1	6.1	4.2
	4	4.7	5.5	4.8	3.8	4.4
	6.5	7	7.9	5.2	5	4.1
	4.5	4.5	7	4.7	5.2	4.3
Promedio	5	5.575	6.525	5.45	5.025	4.25



## ANEXO 2. Evaluación de longitud de planta (cm).

Bloques	Primera evaluación					Segunda evaluación					Tercera evaluación					Cuarta evaluación								
	Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Bloque I</b>	12.1	13.6	17.4	14.9	16.1	23.5	14.5	24.1	24.0	21.5	24.5	30.0	25.9	26.4	26.5	23.2	24.8	32.4	17.4	28.3	30.0	23.0	27.3	35.3
	15.9	16.5	16.7	21.1	17.9	15.2	22.2	25.5	27.0	29.0	29.0	23.0	22.4	26.2	29.8	29.5	30.0	25.2	25.6	27.3	31.4	31.4	34.3	29.1
	21.6	12.3	10.1	14.8	16.8	15.7	32.5	20.5	14.5	19.5	23.0	22.0	26.2	23.8	17.3	22.8	23.4	24.5	39.6	26.0	20.1	23.0	26.4	27.4
	13.0	16.4	15.1	20.8	13.0	16.5	25.4	25.6	25.5	30.0	21.5	25.6	29.5	28.5	29.4	31.0	23.2	30.4	32.4	33.0	33.3	32.7	23.1	34.0
<b>promedio</b>	15.7	14.7	14.8	17.9	16.0	17.7	23.7	23.9	22.8	25.0	24.5	25.2	26.0	26.2	25.8	26.6	25.4	28.1	28.8	28.7	28.7	27.5	27.8	31.5
<b>Bloque II</b>	24.9	20.7	18.7	19.5	26.9	19.8	33.0	28.6	23.0	23.0	37.0	24.5	35.7	31.8	22.7	21.0	40.0	25.8	36.0	34.0	23.0	21.2	44.0	26.2
	23.8	21.0	23.4	20.4	20.2	24.7	27.0	24.0	27.0	26.0	28.0	33.5	29.0	25.0	28.4	25.5	29.2	37.0	30.2	22.5	29.6	27.2	31.2	41.5
	24.0	20.1	23.9	24.9	25.1	24.1	31.5	28.0	35.0	17.0	33.5	27.5	33.0	30.0	42.2	17.0	27.6	28.7	35.3	31.0	50.5	27.7	40.0	31.2
	24.4	24.8	28.5	16.6	22.8	26.2	27.0	30.0	33.5	32.0	25.0	34.0	28.0	31.7	31.8	27.5	26.5	25.8	29.8	33.5	33.7	41.5	26.1	36.8
<b>promedio</b>	24.3	21.7	23.6	20.4	23.8	23.7	29.6	27.7	29.6	24.5	30.9	29.9	31.4	29.6	31.3	22.8	30.8	29.3	32.8	30.3	34.2	29.4	35.3	33.9
<b>Bloque III</b>	17.2	15.3	21.0	14.5	21.8	15.0	21.5	20.0	33.3	16.9	28.4	28.3	22.8	20.6	36.8	23.4	30.8	20.2	24.0	23.0	40.0	34.0	32.0	25.0
	14.5	16.9	24.6	16.9	18.9	21.4	20.3	20.3	33.4	31.1	28.6	32.1	20.0	23.1	37.2	24.4	36.2	37.4	20.2	24.3	38.3	29.0	43.0	39.3
	17.6	22.4	15.6	17.4	15.1	20.2	21.1	31.1	18.9	20.2	17.6	28.2	21.5	32.2	20.0	22.6	18.1	30.0	23.0	33.0	23.0	26.2	20.0	29.1
	17.6	15.3	18.1	17.5	24.0	15.9	25.0	25.2	26.9	24.6	37.1	21.9	25.5	26.3	29.6	24.8	41.2	23.2	27.1	29.0	31.5	28.0	45.1	26.0
<b>promedio</b>	16.7	17.5	19.8	16.6	20.0	18.1	22.0	24.2	28.1	23.2	27.9	27.6	22.5	25.6	30.9	23.8	31.6	27.7	23.6	27.3	33.2	29.3	35.0	29.9
<b>Bloque IV</b>	26.1	20.5	21.5	19.5	16.3	26.1	29.9	23.4	27.2	24.9	21.1	31.1	31.2	25.9	28.2	28.6	23.3	32.4	34.8	28.5	33.2	31.0	26.0	35.8
	25.3	22.0	17.3	22.1	22.5	24.1	33.5	27.0	22.1	30.5	28.3	35.5	35.5	30.0	21.6	33.0	29.3	41.0	39.0	33.0	26.0	35.9	33.8	48.0
	18.3	22.4	26.0	22.0	20.4	23.9	21.5	28.1	26.5	27.9	26.5	32.0	22.5	29.0	40.0	27.2	30.0	34.0	24.8	33.6	43.8	29.0	33.7	40.0
	27.1	21.6	28.5	23.4	18.5	22.1	36.1	24.3	37.0	32.0	26.7	29.9	40.5	25.4	38.2	36.4	28.2	32.0	48.5	29.4	41.5	41.3	34.2	40.0
<b>promedio</b>	24.2	21.6	23.3	21.8	19.4	24.1	30.3	25.7	28.2	28.8	25.7	32.1	32.4	27.6	32.0	31.3	27.7	34.9	36.8	31.1	36.1	34.3	31.9	41.0
<b>Bloque V</b>	20.7	21.6	18.6	27.6	19.4	17.2	31.5	32.0	28.5	36.0	24.0	24.0	32.5	34.6	30.2	36.4	25.5	24.0	35.7	36.1	32.5	39.6	29.5	26.1
	15.4	20.0	20.3	17.6	15.6	18.8	21.0	34.4	31.4	29.5	23.5	36.5	24.0	38.0	32.8	33.6	27.4	46.5	26.0	40.0	36.0	37.9	33.6	54.1
	21.9	21.8	22.9	19.4	22.5	19.8	31.0	29.5	26.5	24.5	37.0	32.0	32.0	32.0	27.4	32.8	40.0	35.5	34.4	38.1	29.3	36.2	42.9	38.5
	18.4	17.8	18.1	19.7	23.4	20.1	26.0	34.0	25.0	30.0	34.4	31.5	26.6	41.6	25.0	26.5	33.1	35.8	27.5	46.0	28.2	28.2	36.9	41.0
<b>promedio</b>	19.1	20.3	20.0	21.1	20.2	19.0	27.4	32.5	27.9	30.0	29.7	31.0	28.8	36.6	28.9	32.3	31.5	35.5	30.9	40.1	31.5	35.5	35.7	39.9
<b>Promedio de bloques</b>	20.0	19.2	20.3	19.5	19.9	20.5	26.6	26.8	27.3	26.3	27.7	29.2	28.2	29.1	29.8	27.4	29.4	31.1	30.6	31.5	32.7	31.2	33.2	35.2

### ANEXO 3. Evaluación diámetro de tallo (mm)

Bloques	Primera evaluación					Segunda evaluación					Tercera evaluación					Cuarta evaluación								
	Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Bloque I</b>	3.2	4.6	3.1	4.1	4.5	3.1	4.7	3.6	4.0	3.6	4.1	3.1	4.4	4.4	4.1	4.9	3.3	4.4	5.8	4.3	4.2	4.6	4.5	5.3
	3.1	3.1	4.1	4.1	3.1	4.4	3.6	4.0	4.4	4.4	4.2	4.0	3.2	5.0	5.0	5.0	4.4	5.0	4.4	5.2	5.5	5.4	4.8	5.2
	4.1	3.1	3.1	3.1	4.5	3.3	4.2	3.3	3.6	3.1	4.0	4.0	5.0	3.5	4.0	5.0	4.0	4.6	5.1	4.3	4.7	5.0	5.3	4.5
	4.2	4.2	4.5	4.1	4.1	3.4	4.6	4.4	4.4	4.3	4.5	4.0	3.8	4.6	4.9	4.8	4.9	3.6	5.0	5.4	5.5	4.6	5.1	5.3
<b>promedio</b>	3.7	3.8	3.7	3.9	4.1	3.6	4.3	3.8	4.1	3.9	4.2	3.8	4.1	4.4	4.5	4.9	4.2	4.4	5.1	4.8	5.0	4.9	4.9	5.1
<b>Bloque II</b>	4.1	3.1	4.1	4.5	4.7	4.1	4.4	4.0	4.4	4.0	4.4	4.4	5.0	4.4	4.4	4.4	5.6	5.4	4.9	4.6	5.0	4.0	5.3	5.6
	3.3	3.1	4.6	4.5	4.5	4.2	4.6	3.3	4.6	4.0	4.0	4.6	4.4	3.5	5.0	4.4	4.9	5.5	4.2	3.5	5.4	4.3	4.4	5.6
	3.1	3.3	4.1	4.1	4.6	4.5	4.0	4.0	4.6	3.5	4.0	4.0	4.9	5.0	5.5	4.0	5.0	5.5	4.9	4.9	5.1	4.1	4.0	5.0
	3.1	4.7	4.1	4.6	3.1	4.1	3.6	4.4	4.4	4.4	3.8	4.4	4.4	5.0	4.9	5.0	4.0	5.0	4.4	4.0	5.2	5.3	4.6	5.2
<b>promedio</b>	3.4	3.6	4.2	4.4	4.2	4.2	3.9	4.5	4.0	4.1	4.4	4.7	4.5	5.0	4.5	4.9	5.4	4.6	4.3	5.2	4.4	4.6	4.6	5.4
<b>Bloque III</b>	3.0	3.6	4.6	3.4	3.3	3.0	4.0	4.0	4.4	4.6	4.0	3.0	4.6	5.0	5.7	4.4	4.4	3.6	4.7	4.4	5.2	4.4	4.2	4.0
	3.9	2.6	3.8	3.2	4.1	4.6	3.5	3.0	3.6	3.5	4.0	4.5	4.0	3.8	4.9	4.5	4.4	5.1	4.0	4.6	4.9	4.5	4.6	5.5
	3.4	3.4	2.2	3.3	3.7	3.3	3.4	4.0	3.4	3.6	3.6	3.6	4.4	5.0	4.5	4.9	4.9	4.0	4.1	4.9	4.6	5.0	4.4	3.9
	3.6	3.7	4.0	3.5	3.6	2.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.2	4.0	4.7	5.0	4.4	4.6	4.0	4.4	5.0	4.7	4.9	4.4	4.8
<b>promedio</b>	3.5	3.3	3.7	3.4	3.7	3.5	3.7	3.8	3.9	3.9	3.9	3.6	4.3	4.6	5.0	4.6	4.6	4.2	4.3	4.7	4.9	4.7	4.4	4.6
<b>Bloque IV</b>	3.6	4.0	3.1	3.3	4.0	3.5	3.5	4.2	3.3	3.3	3.4	4.0	4.4	5.5	4.6	5.0	5.5	5.5	4.9	5.5	4.9	4.6	4.9	5.3
	4.0	3.5	4.1	3.3	3.0	4.0	4.3	3.5	3.5	4.0	3.3	4.0	5.5	5.0	4.9	5.0	4.6	5.5	5.9	5.7	5.2	5.5	5.1	5.7
	3.4	3.5	3.5	5.0	4.1	3.3	3.7	4.0	5.0	3.5	4.0	3.5	4.9	5.2	6.0	4.9	5.0	4.9	5.3	5.5	6.8	5.1	5.6	5.7
	4.0	4.0	3.6	3.4	3.5	3.4	4.0	3.5	4.5	3.6	4.0	4.0	5.2	4.7	5.7	4.0	4.9	5.0	5.5	5.5	6.3	4.9	4.6	5.8
<b>promedio</b>	3.8	3.8	3.6	3.8	3.7	3.6	3.9	3.8	4.1	3.6	3.7	3.9	5.0	5.1	5.3	4.7	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	5.0	5.1	5.6
<b>Bloque V</b>	4.1	4.4	3.6	4.1	4.1	4.1	4.4	4.0	4.4	4.4	4.4	4.0	5.5	4.9	5.0	5.0	5.0	4.9	6.2	5.4	5.2	5.6	5.8	5.2
	4.1	4.1	4.6	4.1	3.3	4.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.4	4.6	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.4	5.3	4.9	5.2	5.2	5.5
	3.3	4.6	4.1	4.7	4.1	4.6	4.0	4.9	4.6	4.0	4.0	4.6	5.0	5.0	4.4	4.9	5.0	5.0	5.3	5.4	4.9	5.3	5.7	5.5
	4.1	5.1	4.1	3.7	4.1	3.3	3.5	5.0	4.0	3.5	3.5	4.0	4.6	5.5	5.0	4.0	5.0	4.9	5.1	5.7	5.5	4.1	5.1	5.4
<b>promedio</b>	3.9	4.6	4.1	4.2	3.9	4.2	4.0	4.5	4.3	4.0	4.0	4.3	4.9	5.1	4.7	4.7	5.0	5.0	5.5	5.5	5.1	5.1	5.5	5.4
<b>Promedio de bloques</b>	3.6	3.8	3.9	3.9	3.9	3.8	4.0	4.0	4.2	3.9	4.0	4.0	4.6	4.7	4.9	4.7	4.7	4.8	5.0	5.0	5.2	4.8	4.9	5.2

### ANEXO 4. Evaluación número de hojas

Bloques	Primera evaluación					Segunda evaluación					Tercera evaluación					Cuarta evaluación								
	Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos					Tratamientos								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Bloque I</b>	4	3	2	3	3	4	6	3	3	5	6	5	5	4	3	5	8	7	6	6	8	9	9	8
	3	4	4	3	3	4	6	6	5	3	4	6	5	7	7	6	4	7	5	6	7	7	6	7
	4	3	4	3	5	3	5	3	5	4	7	6	6	5	7	5	7	5	12	6	9	6	8	6
	2	4	3	4	4	3	5	5	4	5	5	4	4	6	8	6	6	3	4	8	9	6	9	7
<b>promedio</b>	3.3	3.5	3.3	3.3	3.8	3.5	5.5	4.3	4.3	4.3	5.5	5.3	5.0	5.5	6.3	5.5	6.3	5.5	6.8	6.5	8.3	7.0	8.0	7.0
<b>Bloque II</b>	3	3	3	5	4	5	5	6	7	4	6	8	6	6	6	2	7	7	7	7	7	0	8	9
	4	3	3	5	3	2	4	4	5	7	6	5	4	4	5	4	6	5	5	4	6	7	7	10
	4	3	3	4	2	4	6	6	4	3	3	5	5	6	4	2	4	5	9	7	10	3	5	10
	5	5	4	4	5	3	5	7	5	5	5	5	6	7	5	6	6	5	6	10	7	12	6	8
<b>promedio</b>	4.0	3.5	3.3	4.5	3.5	3.5	5.0	5.8	5.3	4.8	5.0	5.8	5.3	5.8	5.0	3.5	5.8	5.5	6.8	7.0	7.5	5.5	6.5	9.3
<b>Bloque III</b>	5	3	2	1	5	5	7	4	6	3	7	5	7	4	5	1	6	5	10	6	10	3	8	7
	4	4	3	4	3	5	6	6	7	6	5	5	3	4	5	3	4	5	0	8	8	5	8	8
	4	2	3	5	5	3	5	7	6	6	7	6	6	6	5	5	6	5	7	7	7	6	7	9
	7	4	3	5	3	3	7	7	7	4	5	6	6	5	5	4	6	5	9	7	8	4	11	8
<b>promedio</b>	5.0	3.3	2.8	3.8	4.0	4.0	6.3	6.0	6.5	4.8	6.0	5.5	5.5	4.8	5.0	3.3	5.5	5.0	6.5	7.0	8.3	4.5	8.5	8.0
<b>Bloque IV</b>	5	6	4	5	3	5	6	7	6	6	4	7	5	7	6	6	5	7	5	7	6	9	5	7
	3	3	5	5	4	4	6	6	8	7	5	7	6	5	6	7	6	6	8	7	9	10	7	12
	4	4	4	3	5	5	6	5	6	6	7	6	6	5	6	7	7	5	8	5	8	7	9	6
	5	6	5	5	4	5	6	6	7	7	4	6	6	7	7	6	5	6	10	9	10	10	8	8
<b>promedio</b>	4.3	4.8	4.5	4.5	4.0	4.8	6.0	6.0	6.8	6.5	5.0	6.5	5.8	6.0	6.3	6.5	5.8	6.0	7.8	7.0	8.3	9.0	7.3	8.3
<b>Bloque V</b>	4	3	3	4	4	3	7	2	4	5	6	6	6	6	5	5	8	7	8	8	8	6	8	8
	4	2	3	2	3	2	6	5	6	3	6	3	6	6	6	5	5	4	9	9	9	10	7	8
	3	3	5	3	3	2	6	2	6	6	5	3	6	4	6	6	6	3	9	8	7	10	8	8
	3	2	4	3	3	3	5	4	6	5	5	4	5	2	6	5	6	5	7	7	8	6	6	11
<b>promedio</b>	3.5	2.5	3.8	3.0	3.3	2.5	6.0	3.3	5.5	4.8	5.5	4.0	5.8	4.5	5.8	5.3	6.3	4.8	8.3	8.0	8.0	8.0	7.3	8.8
<b>Promedio de bloques</b>	4.0	3.5	3.5	3.8	3.7	3.7	5.8	5.1	5.7	5.0	5.4	5.4	5.5	5.3	5.7	4.8	5.9	5.4	7.2	7.1	8.1	6.8	7.5	8.3

### ANEXO 5. Evaluación de materia seca (g/planta)

Bloques	Materia seca hojas (g/planta)						Materia seca tallo (g/planta)						Materia seca raíz (g/planta)						Materia seca semilla (g/planta)						Materia seca planta completa (g/planta)					
	Tratamientos						Tratamientos						Tratamientos						Tratamientos						Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Bloque I</b>	2.2	2.2	2.2	1.6	1.5	3	2.5	2.1	1.9	1.6	1.2	1.9	0.6	0.7	0.9	0.6	0.4	1.4	15.7	13.2	31	29.9	21.2	27.4	21	18.2	36	33.7	24.3	33.7
<b>Bloque II</b>	3.5	2.7	2.9	2.8	0.6	2.3	1.6	1.4	2.2	2.4	2.3	1.2	0.8	0.7	1	1.4	0.5	1.3	31	15.3	18.3	17.1	21	25.3	36.9	20.1	24.4	23.7	24.4	30.1
<b>Bloque III</b>	3.2	2.5	1.9	2.3	3.4	3.6	1.3	1.4	1.2	1.2	2.3	2.6	1.1	0.9	0.7	1.6	0.8	0.9	12	39.9	22.1	22.6	13.6	15	17.6	44.7	25.9	27.7	20.1	22.1
<b>Bloque IV</b>	4.2	3.5	4.4	3.9	3.8	3.3	2.7	2	3.5	2.2	2.2	5.3	1.1	1	2	1.1	1.7	1.4	19.4	19.8	22.9	23.6	24.6	22.4	27.4	26.3	32.8	30.8	32.3	32.4
<b>Bloque V</b>	3.4	3	2.6	2.1	3.1	3.1	2.2	1.5	1.9	1.9	2.9	2.1	0.8	0.7	0.9	0.7	1	1.6	29.8	20	23.9	23.3	17.1	24.6	36.2	25.2	29.3	28	24.1	31.4
<b>Promedio</b>	3.3	2.8	2.8	2.5	2.5	3.1	2.1	1.7	2.1	1.9	2.2	2.6	0.9	0.8	1.1	1.1	0.9	1.3	21.6	21.6	23.6	23.3	19.5	22.9	27.8	26.9	29.7	28.8	25.0	29.9

### ANEXO 6. Evaluación área foliar (dm<sup>2</sup>)

Bloques	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Bloque I	4.9	4.0	4.0	3.5	3.8	5.6
Bloque II	6.6	5.3	5.1	5.7	1.9	3.6
Bloque III	5.7	3.9	4.4	4.2	6.6	6.6
Bloque IV	7.8	5.8	7.8	6.8	7.4	5.6
Bloque V	5.8	5.1	5.2	5.2	5.3	6.0
Promedio	6.2	4.8	5.3	5.1	5.0	5.5

### ANEXO 7. Extracción de fósforo (mg/100 g planta)

Bloques	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Bloque I	230	230	220	190	230	210
Bloque II	230	230	240	200	240	220
Bloque III	250	200	220	260	170	220
Bloque IV	200	190	200	190	170	190
Bloque V	180	190	190	170	200	160
Promedio	218	208	214	202	202	200

### ANEXO 8. Extracción de Zinc (mg/100 g planta)

Bloques	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Bloque I	2.1	2.5	2.3	2.0	2.3	2.2
Bloque II	2.0	2.7	2.6	1.9	2.4	2.1
Bloque III	2.3	3.1	1.8	2.2	2.0	1.6
Bloque IV	1.9	1.7	1.8	1.7	1.6	1.9
Bloque V	1.7	2.3	1.7	1.5	2.3	0.6
Promedio	2.0	2.5	2.0	1.9	2.1	1.7

**ANEXO 9. Análisis de varianza. Longitud de planta para bloqueo de experimento (cm)**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Longitud_0					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	447.024(a)	9	49.669	44.659	.000
Intersección	5196.884	1	5196.884	4672.610	.000
TRATAMIENT O	5.642	5	1.128	1.015	.413
BLOQUE	441.381	4	110.345	99.213	.000
Error	122.342	110	1.112		
Total	5766.250	120			
Total corregida	569.366	119			

a R cuadrado = .785 (R cuadrado corregida = .768)

**Longitud de planta: evaluación inicial**

Tratamiento	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	6,755	2,7	39,5%	1,015	0,413
T1	6,515	2,2	33,2%		
T2	6,735	2,1	30,6%		
T3	6,265	1,9	31,1%		
T4	6,36	1,97	31,0%		
T5	6,855	2,4	35,5%		

**ANEXO 10. Análisis de varianza Longitud de planta (cm) Evaluación 1.**

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Longitud\_1

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	808.223(a)	9	89.803	9.839	.000
Intersección	47489.365	1	47489.365	5203.060	.000
TRATAMIENTO	25.186	5	5.037	.552	.737
BLOQUE	783.037	4	195.759	21.448	.000
Error	1003.992	110	9.127		
Total	49301.580	120			
Total corregida	1812.215	119			

a R cuadrado = .446 (R cuadrado corregida = .401)

Longitud de planta: evaluación 1

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	19,99	4,6	22,97%	0,552	0,737
T1	19,15	3,4	17,7%		
T2	20,32	4,7	23,0%		
T3	19,53	3,4	17,6%		
T4	19,86	3,7	18,8%		
T5	20,52	3,7	18,2%		

## ANEXO 11. Longitud de planta (cm) Evaluación 2

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud\_2

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	643.595(a)	9	71.511	3.100	.002
Intersección	89500.332	1	89500.332	3879.400	.000
TRATAMIENTO	108.316	5	21.663	.939	.459
BLOQUE	535.279	4	133.820	5.800	.000
Error	2537.773	110	23.071		
Total	92681.700	120			
Total corregida	3181.368	119			

a R cuadrado = .202 (R cuadrado corregida = .137)

### Longitud: Evaluación 2

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	"F"	Valor P
<b>T0</b>	26,58	5,7	21,4%	0,897	0,487
<b>T1</b>	26,78	4,3	15,9%		
<b>T2</b>	27,31	5,5	20,3%		
<b>T3</b>	26,31	5,4	20,4%		
<b>T4</b>	27,74	5,6	20,3%		
<b>T5</b>	29,16	4,5	15,3%		



## ANEXO 12. Análisis de varianza. Longitud de planta (cm) Tercera evaluación

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud\_3

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	774.848(a)	9	86.094	2.780	.006
Intersección	101984.191	1	101984.191	3293.143	.000
TRATAMIENTO	165.351	5	33.070	1.068	.382
BLOQUE	609.497	4	152.374	4.920	.001
Error	3406.551	110	30.969		
Total	106165.590	120			
Total corregida	4181.399	119			

a R cuadrado = .185 (R cuadrado corregida = .119)

### Longitud de planta: evaluación 3

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	28,22	5,5	19,5%	1,068	0,382
T1	29,11	5,1	17,6%		
T2	29,76	6,7	22,6%		
T3	27,36	5,3	19,2%		
T4	29,39	6,2	20,9%		
T5	31,05	6,6	21,4%		

### ANEXO 13. Longitud de planta (cm) Cuarta evaluación

#### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud\_4

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1203.670(a)	9	133.741	3.112	.002
Intersección	125925.844	1	125925.844	2930.580	.000
TRATAMIENTO	285.897	5	57.179	1.331	.257
BLOQUE	917.772	4	229.443	5.340	.001
Error	4726.656	110	42.970		
Total	131856.170	120			
Total corregida	5930.326	119			

a R cuadrado = .203 (R cuadrado corregida = .138)

#### Longitud de planta: evaluación 4

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	30,57	7,5	24,6%	1,331	0,257
T1	31,48	5,9	18,6%		
T2	32,75	7,5	22,8%		
T3	31,2	6,1	19,4%		
T4	33,16	7,2	21,8%		
T5	35,22	7,9	22,3%		

### ANEXO 14. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Longitud de planta (cm)

EVALUACIÓN	TRATAMIENTO = LONGITUD PROMEDIO (cm) "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Inicial	T3 = 6,265	1,015	0,413	0,785	0,768
	T4 = 6,360				
	T1 = 6,515				
	T2 = 6,735				
	T0 = 6,755				
	T5 = 6,855				
A los 15 días	T1 = 19,15	0,552	0,737	0,446	0,401
	T3 = 19,53				
	T4 = 19,86				
	T0 = 19,99				
	T2 = 20,315				
	T5 = 20,515				
A los 30 días	T3 = 26,305	0,939	0,459	0,202	0,137
	T0 = 26,575				
	T1 = 26,78				
	T2 = 27,31				
	T4 = 27,735				
	T5 = 29,155				
A los 45 días	T3 = 27,36	1,068	0,382	0,185	0,119
	T0 = 28,215				
	T1 = 29,105				
	T4 = 29,39				
	T2 = 29,755				
	T5 = 31,09				
A los 60 días	T0 = 30,565	1,331	0,257	0,203	0,138
	T3 = 31,2				
	T1 = 31,48				
	T2 = 32,745				
	T4 = 33,155				
	T5 = 35,22				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre la Longitud de la Planta (cm), en los diferentes momentos de evaluación, establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos en ninguno de los momentos.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la evaluación inicial se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,768), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Longitud Promedio de la Planta (cm) en un 76,8%; el 23,2% restante se debe a otros factores.

## ANEXO 15. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 1.

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro\_1

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	7.421(a)	9	.825	2.891	.004
Intersección	1742.694	1	1742.694	6109.909	.000
TRATAMIENTO	1.007	5	.201	.706	.620
BLOQUE	6.414	4	1.603	5.622	.000
Error	31.375	110	.285		
Total	1781.490	120			
Total corregida	38.796	119			

a R cuadrado = .191 (R cuadrado corregida = .125)

### DIÁMETRO: EVALUACIÓN 1

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	3,64	0,4	11,9%	0,706	0,620
T1	3,79	0,7	17,7%		
T2	3,85	0,6	16,0%		
T3	3,91	0,6	14,6%		
T4	3,90	0,5	13,9%		
T5	3,79	0,6	15,7%		

## ANEXO 16. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 2

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro\_2

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3.908(a)	9	.434	2.554	.011
Intersección	1904.033	1	1904.033	11200.895	.000
TRATAMIENTO	.909	5	.182	1.069	.382
BLOQUE	2.999	4	.750	4.411	.002
Error	18.699	110	.170		
Total	1926.640	120			
Total corregida	22.607	119			

a R cuadrado = .173 (R cuadrado corregida = .105)

### DIÁMETRO: EVALUACIÓN 2

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	4,0	0,4	10,2%	1,069	0,382
T1	3,96	0,5	12,7%		
T2	4,16	0,5	11,4%		
T3	3,87	0,4	10,9%		
T4	3,96	0,3	8,0%		
T5	3,97	0,5	12,0%		

## ANEXO 17. Diámetro de tallo (mm) Evaluación 3

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro\_3

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	8.002(a)	9	.889	3.796	.000
Intersección	2696.112	1	2696.112	11510.145	.000
TRATAMIENTO	1.183	5	.237	1.010	.415
BLOQUE	6.819	4	1.705	7.278	.000
Error	25.766	110	.234		
Total	2729.880	120			
Total corregida	33.768	119			

a R cuadrado = .237 (R cuadrado corregida = .175)

### Diámetro: evaluación 3

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	4,59	0,6	12,4%	1,010	0,415
T1	4,74	0,6	12,0%		
T2	4,90	0,5	10,7%		
T3	4,68	0,4	8,0%		
T4	4,72	0,5	11,3%		
T5	4,82	0,6	12,6%		

## ANEXO 18. Análisis de varianza. Diámetro de tallo (mm). Evaluación 4

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro\_4

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	14.960(a)	9	1.662	7.919	.000
Intersección	3003.001	1	3003.001	14306.610	.000
TRATAMIENTO	2.473	5	.495	2.356	.045
BLOQUE	12.487	4	3.122	14.873	.000
Error	23.089	110	.210		
Total	3041.050	120			
Total corregida	38.049	119			

a R cuadrado = .393 (R cuadrado corregida = .344)

### DIÁMETRO: EVALUACIÓN 4

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	4,98	0,6	12,3%	2,356	0,045
T1	4,96	0,6	12,4%		
T2	5,19	0,6	11,1%		
T3	4,82	0,5	10,2%		
T4	4,88	0,5	10,5%		
T5	5,20	0,5	10,2%		

**ANEXO 19. Prueba de Duncan y Tukey. Parámetro diámetro de tallo (mm)**  
Diámetro\_4

	TRATAMIENTO	N	Subconjunto		
			2	3	1
DHS de Tukey(a,b)	3	20	4.8200		
	4	20	4.8800		
	1	20	4.9550		
	0	20	4.9750		
	2	20	5.1850		
	5	20	5.2000		
	Significación			.100	
Duncan(a,b)	3	20	4.8200		
	4	20	4.8800	4.8800	
	1	20	4.9550	4.9550	4.9550
	0	20	4.9750	4.9750	4.9750
	2	20		5.1850	5.1850
	5	20			5.2000
	Significación			.337	.056

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = .210.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000

b Alfa = .05.



## ANEXO 20. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Diámetro de tallo (mm)

Evaluación	Tratamiento = diámetro promedio (mm) "ascendente"	Anva		Ajuste del modelo	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
A los 15 días	T0 = 3,635	0,706	0,620	0,191	0,125
	T1 = 3,785				
	T5 = 3,79				
	T2 = 3,85				
	T4 = 3,9				
T3 = 3,905					
A los 30 días	T3 = 3,865	1,069	0,382	0,173	0,105
	T1 = 3,955				
	T4 = 3,96				
	T5 = 3,965				
	T0 = 4,0				
T2 = 4,155					
A los 45 días	T0 = 4,59	1,010	0,415	0,237	0,175
	T3 = 4,675				
	T4 = 4,72				
	T1 = 4,735				
	T5 = 4,82				
T2 = 4,9					
A los 60 días	T3 = 4,82	2,356	0,045	0,393	0,344
	T4 = 4,88				
	T1 = 4,955				
	T0 = 4,975				
	T2 = 5,185				
T5 = 5,2					

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre el Diámetro de la Planta (mm), en los diferentes momentos de evaluación, establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos a los 15 días, 30 días y 45 días. Sin embargo, a los 60 días Sí se encuentran Diferencias Significativas en al menos uno de los tratamientos.

De acuerdo a la prueba Post-Hoc de Duncan, clasifica a los tratamientos en 3 grupos homogéneos: Grupo 1= T3, T4, T1 y T0; Grupo 2= T4, T1, T0 y T2; Grupo 3= T1, T0, T2 y T5.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la evaluación inicial se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,344), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Longitud Promedio de la Planta (cm) en un 34,4%; el 65,6% restante se debe a otros factores.

## ANEXO 21. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 1

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: N°\_Hojas\_1

Fuente	Suma de cuadrados III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	28.692(a)	9	3.188	3.475	.001
Intersección	1635.408	1	1635.408	1782.903	.000
TRATAMIENTO	3.642	5	.728	.794	.556
BLOQUE	25.050	4	6.263	6.827	.000
Error	100.900	110	.917		
Total	1765.000	120			
Total corregida	129.592	119			

a R cuadrado = .221 (R cuadrado corregida = .158)

### Número de hojas formadas: evaluación 1

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
<b>T0</b>	4	1,1	26,9%	0,794	0,556
<b>T1</b>	3,5	1,1	32,8%		
<b>T2</b>	3,5	0,9	25,4%		
<b>T3</b>	3,8	1,2	30,3%		
<b>T4</b>	3,7	0,9	25,0%		
<b>T5</b>	3,7	1,1	29,8%		

## ANEXO 22. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 2

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: N°\_Hojas\_2

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	42.275(a)	9	4.697	3.403	.001
Intersección	3466.875	1	3466.875	2511.401	.000
TRATAMIENTO	9.275	5	1.855	1.344	.251
BLOQUE	33.000	4	8.250	5.976	.000
Error	151.850	110	1.380		
Total	3661.000	120			
Total corregida	194.125	119			

a R cuadrado = .218 (R cuadrado corregida = .154)

### NÚMERO DE HOJAS FORMADAS: EVALUACIÓN 2

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	5,8	0,8	13,7%	1,344	0,251
T1	5,1	1,6	32,4%		
T2	5,7	1,3	22,4%		
T3	5,0	1,4	27,5%		
T4	5,4	1,1	21,2%		
T5	5,4	1,3	23,6%		

## ANEXO 23. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 3

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: N°\_Hojas\_3

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	34.858(a)	9	3.873	2.628	.009
Intersección	3510.008	1	3510.008	2381.379	.000
TRATAMIENTO	13.742	5	2.748	1.865	.106
BLOQUE	21.117	4	5.279	3.582	.009
Error	162.133	110	1.474		
Total	3707.000	120			
Total corregida	196.992	119			

a R cuadrado = .177 (R cuadrado corregida = .110)

### NÚMERO DE HOJAS FORMADAS: EVALUACIÓN 3

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	5,5	0,9	17,3%	1,865	0,106
T1	5,3	1,3	25,3%		
T2	5,7	1,1	20,1%		
T3	4,8	1,7	34,9%		
T4	5,9	1,2	19,8%		
T5	5,4	1,2	22,9%		

## ANEXO 24. Análisis de varianza Número de hojas. Evaluación 4

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: N°\_Hojas\_4

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	52.283(a)	9	5.809	1.473	.167
Intersección	6720.033	1	6720.033	1704.478	.000
TRATAMIENTO	32.067	5	6.413	1.627	.159
BLOQUE	20.217	4	5.054	1.282	.281
Error	433.683	110	3.943		
Total	7206.000	120			
Total corregida	485.967	119			

a R cuadrado = .108 (R cuadrado corregida = .035)

### NÚMERO DE HOJAS FORMADAS: EVALUACIÓN 4

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	7,2	2,6	36,8%	1,627	0,159
T1	7,1	1,4	19,9%		
T2	8,1	1,2	15,3%		
T3	6,8	3,0	43,6%		
T4	7,5	1,5	19,6%		
T5	8,3	1,6	18,8%		

**ANEXO 25. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Número de hojas (mm)**

EVALUACIÓN	TRATAMIENTO = N° HOJAS FORMADAS "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
A los 15 días	T1 = 3,5	0,794	0,556	0,221	0,158
	T2 = 3,5				
	T5 = 3,65				
	T4 = 3,7				
	T3 = 3,8				
	T0 = 4,0				
A los 30 días	T3 = 5,0	1,344	0,251	0,218	0,154
	T1 = 5,05				
	T4 = 5,4				
	T5 = 5,4				
	T2 = 5,65				
	T0 = 5,75				
A los 45 días	T3 = 4,8	1,865	0,106	0,177	0,110
	T1 = 5,30				
	T5 = 5,35				
	T0 = 5,45				
	T2 = 5,65				
	T4 = 5,9				
A los 60 días	T3 = 6,8	1,627	0,159	0,108	0,035
	T1 = 7,1				
	T0 = 7,2				
	T4 = 7,5				
	T2 = 8,05				
	T5 = 8,25				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre el Número de Hojas por Planta, en los diferentes momentos de evaluación, establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos en ninguno de los momentos.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la evaluación a los 15 días se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,768), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Longitud Promedio de la Planta (cm) en un 15,8%; el 84,2% restante se debe a otros factores.

## ANEXO 26. Análisis de varianza Materia seca hojas. Evaluación 1

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MS\_Hojas

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	12.524(a)	9	1.392	3.396	.011
Intersección	239.701	1	239.701	585.018	.000
TRATAMIENTO	2.419	5	.484	1.181	.353
BLOQUE	10.105	4	2.526	6.166	.002
Error	8.195	20	.410		
Total	260.420	30			
Total corregida	20.719	29			

a R cuadrado = .604 (R cuadrado corregida = .426)

### MATERIA SECA: HOJAS

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	3,3	0,7	21,9%	1,181	0,353
T1	2,78	0,5	17,9%		
T2	2,8	1,0	34,7%		
T3	2,54	0,9	34,4%		
T4	2,48	1,4	55,1%		
T5	3,06	0,5	15,8%		

## ANEXO 27. Análisis de varianza materia seca tallo.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MS\_Tallo

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	9.076(a)	9	1.008	1.897	.112
Intersección	131.043	1	131.043	246.522	.000
TRATAMIENTO	2.567	5	.513	.966	.462
BLOQUE	6.509	4	1.627	3.061	.040
Error	10.631	20	.532		
Total	150.750	30			
Total corregida	19.707	29			

a R cuadrado = .461 (R cuadrado corregida = .218)

### MATERIA SECA: TALLO

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
<b>T0</b>	2,06	0,6	28,8%	0,966	0,462
<b>T1</b>	1,68	0,3	20,4%		
<b>T2</b>	2,14	0,8	39,5%		
<b>T3</b>	1,86	0,5	25,7%		
<b>T4</b>	2,18	0,6	28,2%		
<b>T5</b>	2,62	1,6	60,3%		



## ANEXO 28. Análisis de varianza materia seca raíz.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MS\_Raíz

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2.170(a)	9	.241	2.216	.066
Intersección	30.603	1	30.603	281.191	.000
TRATAMIENTO	.935	5	.187	1.718	.176
BLOQUE	1.235	4	.309	2.838	.052
Error	2.177	20	.109		
Total	34.950	30			
Total corregida	4.347	29			

a R cuadrado = .499 (R cuadrado corregida = .274)

### MATERIA SECA: RAÍZ

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	0,88	0,2	24,6%	1,718	0,176
T1	0,8	0,1	17,7%		
T2	1,1	0,5	46,8%		
T3	1,08	0,4	40,0%		
T4	0,88	0,5	58,7%		
T5	1,32	0,3	19,6%		

## ANEXO 29. Análisis de varianza materia seca semilla.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MS\_Semilla

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	83.259(a)	9	9.251	.177	.994
Intersección	14652.300	1	14652.300	280.319	.000
TRATAMIENTO	58.796	5	11.759	.225	.947
BLOQUE	24.463	4	6.116	.117	.975
Error	1045.401	20	52.270		
Total	15780.960	30			
Total corregida	1128.660	29			

a R cuadrado = .074 (R cuadrado corregida = -.343)

### MATERIA SECA: SEMILLA

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	21,6	8,5	39,3%	0,225	0,947
T1	21,6	10,6	49,1%		
T2	23,6	4,6	19,6%		
T3	23,3	4,5	19,5%		
T4	19,5	4,2	21,7%		
T5	22,9	4,8	20,9%		

### ANEXO 30. Análisis de varianza materia seca completa.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: MS\_Planta\_Completa

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	153.319(a)	9	17.035	.344	.948
Intersección	23564.821	1	23564.821	476.490	.000
TRATAMIENTO	85.971	5	17.194	.348	.878
BLOQUE	67.349	4	16.837	.340	.847
Error	989.099	20	49.455		
Total	24707.240	30			
Total corregida	1142.419	29			

a R cuadrado = .134 (R cuadrado corregida = -.255)

#### MATERIA SECA: PLANTA COMPLETA

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
<b>T0</b>	27,8	8,7	31,3%	0,348	0,878
<b>T1</b>	26,9	10,5	39,1%		
<b>T2</b>	29,7	4,8	16,2%		
<b>T3</b>	28,8	3,7	13,0%		
<b>T4</b>	25,0	4,4	17,7%		
<b>T5</b>	29,9	4,6	15,3%		

### ANEXO 31. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Materia seca

MATERIA SECA	TRATAMIENTO = N° HOJAS FORMADAS "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
HOJAS (G/PLANTA)	T4 = 2,48	1,181	0,353	0,604	0,426
	T3 = 2,54				
	T1 = 2,78				
	T2 = 2,8				
	T5 = 3,06				
	T0 = 3,3				
TALLO (G/PLANTA)	T1 = 1,68	0,966	0,462	0,461	0,218
	T3 = 1,86				
	T0 = 2,06				
	T2 = 2,14				
	T4 = 2,18				
	T5 = 2,62				
RAÍZ (G/PLANTA)	T1 = 0,8	1,718	0,176	0,499	0,274
	T0 = 0,88				
	T4 = 0,88				
	T3 = 1,08				
	T2 = 1,1				
	T5 = 1,32				
SEMILLA (G/PLANTA)	T4 = 19,5	0,225	0,947	0,074	0,000
	T0 = 21,58				
	T1 = 21,64				
	T5 = 22,94				
	T3 = 23,3				
	T2 = 23,64				
PLANTA COMPLETA (G/PLANTA)	T4 = 25,04	0,348	0,878	0,134	0,000
	T1 = 26,9				
	T0 = 27,82				
	T3 = 28,78				
	T2 = 29,68				
	T5 = 29,94				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre la Materia Seca, en Hoja, Tallo, Raíz, Semilla y Planta Completa, establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos en ninguna de dichas características.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la característica Hojas se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,426), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Materia Seca Promedio generada por las Hojas de la Planta en un 42,6%; el 57,4% restante se debe a otros factores.

## ANEXO 32. Análisis de varianza área foliar.

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Área\_Foliar

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	28.558(a)	9	3.173	2.601	.036
Intersección	847.299	1	847.299	694.464	.000
TRATAMIENTO	5.840	5	1.168	.957	.467
BLOQUE	22.718	4	5.679	4.655	.008
Error	24.402	20	1.220		
Total	900.259	30			
Total corregida	52.959	29			

a R cuadrado = .539 (R cuadrado corregida = .332)

### ÁREA FOLIAR

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	6,2	1,1	17,5%	0,957	0,467
T1	4,8	0,8	17,5%		
T2	5,3	1,5	27,8%		
T3	5,1	1,3	25,3%		
T4	5,0	2,2	43,9%		
T5	5,5	1,1	20,3%		

### ANEXO 33. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Área foliar

PARÁMETRO	TRATAMIENTO = N° HOJAS FORMADAS "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
ÁREA FOLIAR (DM <sup>2</sup> )	T1 = 4,834	0,957	0,467	0,539	0,332
	T4 = 5,016				
	T3 = 5,068				
	T2 = 5,301				
	T5 = 5,483				
	T0 = 6,185				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre el Área Foliar (dm<sup>2</sup>), establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos para esta característica.

Respecto al ajuste del modelo empleado, se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado de R<sup>2</sup>=0,332, lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento del Área Foliar Promedio en un 33,2%; el 66,8% restante se debe a otros factores.

## ANEXO 34. Análisis de varianza extracción de fósforo.

### Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Fósforo\_100Planta

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	11033.333(a)	9	1225.926	3.007	.019
Intersección	1289613.333	1	1289613.333	3163.401	.000
TRATAMIENTO	1346.667	5	269.333	.661	.657
BLOQUE	9686.667	4	2421.667	5.940	.003
Error	8153.333	20	407.667		
Total	1308800.000	30			
Total corregida	19186.667	29			

a R cuadrado = .575 (R cuadrado corregida = .384)

### FÓSFORO (MG/100 G DE PLANTA)

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	218	27,7	12,7%	0,661	0,657
T1	208	20,5	9,9%		
T2	214	19,5	9,1%		
T3	202	34,2	16,9%		
T4	202	32,7	16,2%		
T5	200	25,5	12,7%		

### ANEXO 35. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Extracción de fósforo

EXTRACCIÓN DE FÓSFORO	TRATAMIENTO = FÓSFORO PROMEDIO "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
MG/PLANTA	T4 = 50,346	0,495	0,776	0,156	0,000
	T1 = 55,068				
	T3 = 57,914				
	T0 = 59,426				
	T5 = 59,482				
	T2 = 63,202				
MG/100 G PLANTA	T5 = 200	0,661	0,657	0,575	0,384
	T3 = 202				
	T4 = 202				
	T1 = 208				
	T2 = 214				
	T0 = 218				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre la Extracción de Fósforo: mg/Planta y mg/100g Planta, establece que no existe diferencias significativas entre los tratamientos para estas características.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la Extracción de Fósforo en mg/100g Planta, se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,384), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Extracción de Fósforo Promedio (en mg/100g Planta) en un 38,4%; el 61,6% restante se debe a otros factores.



### ANEXO 36. Análisis de varianza extracción de zinc.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Zinc\_100Planta

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3.609(a)	9	.401	3.355	.012
Intersección	123.221	1	123.221	1031.141	.000
TRATAMIENTO	1.727	5	.345	2.890	.040
BLOQUE	1.882	4	.471	3.937	.016
Error	2.390	20	.120		
Total	129.220	30			
Total corregida	5.999	29			

a R cuadrado = .602 (R cuadrado corregida = .422)

#### ZINC (MG/100 G DE PLANTA)

TRATAMIENTO	Medidas Estadísticas			ANVA	
	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	"F"	Valor P
T0	2,00	0,22	11,2%	2,89	0,040
T1	2,46	0,52	21,0%		
T2	2,04	0,39	19,2%		
T3	1,86	0,27	14,5%		
T4	2,12	0,33	15,4%		
T5	1,68	0,65	38,4%		

### ANEXO 37. Ajuste del modelo R<sup>2</sup>. Extracción de Zinc.

EXTRACCIÓN DE ZINC	TRATAMIENTO = ZINC PROMEDIO "ASCENDENTE"	ANVA		AJUSTE DEL MODELO	
		"F"	Valor P	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
MG/PLANTA	T5 = 0,506	0,444	0,813	0,164	0,000
	T4 = 0,524				
	T3 = 0,535				
	T0 = 0,544				
	T2 = 0,603				
	T1 = 0,682				
MG/100 G PLANTA	T5 = 1,68	2,89	0,040	0,602	0,422
	T3 = 1,86				
	T0 = 2,0				
	T2 = 2,04				
	T4 = 2,12				
	T1 = 2,46				

El análisis de varianza del diseño en bloque al azar aplicado en la presente investigación, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos sobre la Extracción de Zinc: mg/Planta y mg/100g Planta, establece que No Existe Diferencias Significativas entre los tratamientos para estas características.

Respecto al ajuste del modelo empleado, en la Extracción de Zinc en mg/100g Planta, se obtuvo el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> ajustado más alto (R<sup>2</sup>=0,422), lo cual indica que los tratamientos aplicados y la asignación de bloques explican el comportamiento de la Extracción de Zinc Promedio (en Mg/100g Planta) en un 42,2%; el 58,8% restante se debe a otros factores.