

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“EFECTO DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO  
VEGETAL EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L. var. ‘Típica’)  
EN SUS PRIMEROS ESTADÍOS DE SU DESARROLLO”**

**Presentado por:**

**Juan Carlos Fernández Cerna**

**Tesis para Optar el Título Profesional de:**

**BIÓLOGO**

**Lima-Perú**

**2015**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres Hilarión Fernández y Juana Cerna por su inmenso apoyo, sin ellos no lo hubiese logrado. A mi hijita Esperanza que es la razón por la cual me esfuerzo cada día, es mi principal motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Doctora Doris Zúñiga Dávila, por sus sabios conocimientos, paciencia, tiempo y motivación en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A la Junta Nacional de Café por el financiamiento del proyecto de investigación para una caficultura sostenible, que a su vez permitió el desarrollo de esta tesis.
- A la Bióloga Elena Ramos por sus sugerencias, y sus aportes valiosos.
- A la Bióloga Katty Ogata por sus consejos en la finalización de esta tesis.
- Al Biólogo Ricardo Santos que estuvo conmigo de principio a fin en este trabajo de investigación, tanto en campo y en el laboratorio.
- A la Señora Eugenia Llulluy y familia que facilitaron el uso de sus cultivos de café, siempre estuvieron atentos en desarrollar dicho proyecto.
- A cada uno de mis compañeros del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología «Marino Tabusso» que de alguna forma contribuyeron en la ejecución de la presente tesis.

# ÍNDICE

## RESUMEN

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
2.1 Cultivo de café .....	4
2.1.1 Características Botánicas.....	5
2.1.2 Taxonomía.....	8
2.1.3 Variedades.....	9
2.1.4 Situación actual .....	10
2.2 Bacterias promotoras de crecimiento vegetal.....	13
2.2.1 <i>Azotobacter</i> .....	14
2.2.2 <i>Pseudomonas</i> .....	14
2.3 Características promotoras de crecimiento vegetal .....	15
2.3.1 Producción de ácido indol acético (AIA).....	15
2.3.2 Solubilización de fosfato.....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	18
3.1 Materiales.....	18
3.1.1 Muestra Biológica .....	18
3.1.2 Material y equipos de laboratorio.....	18
3.2 Métodos.....	21
3.2.1 Lugar de muestreo.....	21
3.2.2 Muestreo.....	21
3.2.3 Lugar de procesamiento de muestras .....	21
3.2.4 Tratamiento de muestras .....	22
3.2.5 Cuantificación de microorganismos de la rizósfera del café.....	23
3.2.6 Medición de la actividad microbiana y características fisicoquímicas.....	24
3.2.7 Aislamiento de cepas de <i>Azotobacter</i> y <i>Pseudomonas</i> .....	25
3.2.8 Caracterización fenotípica de cepas aisladas rizósfera de café .....	25
3.2.9 Conservación de las bacterias aisladas por el método de congelación a -80° C .....	26
3.2.10 Capacidad promotora de crecimiento vegetal .....	26
3.2.11 Ensayos a nivel de laboratorio.....	27

3.2.12	Ensayo en campo.....	28
3.2.13	Análisis de datos.....	29
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>30</b>
4.1	Cuantificación de microorganismos de la rizósfera del café.....	30
4.2	Medición de la actividad microbiana y características fisicoquímicas.....	32
4.2.1	Medición de la actividad microbiana .....	32
4.3	Aislamiento de bacterias del cultivo de café.....	33
4.4	Caracterización fenotípica de cepas aisladas rizósfera de café .....	35
4.4.1	Características macroscópicas.....	36
4.4.2	Características microscópicas.....	36
4.5	Capacidad promotora de crecimiento vegetal (PGPR).....	36
4.5.1	Determinación de la producción de precursores de ácido indol acético.....	36
4.5.2	Determinación de la solubilización de fosfatos.....	39
4.6	Ensayo a nivel de laboratorio .....	42
4.6.1	Ensayo de germinación del café con cepas de <i>Azotobacter</i> y <i>Pseudomonas</i> .....	42
4.7	Ensayo a nivel de campo .....	44
4.7.1	Primera evaluación.....	44
4.7.2	Segunda evaluación.....	44
4.7.3	Tercera evaluación .....	44
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
	ANEXO 1: TABLAS	60
	ANEXOS 2: FIGURAS	72
	ANEXOS 3: ESTADÍSTICAS	82

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción (miles de toneladas) de café en el Perú en el periodo 2002 – 2012.	10
<b>Figura 2.</b> Producción de café en el Perú en el periodo Enero – Abril/2010 – 2013.	11
<b>Figura 3.</b> Exportaciones de café en el periodo 2000 – 2012.	13
<b>Figura 4.</b> Exportaciones de café en el periodo Enero – Abril/ 2010 – 2013.	13
<b>Figura 5.</b> Poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café en tres edades diferentes de cultivo.	31
<b>Figura 6.</b> Poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café en tres edades diferentes de cultivo.	31
<b>Figura 7.</b> Actividad microbiana de la rizósfera de café en relación a la edad del cultivo.	33
<b>Figura 8.</b> Reacción oxidativa con el reactivo Salkowsky.	38
<b>Figura 9.</b> Solubilización de fosfato bicálcico por cepas de <i>Azotobacter</i> aisladas de la rizósfera de café.	40
<b>Figura 10.</b> Solubilización de fosfato bicálcico por cepas de <i>Pseudomonas</i> aisladas de la rizósfera de café.	41
<b>Figura 11.</b> Solubilización de fosfato tricálcico por cepas de <i>Azotobacter</i> aisladas de la rizósfera de café.	41
<b>Figura 12.</b> Solubilización de fosfato tricálcico por cepas de <i>Pseudomonas</i> aislada de la rizósfera de café.	42
<b>Figura 13.</b> Efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de semillas del café.	43
<b>Figura 14.</b> Evaluación de la inoculación en la longitud de la parte aérea del cultivo de café en 180 días en su estadio “fósforo”	47
<b>Figura 15.</b> Evaluación de la inoculación en la longitud de la parte aérea del cultivo de café en 180 días en su estadio “mariposa”	47

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Muestreo de la rizósfera del cultivo de café.	21
<b>Tabla 2.</b> Medios de cultivo y condiciones para el análisis de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café.	22
<b>Tabla 3.</b> Porcentaje de humedad y temperatura del suelo de café en relación a la edad del cultivo.	32
<b>Tabla 4.</b> Cepas de <i>Azotobacter</i> aisladas de la rizósfera de café.	34
<b>Tabla 5.</b> Cepas de <i>Pseudomonas</i> aisladas de la rizósfera de café.	35
<b>Tabla 6.</b> Producción de AIA de <i>Azotobacter</i> aisladas de la rizósfera de café.	38
<b>Tabla 7.</b> Producción de AIA de <i>Pseudomonas</i> aisladas de la rizósfera de café.	39
<b>Tabla 8.</b> Longitud parte aérea y radicular del cafeto evaluado en sus dos estadios de desarrollo.	45
<b>Tabla 9.</b> Peso fresco y seco de la parte aérea y radicular del cafeto evaluado en sus dos estadios de desarrollo.	46

## RESUMEN

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos más importantes en la agricultura moderna por su rol en la economía, ya que en su larga cadena productiva participan varios actores, y por ser un generador de divisas. En 2011, favorecido por las condiciones climáticas y la baja productividad de los grandes países cafetaleros, se alcanzó la máxima producción con 328 mil toneladas de grano de café. Sin embargo, debido a la mala gestión en la productividad y a la aparición de nuevas plagas, producto del cambio climático, la producción del café peruano sufrió una caída dramática. Hoy en día, el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, están causando severos daños en el medio ambiente, fundamentalmente, porque estos productos contaminan ríos y aguas subterráneas. Ante los problemas ocasionados por el uso de fertilizantes químicos y la baja productividad, la propuesta de usar fertilizantes bacterianos con características PGPR es una alternativa que en los últimos años ha tomado mayor interés por diversos investigadores que han realizado estudios en numerosos cultivos de importancia agronómica. En el presente estudio se evaluó la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) de los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas*, en el cultivo de café. Se aislaron 57 cepas de la rizósfera del cultivo de café del distrito Naranjal – Junín, estas fueron seleccionadas *in vitro* mediante la capacidad de producción de ácido indol acético (AIA), solubilización de fosfato insoluble y el efecto en la germinación en semillas de café. Del total de cepas aisladas, el 32% produjeron concentraciones altas de AIA, entre 20 a 60 ug/ml. Asimismo, 88% y 93% solubilizaron el fosfato bicálcico y tricálcico respectivamente. Por otro lado, el porcentaje de germinación de semillas incrementó significativamente por inoculación de las cepas FN205 y PS118 entre 34 % y 33%, en comparación al control. A nivel de campo, se evaluó el efecto de la inoculación en el estado “fósforo” y “mariposa” del cultivo de café. Luego, la cosecha fue realizada después de 6 meses de la siembra, las cepas FN205 y PS118 incrementaron significativamente la longitud de la parte aérea, longitud radicular y peso seco de la parte aérea. Por último, los resultados demostraron que la inoculación con cepas del género *Azotobacter* y *Pseudomonas* con características PGPR, representan una alternativa biotecnológica para la promover el crecimiento del cultivo de café, con efectos favorables en el incremento de la biomasa vegetal.

**Palabras clave:** café, PGPR, Solubilizadores de fosfato, AIA.



## SUMMARY

The coffee (*Coffea arabica* L.) is one of the most important crops in modern agriculture due to its role in economy, because there are several actors in its huge production chain and for being a currency generator. In 2011, thanks to climatic conditions and the low productivity of coffee-growing countries, the maximum production was reached with 328 tons of coffee beans. However, due to a bad productivity management and the appearance of new pests, as a consequence of weather change, the productivity of coffee experienced a dramatic fall. Nowadays, the use of chemical fertilizers and pesticides are causing environmental damage, essentially because these products pollute rivers and groundwaters. In order to solve the problems because of chemical and low productivity, the alternative of using bacterial fertilizers with PGPR characteristics has caught the interest of researchers and have studied various crops of agronomic importance. In the present work the inoculation of plant growth promoting bacterias (PGPR) of genus *Azotobacter* y *Pseudomonas* in coffee has been studied. 57 strains has been isolated from the rhizosphere of coffee from Naranjal-Junin, these strains were selected *in vitro* due to their capacity of indolacetic acid (IAA) production, insoluble phosphate solubilization and the effect of coffee beans germination. From all the isolated strains., 32% produced high concentrations of IAA, between 20 to 60 ug/ml. Additionally, 88% and 93% solubilized dicalcium and tricalcium phosphate respectively. On the other hand, the percentage of beans germination was increased significantly due to inoculation of strains FN205 and PS118, between 34 and 33%, compared to control. In the field, the inoculation effect of stages “fósforo” and “mariposa” was evaluated. Then, the harvest was carried out after 6 months of sowing and the strains FN205 and PS118 increased significantly the length of aerial part, length of radicle and dried weight of aerial part. Lastly, the results showed that inoculation with genus *Azotobacter* and *Pseudomonas* with PGPR characteristics, represent a biotechnological alternative to promote the growth of coffee crop, with beneficial effects in the increase of vegetal biomass.

**Key words:** Coffee, PGPR, phosphate solubilization, IAA

## I. INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.) se originó en las alturas de Kaffa, provincia de Etiopia, en el continente africano (Clay, 2004; Rimache, 2008; Fundes y Cruz, 2011), éste cultivo es considerado uno de los productos agrícolas de gran importancia económica, en muchos países del mundo, por sus cualidades organolépticas y por ser una fuente generadora de empleo (Gotteland y De Pablo, 2007). A nivel mundial, el café ocupa 10.6 millones Ha de área cultivada (FAO, 2014; Clay, 2004), y es producido en alrededor 80 países de climas tropicales y subtropicales (Clay, 2004).

En los últimos años el café se ha convertido en el cultivo más importante del Perú, esto debido a que las exportaciones se han incrementado rápidamente y ha sido catalogado como el mejor café orgánico del mundo a pesar de ser nativo de Etiopia, esto se debe principalmente a las diversas condiciones ambientales que presenta el Perú, tales como las zonas tropicales y subtropicales donde éste cultivo se desarrolla favorablemente (MINAGRI, 2013).

El café peruano tiene una influencia considerable en el mercado mundial de alrededor del 3.2% de la producción mundial del café y ello lo cataloga como relevante en la economía y la sociedad peruana, pues cerca de 160 000 familias productoras dependen de este cultivo, distribuidos en 338 distritos rurales, 57 provincias y 15 regiones, generando jornales directos e indirectos en la cadena productiva, además es considerado como un cultivo alternativo contra los cultivos ilegales, tal como el cultivo de la coca (Schuller, 2010).

Por otro lado, en 2012 el café fue el principal producto de agroexportación, ya que representó alrededor del 25% del total de este sector (APN, 2013). Además, el grano de café peruano se exportó a más de 45 países, de los cuales Alemania, EE.UU. y Bélgica fueron los principales importadores (Del Pilar, 2011). Sin embargo, desde el 2013 la producción de café en el Perú disminuyó considerablemente debido a los cambios climáticos que originó la aparición de la plaga roya amarilla (MINAGRI, 2013).

A pesar de la importancia de la caficultura peruana y en el mercado internacional, el cultivo de café presenta varias limitaciones, tales como la baja productividad por falta de renovación del parque cafetalero; la falta de nutrientes del suelo; el descontrolado uso de fertilizantes químicos; la presencia de plagas y fitopatógenos que afectan a la productividad y la rentabilidad del cultivo (Schuller, 2010). Por estas razones, surge la necesidad de investigar todas las alternativas que ayuden a incrementar la producción del cultivo del café en el Perú. Asimismo, esta necesidad ha permitido la elaboración de este trabajo de investigación, la cual busca una alternativa al uso de fertilizantes químicos.

Hoy en día, está ampliamente aceptado que las rizobacterias juegan un rol clave en la salud y nutrición de las plantas, estas son excelentes hábitats para los microorganismos. Las raíces se desarrollan en un medio húmedo, el cual es poco variable y las concentraciones de nutrientes son altas, estas características constituyen un ambiente idóneo para la actividad microbiana (Gonzales y León, 2002).

Las rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPR sigla en inglés), benefician el desarrollo vegetal, ya sea por mecanismos indirectos como la mejora de la nutrición de la planta o directamente, involucrando el metabolismo de la planta, produciendo reguladores de crecimiento o previniendo satisfactoriamente la invasión de microorganismos patógenos por activación del metabolismo defensivo de las plantas (Camelo *et al.*, 2011). Distintos microorganismos considerados PGPR han sido utilizados en la promoción del crecimiento de cultivos variados y recientes estudios en café han demostrado que en la rizósfera del café existen diversas poblaciones microbianas, las cuales poseen gran potencial promotor de crecimiento vegetal (Muleta *et al.*, 2013). El propósito del presente trabajo fue evaluar las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café, especialmente de cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas* para seleccionar aquellas cepas con potencial promotor de crecimiento vegetal; y a su vez, evaluar el efecto de inoculación en el café en sus primeros estadios de su desarrollo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Evaluar el efecto de la inoculación de bacterias del género *Azotobacter* y *Pseudomonas* en plantas de café en sus primeros seis meses de su desarrollo.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar y determinar las poblaciones de microorganismos en el suelo y la rizósfera del cultivo de café.
- Aislar y caracterizar fenotípicamente cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas* de la rizósfera de café.
- Identificar microorganismos con capacidad PGPR aislados de la rizósfera del cultivo de café mediante los ensayos de producción de AIA y solubilización de fosfato.
- Evaluar el efecto de las bacterias con capacidad PGPR sobre la germinación en el cultivo de café.
- Evaluar en campo, el efecto de la inoculación de cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas* en el cafeto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo de café

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos más importantes del mundo (Fernández, et al., 2010), este se desarrolla en casi 80 países, exclusivamente, en regiones subtropicales y tropicales (Clay, 2004). Badui (1993) definió al café como aquella semilla seca del cafeto sin importar si ha sido tostado o molida.

El café es utilizado principalmente como bebida, pues contiene un alto contenido de cafeína, el cual tiene muchos efectos benéficos en el metabolismo y estimula el sistema nervioso central, sin embargo el consumo excesivo de esta bebida puede ocasionar ritmos cardiacos anormales y otros problemas (Pardo *et al.*, 2007).

La importancia radica en los compuestos volátiles que se encuentran en el cultivo de café. Gonzales et al. (2001) determinaron un total de 64 compuestos que están involucrados en el aroma y el sabor del café, entre los compuestos aislados se encuentran: cetonas, aldehídos, furanos, pirroles, piridinas, pirazinas, compuestos fenólicos, alcoholes, ésteres, hidrocarburos, tiofenos, tiazoles, oxazoles, compuestos azufrado, compuestos bencénicos, ácidos carboxílicos, terpenos, lactonas y aminas.

Las áreas de cultivo del café en el Perú ocupan alrededor de 425 400 Has (MINAGRI, 2012) y están en zonas accidentadas de pendientes inclinadas, entre los 900 y 1850 m.s.n.m. y con precipitaciones que están entre los 800 y 2500 mm<sup>3</sup> por año (Castro, et al., 2004).

Por otro lado, son indispensables para el cultivo las condiciones ambientales necesarias, así como una temperatura que oscile entre 20 – 25 °C y una humedad relativa en el rango 70 – 95% (MINAG, 2011), estos factores brindan un ambiente propicio para el desarrollo del cultivo del café en el Perú. Las principales zonas de producción de café son Junín, Cajamarca, San Martín, Cusco, Ayacucho, Amazonas, Huánuco, Pasco, Piura y Puno (MINAG, 2011).

### **2.1.1 Características Botánicas**

El café es una planta arbustiva dicotiledónea de naturaleza perenne, cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza entre 20 a 25 años dependiendo de las condiciones o del sistema de cultivo (Arcila *et al.*, 2007). En su estado silvestre puede alcanzar los 10 m de altura, sin embargo, comercialmente alcanza 3 m de altura lo cual facilita la cosecha (Temis-Pérez, *et al.*, 2011).

#### **a. El Tallo**

El café posee un tallo principal o un solo eje, el cual crece con dirección hacia arriba originando nudos y entrenudos, muchas de las variedades del café se diferencian en el tamaño de los entrenudos (Delgado, 2007). La base del nudo posee 6 yemas a ambos lados. La cabeza yema de serie origina la rama lateral y la yema seriada forma los chupones, este a su vez, origina a los frutos. Los chupones forman nuevos tallos y estos reemplazan a los tallos viejos. Cada yema seriada, crece, desarrolla y se transforma en 4 frutos. Las yemas crecen en la etapa de descanso y en la etapa de floración se transforman en botones florales, flores y posteriormente frutos (Arcila *et al.*, 2007).

#### **b. La Hoja**

Apaza (2013) sostiene que la formación de follaje ocurre durante todo el año, sin embargo existe una mayor formación de hojas en épocas en que los factores climáticos como la radiación y la disponibilidad de agua en el suelo son idóneas, así como también de la cantidad de sombra que posee el café (Gómez, 2010).

Las hojas se originan de las ramas plagiotrópicas en el mismo plano y posición opuesta, a su vez se encuentra rodeada por 2 estipulas agudas (Apaza, 2013). Además, posee pecíolo corto, plano arriba, convexo abajo. La lámina es delgada, fuerte y ondulada; la cual mide de 12 a 24 cm. de longitud y 5 a 12 cm. de ancho. Su forma puede ser elíptica o lanceolada. El haz de la hoja es verde oscuro, brillante y posee las nervaduras hundidas. El envés de la hoja es verde claro, y sus nervaduras son prominentes (Gómez, 2010).

### **c. La Flor**

Las flores del cafeto son de color blanco, aromáticas, y se encuentran en el axila de cada pareja de hojas. La corola es un largo tubo que se expande en cinco lóbulos estrechos. Por otro lado, los cinco estambres se encuentran adnatos a los pétalos. El estilo es largo y el estigma es bilobado (Alvarado y Rojas, 2007).

El tipo de polinización de éste cultivo es mediante el viento, y otros agentes. Sin embargo, algunas flores de café de la variedad arábigo pueden autopolinizarse (Alvarado y Rojas, 2007).

El cafeto empieza a dar fruto entre los 3 a 5 años de edad. El fruto es de tipo drupa y alcanza en la madurez el color rojo, en esa etapa el fruto es conocido como “cereza”. Cada fruto presenta un mesocarpo dulce. Dentro del fruto se encuentra dos semillas que están cubiertas por una membrana cartilaginosa, dorada, que es el endocarpo (Rimache, 2008; Fundes y Cruz, 2011).

### **d. La Raíz**

Ever y Richhorn (2013) aseguraron que la raíz es el órgano de la planta más importante, ya que le permite anclarse en el suelo; la absorción y transporte de agua y minerales esenciales para su crecimiento.

El sistema radicular del cafeto se caracteriza por ser pivotante, es decir, es un eje central alargado (Figueroa, 1990). Su raíz pivotante alcanza de 50 a 60 cm de longitud en una planta adulta (Duicela *et al.*, 1993). Por otro lado, las raíces axiales o de sostén y laterales se originan de la pivotante. Las raicillas son consideradas muy importantes por su capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo (Alvarado y Rojas, 2007).

### **e. La Semilla**

Alvarado y Rojas (2007) describieron detalladamente las características de las semillas de café. Estas tienen como principal componente al endospermo, esto es debido al embrión, el cual se encuentra en la parte basal y es muy reducido. El endospermo se caracteriza por ser coriáceo, verdoso o algunas veces amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco

de la cara plana, además, se encuentra protegido por una cubierta muy delgada conocida como pelicular plateada y esta a su vez por el pergamino. En el fruto se diferencia una capa externa más oscura y densa conocida como endospermo duro como una más clara, endospermo suave. El embrión de una semilla puede medir de 1 a 2 mm, posee un hipocótilo y dos cotiledones yuxtapuestos y mide de 2 a 5 mm de largo.

#### **f. Germinación y estadíos**

Arcila (2007) sostuvo que la madurez fisiológica de la semilla de café se alcanza entre los 200 y los 220 días después de la antesis. Aunque una semilla sin el endocarpio (pergamino) presente, puede germinar hasta en 20 días menos, aproximadamente. A continuación se va identificar las características de los dos estadíos de crecimiento que serán estudiados en el presente trabajo de investigación:

- Estadío Fósforo. Al germinar el embrión, lo primero que brota es la radícula que penetra en la tierra produciendo raicillas. El hipocótilo, al crecer, levanta los cotiledones envueltos por el pergamino, la película plateada y los restos del endospermo duro que posteriormente se degenerarán. Al desaparecer las envolturas cotiledonales, los cotiledones se extienden horizontalmente y entre ellos se desarrolla la plúmula, es decir un tallo tierno que luego formará el tallo maduro y el follaje restante.
- Estadío Mariposa. Etapa posterior al estadío fósforo, la semilla extiende sus dos primeras hojas. En este estadío también se le conoce como plántula.



### 2.1.2 Taxonomía

El café es un arbusto que pertenece al género *coffea* y se encuentra dentro de la familia de las rubiáceas (Temis-Pérez, *et al.*, 2011). Davis *et al.* (2006) ha citado la existencia de 126 cepas, sin embargo, sólo dos especies tienen interés económico y comercial en el mundo, estas especies son: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* P., ambas ocupan alrededor del 90 % de la producción mundial de café (Berthaud y Charrier, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Fernández *et al.*, 2010). La clasificación taxonómica del cafeto, según Cronquist (1991) es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Dilleniidae

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Género: *Coffea*

Especie: *Coffea arabica* L.

Nombres Comunes: “cafeto”, “café”

Por otro lado, la nueva clasificación cladística del café, según APG III (2009) es la siguiente:

Clado : Eudicotiledóneas

Clado : Astéridas

Clado : Euastéridas

Orden : Gentianales

Familia : Rubiaceae

Género : *Coffea*

Especie: *Coffea arabica* L. Nombres Comunes: “cafeto”, “café”

### **2.1.3 Variedades**

El cultivo del café en el Perú cuenta con diversas variedades, y las principales son: Típica, Bourbon, Caturra, Pache y Catimor (Rimache, 2008). Sin embargo, las variedades que se cultivan en mayor proporción son: Típica y Bourbon. Estas son consideradas de alta calidad y son cultivados en varias regiones del Perú (MINAG, 2003).

#### **a. *Coffea arabica* L. var. Típica**

La variedad Típica es la más cultivada en el Perú y muchos países de América Tropical. Sin embargo, es una de las variedades de menor producción, de pronta maduración, aunque de alta calidad en comparación con otras variedades. En zonas cafetaleras más tecnificadas, esta variedad tiende a desaparecer por su baja producción y su alta susceptibilidad a ciertas plagas. (López, 2006).

La variedad Típica es un arbusto de porte alto y de forma piramidal, mide entre 3.5 a 4 m de altura, en muchos casos posee tronco vertical único y verticales secundarios que se originan de los nudos. Tiene abundantes ramas laterales, estos forman ángulos entre 50 y 70 con el eje central vertical, este ángulo le da una forma ligeramente inclinada. Esta variedad posee hojas oblongas, elípticas con la base y ápice agudos. Además, sus hojas nuevas terminales tienen color bronceado, esta característica les permite distinguirla de las otras variedades. Por otro lado, los frutos son drupas de forma elipsoidal, por sus dimensiones son consideradas grandes al igual que sus semillas. (López, 2006; Zamarripa y Escamilla, 2002).

#### **b. *Coffea arabica* L. var. Bourbon**

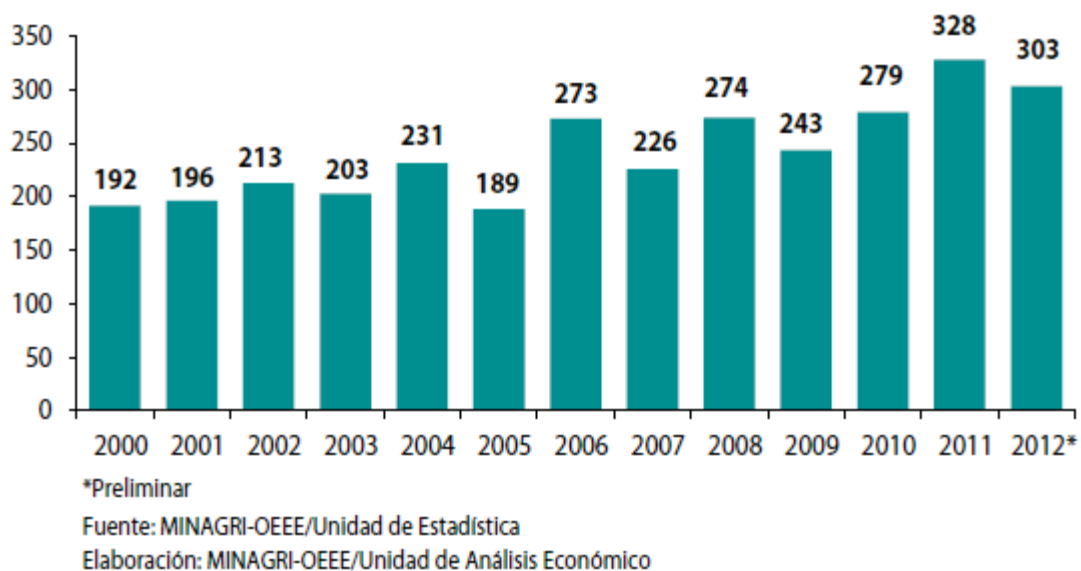
La variedad Bourbon es de porte alto, de forma menos cónica. Presenta ramificación secundaria más abundante que en la Típica. Posee hojas anchas y onduladas. El grano es más pequeño y redondo que la Típica. Es considerada una variedad precoz en iniciar la producción, ya que madura tempranamente y uniformemente. Al poseer mayor vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales le permite una mayor producción, en comparación con la variedad Típica. Incluso se puede adaptar a rangos altitudinales hasta en 1 700 m.s.n.m. (MINAG, 2003; López, 2006).

## 2.1.4 Situación actual

### a. Situación de la producción nacional

En 2001, la producción anual del café peruano no sobrepasaba las 200 mil toneladas. Sin embargo, desde 2002 la producción se incrementó drásticamente superando las 200 mil toneladas. Esto significó el punto de partida, para que el café peruano sea considerado importante en el mercado internacional (MINAGRI, 2013)

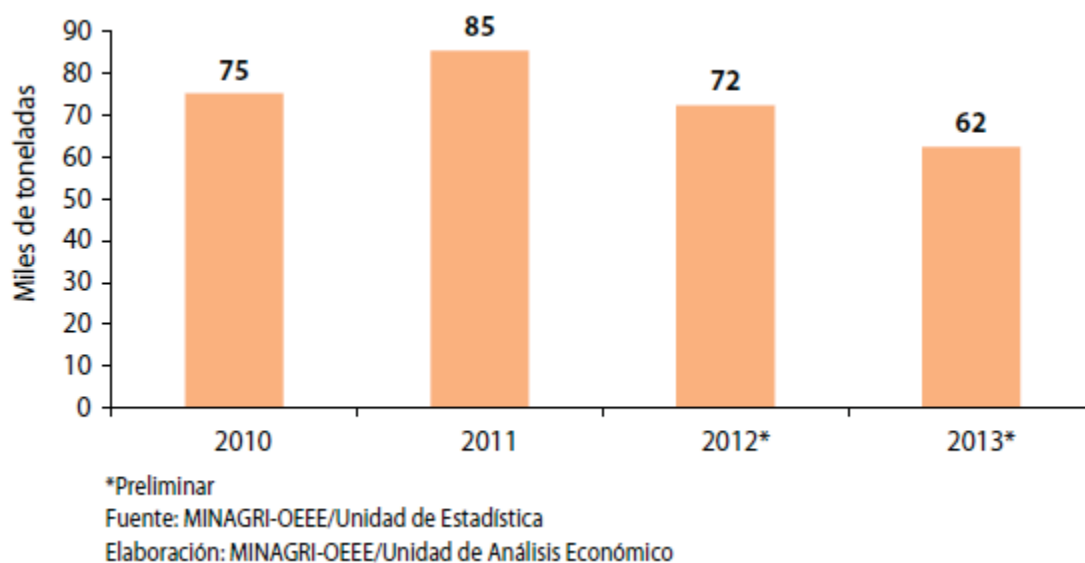
En el 2008, la producción del café, alcanzó la cifra de 274 mil toneladas. Al año siguiente, la producción decae ligeramente en 243 mil toneladas de café. En 2010 las condiciones climatológicas favorables favorecieron en la recuperación de la producción alcanzado en 2011 la máxima producción con 328 mil toneladas, esto en respuesta a las inversiones de los productores que fueron incentivados por el alto precio en el mercado internacional del grano de café (Fig. 1).



**Fig. 1.** Producción (miles de toneladas) de café en el Perú en el periodo 2002 – 2012.

Desde el año 2012, el café ha disminuido su producción nacional. Esto se debe a la baja productividad de los cafetos antiguos ocasionados por los patógenos conocidos como “Roya Amarilla” y “Broca”.

Las estadísticas hasta el mes de abril de 2013 indican un descenso de la producción del cultivo de café, alcanzado 62.2 mil toneladas (Fig. 2). Esta cifra representa un descenso de 13.8 % en comparación al año 2012, 27% y 17% menos en relación a los años 2011 y 2010, respectivamente. La explicación del descenso se debe principalmente a la aparición de la enfermedad de la roya en el 2013, que afectó la producción peruana de café hasta en un 30% en comparación al año 2012.



**Fig. 2.** Producción de café en el Perú en el periodo Enero – Abril/2010 – 2013

### **b. Situación de las exportaciones del café peruano**

El café es el principal producto de exportación agrícola de exportación del Perú, esta ha crecido sostenidamente en los últimos años (Fundes y Cruz, 2011). El análisis del periodo 2000 – 2010, se presenta un comportamiento a la alza con ciertos altibajos en ese periodo. En el 2011, las exportaciones de café alcanzaron la cifra de 294 mil toneladas, siendo esta la mayor cifra record. Sin embargo, a partir del año 2012 las exportaciones declinaron en un 10.6% en relación al año anterior, a consecuencia de la menor producción del café por problemas de cambio climático y plagas. Por otro lado, en 2011, el valor exportado fue 1 580 millones de dólares, aumentado en un 78 % en comparación a los años 2010 al 2011. En el año 2012, empieza el descenso del valor exportado reduciéndose en un 32.6 %, registrando un valor de 1,008 millones de dólares (Fig. 3).



Fig. 3. Exportaciones de café en el periodo 2000 - 2012

Las exportaciones de café acumuladas hasta abril de 2013 indican una disminución en relación al año 2012, sin embargo, es importante considerar que el grueso de exportaciones se da en el periodo de julio – noviembre, aunque por los problemas de producción y enfermedades por patógenos, esta cifra no varió mucho al finalizar el año 2013 (Fig. 4).

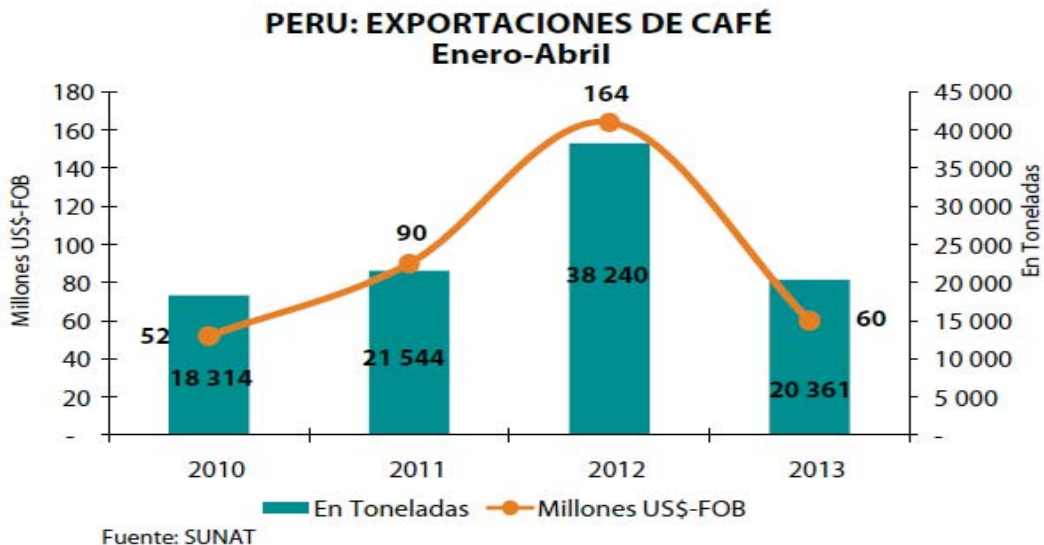


Fig. 4. Exportaciones de café en el periodo Enero – Abril/ 2010 – 2013

## 2.2 Bacterias promotoras de crecimiento vegetal

Las bacterias promotoras de crecimiento vegetal - PGPR (por sus siglas en inglés *Plant growth promoting rhizobacteria*) son microorganismos de gran importancia para la agricultura. Múltiples investigaciones han demostrado la eficacia de los PGPR en cultivos agrónomicamente importantes. (Peña y Reyes, 2007; Piromyou, *et al.*, 2011; Sánchez, 2014). Además, existen diversas publicaciones donde los PGPR's se encuentran asociados al cultivo de café (Muleta, *et al.*, 2007; Muleta, *et al.*, 2009; Muleta, *et al.*, 2013).

Los microorganismos considerados PGPR habitan en la rizósfera de las plantas. Hiltner, definió por primera vez el término rizósfera (Hartmann *et al.*, 2008). En la cual, él hace referencia a la parte del suelo donde se lleva a cabo la interacción entre la raíz de las plantas y los microorganismos.

Según Bach y Díaz (2008) los PGRP's pueden ser considerados de vida libre. Siendo estos capaces de colonizar y permanecer en la rizósfera de las plantas. Además, los PGPR's de vida libre poseen más de un mecanismo para ejercer su capacidad promotora de crecimiento (Ribaudó *et al.*, 2013), estos son directos e indirectos (Camelo *et al.*, 2011; Gómez *et al.*, 2012). Los mecanismos directos están relacionados con la producción de fitohormonas tales como, el ácido Indol acético (AIA), citoquinina y giberelinas (Sarabia, 2010); la disponibilidad de nutrientes en el suelo mediante la Solubilización de fósforo, fijación de nitrógeno y producción de sideróforos (Goldstein, 2007; Martínez *et al.*, 2013); aumento del volumen de la raíz (Criolla, 2012), promoción de la germinación de semillas y emergencia, mediante la producción de sustancias fenólicas como las quinonas (Frioni, 2011). Por otro lado, los mecanismos indirectos se relacionan con la resistencia a patógenos por síntesis de sustancias inhibitorias, producidas por las PGPR empleando la producción de sideróforos, antibióticos, enzimas líticas o inducción de mecanismos de resistencia (Otero, 2011).

Las bacterias para que sean considerados PGPR, deben cumplir con las siguientes condiciones importantes: (1) poseer la capacidad de colonización de raíces. Siendo esta condición la más relevante para la producción de inóculos (Lugtenberg *et al.*, 2001). (2) deben ser compatibles y específicos a diversos cultivos y condiciones ambientales. Los

microorganismos PGPR con más referencia son los géneros: *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Actinomicetos*. Barreto *et al.*, 2010 clasificó los inóculos de PGPR en: Biofertilizantes (mejora la disponibilidad de nutrientes), Bioestimulantes (producción de hormonas vegetales) y Bioprotectores (supresión de enfermedades de plantas).

### **2.2.1 *Azotobacter***

La fijación biológica del nitrógeno no solamente es realizada por bacterias simbióticas, también se lleva a cabo por bacterias de vida libre, estas forman parte de las familias *Azotobacteriaceae*, *Spirillaceae* y *Bacillaceae* (García, 2011). Alexander (1994) sostuvo que las bacterias de vida libre utilizan algunos compuestos nitrogenados como  $N_2$ , amonio, nitrato, nitrito, urea y pocas veces alguna molécula con nitrógeno orgánico.

El género *Azotobacter* fue descrito por primera vez por Beijerinck, tal como fue descrito por Gonzales y Lluh (1992). De este género se han descrito varias especies. Numerosos trabajos de investigación han descrito la inoculación de diazótrofos en distintos cultivos de interés agronómico, en los cuales los altos rendimientos de estas bacterias no se atribuyen a la ganancia de  $N_2$  por las plantas, sino el efecto favorable se fundamenta en la capacidad de solubilizar fosfatos y sintetizar sustancias solubilizadoras del crecimiento vegetal, tales como, vitaminas y hormonas.

### **2.2.2 *Pseudomonas***

El género *Pseudomonas* pertenece a la familia *Pseudomonaceae*, la cual está integrada por una amplia variedad de especies que habitan en el suelo y las aguas estancadas, algunas se encuentran en el intestino de diversas especies de animales y del ser humano. Son de vida libre, cumplen un papel importantísimo en la degradación de la materia orgánica, y algunas especies son consideradas patógenas del hombre (Llop, 2001).

Las bacterias del género *Pseudomonas* son bacilos Gram negativas, aerobios estrictos, no esporulados y poseen flagelos polares que le permite gran movilidad (Scarpellini *et al.*, 2004; Del Castillo, 2008). Este género se caracteriza por poseer versatilidad metabólica debido a la presencia de un sistema enzimático complejo. Las cepas de *Pseudomonas* que producen fluorescencia bajo la luz UV son conocidos como *Pseudomonas fluorescentes*.

Distintos estudios han determinado que bacterias del género *Pseudomonas* poseen características PGPR (Wahyudi, 2011). En tanto, este género es uno de los más importantes entre las bacterias consideradas como PGPR por ser considerado como biofertilizador, fitoestimulador y biocontrolador de fitopatógenos (Anyaipoma, 2014). Estas características benéficas se encuentran agrupadas en dos mecanismos: el directo relacionado con la síntesis de fitohormonas y vitaminas, que estimulan la germinación y emergencia de plántulas, inhibición de la síntesis de etileno, solubilización del fósforo inorgánico (Vasanthakumar y McManus, 2004; Wu *et al.*, 2005). Por otro lado, el mecanismo indirecto se caracteriza por la síntesis de antibióticos y fungicidas, competencia por nutrientes, producción de sideróforos o por la inducción de la resistencia sistémica a patógenos (Bai *et al.*, 2003; Dey *et al.*, 2004; Cano, 2011)

Las especies más representativa son *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas chitorii* y *Pseudomonas maltophilia* (Franzetti y Scarpellini, 2007).

## **2.3 Características promotoras de crecimiento vegetal**

### **2.3.1 Producción de ácido indol acético (AIA)**

Las fitohormonas se clasifican en cinco grupos, lo cuales son: auxina, giberelina, citoquinina, etileno y ácido absísico. Estas hormonas vegetales controlan diversos procesos de las plantas, regulan la quiescencia, germinación de semillas, la formación de raíces, florescencia y la maduración del fruto (Rico, 2009).

Las hormonas vegetales cumplen un rol muy importante como reguladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas son sustancias endógenas presentes en las plantas, su uso en la agricultura es indispensable y su demanda se ha incrementado, inclusive se puede obtener por síntesis química. Sin embargo, en la actualidad la agricultura industrial se enfrenta a una problemática importante debido a una mayor sensibilidad de la sociedad ante los problemas medioambientales y una mayor valoración de los productos ecológicos por los consumidores de los países desarrollados. Debido a esto, existe mayor interés por desarrollar una agricultura sostenible que sustituya el masivo uso de reguladores de crecimiento sintético por productos de origen natural (Castillo *et al.*, 2005)



Frankenberger y Arshad (1995), demostraron la eficacia de la aplicación de las hormonas de origen biológico, observando mayores rendimientos y mejora en la calidad de las cosechas.

La auxina natural es el ácido indolacético (AIA). Esta fitohormona promueve la división, extensión y diferenciación de las células y tejidos de las plantas. Además, estimulan la germinación de las semillas, formación de raíces, controlan el proceso de crecimiento vegetativo, el tropismo e influye en la fotosíntesis, formación de pigmentos y biosíntesis de metabolitos. Las auxinas pueden ser sintetizados biológicamente por algunos microorganismos como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, entre otros (Patten y Glick, 1996). En los últimos años, se investiga continuamente la síntesis de auxinas de origen bacteriano, ya que su aplicación constituye una alternativa viable en el contexto de promover una agricultura sostenible, reducir problemas medioambientales y brindar una tecnología que sea más atractiva económicamente.

### **2.3.2 Solubilización de fosfato**

El fósforo es un nutriente inorgánico de gran importancia y requerido por las plantas y microorganismos (Rico, 2009). Este nutriente es el segundo elemento limitante en el suelo después del nitrógeno debido a que el fósforo soluble reacciona con diversos iones, provocando precipitación o fijación, impidiéndose la disponibilidad para las plantas. En el suelo, los fosfatos inorgánicos de los fertilizantes químicos son inmovilizados, por lo tanto, las plantas no pueden beneficiarse. Algunas especies bacterianas que habitan en el suelo poseen la capacidad de transformar las formas insolubles del fósforo en formas asimilables por las plantas (Bobadilla y Rincón, 2008). La capacidad solubilizadora de estos microorganismos se lleva a cabo por la producción de ácidos orgánicos, quelación e intercambio de reacciones.

De acuerdo con Domínguez (1989) el fósforo participa en el proceso de reproducción y en la constitución genética, pues, es un componente de los ácidos nucleicos y las membranas de todos los seres vivos. Además, está involucrado en diferentes reacciones bioquímicas tales como el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas. Interviene en la

fecundación de las flores, ya que estimula el desarrollo del sistema radical e incrementa la resistencia de las plantas a enfermedades.

Diversos estudios han demostrado la capacidad solubilizadora de fosfatos por diferentes géneros microbianos (Muleta *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2010; Rivera *et al.*, 2011), entre ellos se mencionan a *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Arthrobacter*, *Serratia* y *Erwini*

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Muestra Biológica

###### a. Material vegetal

- Muestras de la rizósfera del cultivo de café recolectadas del distrito Naranjal de la provincia de Chanchamayo del departamento de Junín, con el fin de aislar Bacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal.
- Semillas de café (*coffea arabica* L.) variedad Típica.

###### b. Bacterias

Se emplearon las siguientes cepas aisladas de otros cultivos, distintos al café:

- *Pseudomonas reinekei* cepa Ps 42 proporcionado por el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” (Zúñiga, 2010). Esta cepa fue aislada del cultivo de Maca.
- *Azotobacter spp.* cepa D30 proporcionado por el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” (Zúñiga y Ogata, 2011). Cepa aislada del cultivo de Aguaymanto.

##### 3.1.2 Material y equipos de laboratorio

###### a. Equipos y materiales de laboratorio

- Autoclave horizontal (*Barnstead*).
- Asa de kolle
- Baguetas.
- Balanza digital (*OHAUS Scout ProSP202*).
- Balanza analítica (*Sartorius*).
- Baño María (*Mmemert*).
- Beakers de 125, 250 y 1000 ml (*Pirex*).
- Bolsas de papel y polietileno.
- Cámara fotográfica digital (*Sony CyberShot*).
- Congeladora de -20 °C (*Whirlpool*).
- Congeladora de -80 °C (*Sanyo*).
- Espectrofotómetro (*Genesys 6 – Thermo Electron Corp.*)

- Horno de secado (*Blue M. Illinois USA*).
- Horno microondas (*Sharp*).
- Incubadora de 28 °C
- Matraces Erlenmeyer
- Mechero Bunsen.
- Microcentrífuga (*Sigma*).
- Microscopio óptico (*Leica DM750*)
- Parafilm
- Pinzas de metal y madera.
- Pipetas graduadas.
- Placas petri de plástico descartables de 100 x 15 mm (*VWR™*).
- Potenciómetro (*Hanna Instruments*)
- Probetas.
- Regla de 30 centímetros
- Sistema de posicionamiento global (*GPS Garmin Etrex Vista*).
- Termómetro digital (*Boeco Germany*)
- Tubos de prueba de 25 x 250 mm y 13 x 100 mm (*Pirex*).
- Tubos de centrífuga 25 ml.
- Vortex (*Gemmy UM-300*)

## **b. Medios de cultivo**

- Medio de cultivo sin nitrógeno para aislamiento de bacterias *Azotobacter* (Zapater, 1975).
- Medio Plate Count para aislamiento de bacterias mesófilas viables (APHA-AWWA-WEF, 1998).
- Caldo de Enriquecimiento Asparagina para *Pseudomonas* spp. (APHA-AWWA-WEF, 1998).
- Agar Cetrimide, para aislamiento de *Pseudomonas* spp. (Merck, 1994).
- Agar OGY para cultivo de hongos totales.
- Agar Almidón Caseína, para crecimiento de Actinomicetos (APHA-AWWA-WEF, 1998).
- Agar NBRIP (National Botanical Research Institute's phosphate growth medium), para detección de bacterias solubilizadoras de fosfato tricálcico (Nautiyal, 1999).
- Caldo Levadura Manitol (LMC) (Vincent, 1970).

## **c. Soluciones y reactivos**

- Ácido Indol Acético.
- Ácido Sulfúrico, QP.
- Agua Peptona a 0.1 %.
- Alcohol al 70 %.
- Buffer pH 4 y 7.
- Fluconazol al 0.25 %.
- Glicerol.
- Hipoclorito de Sodio a 1.5 %.
- Reactivo de Salkowsky.
- Reactivos para Tinción Gram (Merck, 1994).
- Solución salina a 0.85 %.
- Solución NaOH, 1N.
- Solución HCl, 1N.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Lugar de muestreo

Los muestreos de la rizósfera del cultivo de café, variedad típica, y del suelo sin influencia de cultivo se realizó en el distrito Naranjal de la provincia de Chanchamayo del departamento de Junín ubicada a 980 msnm, cuyas coordenadas UTM corresponden a 11, 134, 177 Norte y 75, 405, 166 Este.

### 3.2.2 Muestreo

Identificada la zona de muestreo se tomaron en total 12 muestras, de las cuales 9 muestras fueron colectadas de la rizósfera del café de distintas edades y 3 muestras de suelos sin influencia de cultivo (Tabla 1). Posteriormente, cada muestra fue colocada en bolsas de polietileno de primer uso con su respectivo rótulo. Finalmente, todas las muestras fueron conservadas a 4 °C aproximadamente en un cooler y trasladadas al laboratorio.

**Tabla 1.** Muestreo de la rizósfera del cultivo de café

Lugar	Tipo de suelo	Condición de campo	Muestras
Naranjal	Rizosférico	1 <sup>er</sup> año de siembra	3
	Rizosférico	2 <sup>er</sup> año de siembra	3
	Rizosférico	4 <sup>er</sup> año de siembra	3
	Sin cultivo	---	3

### 3.2.3 Lugar de procesamiento de muestras

Las muestras fueron evaluadas en el laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología Marino Tabusso de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima – Perú.

### 3.2.4 Tratamiento de muestras

En condiciones completamente asépticas, se pesó 10 g de cada una de las muestras, mencionadas anteriormente (Tabla 1), aquel peso fue añadido en matraces con 90 ml de diluyente (solución salina 0.8%). De esa forma se consiguió la dilución  $10^{-1}$ , posteriormente los matraces fueron agitados vigorosamente en el Vortex. Luego, se tomó 1 mL de la dilución  $10^{-1}$  y se añadió en tubos con 9 mL de diluyente, logrando una dilución de  $10^{-2}$  la cual fue agitada. Finalmente, se repitió el último paso hasta obtener la dilución de acuerdo a la muestra y la bacteria estudiada (Tabla 2). Por otro lado, se determinó el porcentaje de humedad del suelo; en el cual se pesó 10 g de la rizósfera del cultivo de café y del suelo sin influencia de cultivo. La humedad del suelo es importante para determinar los resultados finales de las poblaciones microbianas que son expresados en UFC/g suelo o NMP/g suelo (Calvo, 2008).

**Tabla 2.** Medios de cultivo y condiciones para el análisis de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café

Análisis	Diluciones	Medio de cultivo	Temperatura y periodo de incubación
<b>Actinomicetos</b>	-2,-3 y -4	Agar Almidón Caseína	28 °C por 6 días
<b>Aerobios Mesófilos</b>	-4,-5 y -6	Agar Plate Count	28 °C por 48 horas
<b><i>Bacillus</i> con tratamiento térmico (80°C)</b>	-3,-4 y -5	Agar TGE	28 °C por 48 horas
<b>Bacterias fijadoras de nitrógeno</b>	-2,-3,-4,-5,-6 y -7	Caldo mineral sin nitrógeno	28 °C por 14 días
<b>Mohos y Levaduras</b>	-2,-3 y -4	OGY	22 °C por 5 días
<b><i>Pseudomonas</i></b>	-2,-3,-4,-5,-6 y -7	Caldo Asparagina	28 °C por 10 días

### **3.2.5 Cuantificación de microorganismos de la rizósfera del café**

La determinación de las poblaciones microbianas de la rizósfera del café y del suelo sin influencia de cultivo, se efectuó mediante el recuento de microorganismos en placa y el método del número más probable.

#### **a. Recuento de aerobios mesófilos viables y hongos**

El recuento de los microorganismos considerados aerobios mesófilos de las muestras se realizó de acuerdo al método recomendado por APHA-AWWA-WPCF (1998). Las diluciones de las bacterias aerobias mesófilas viables fueron incubadas en el medio Plate Count a 28 °C por 2 días. Por otro lado, el recuento de mohos y levaduras se realizó por el método de la ICMSF (2000), en la cual se incubaron en Agar Ogy a 22°C por 5 días. Por último, el recuento de aerobios mesófilos y hongos fueron reportados en UFC/g.

#### **b. Recuento de Actinomicetos**

La metodología para el recuento de Actinomicetos incluyó el uso de medio Agar Almidón Caseína suplementado con Fluconazol al 0.25%, en estos fueron sembrados las diluciones correspondientes e incubados por 7 días a 28° C. El recuento de Actinomicetos fue expresado en UFC/g (APHA-AWWA-WEF, 1998).

#### **c. Recuento de *Bacillus***

El recuento de *Bacillus* fue determinado mediante la metodología APHA (1992) y Merck (1994), en la cual se realizó un pre – tratamiento térmico con la finalidad de excluir microorganismos no deseados, quedándonos sólo con esporas bacterianas, este pre – tratamiento consistió en someter a baño maría (80 °C) la dilución  $10^{-1}$  por 30 minutos. Posteriormente, se realizó las diluciones establecidas en la tabla 2 y se añadió por incorporación en Agar Triptona Extracto de Carne (TGE), e incubó a 28 °C por 48 horas. Finalmente, el recuento fue reportado en (UFC/g).



#### **d. Recuento de *Azotobacter***

Para enumerar microorganismos del género *Azotobacter* se utilizó la metodología propuesta por Zapater (1975), en la cual se empleó Medio Mineral sin Nitrógeno, para luego ser incubados a 28° C por 14 días. Los tubos considerados positivos fueron expresados en NMP/g.

#### **e. Recuento de *Pseudomonas***

La cuantificación de *Pseudomonas* fue realizada en caldo Asparagina durante 7 días a 23° C (APHA – AWWA – WEF, 1998), posteriormente se evaluó su fluorescencia. Los resultados fueron expresados por el número más probable por gramo de rizósfera seco (NMP/g).

### **3.2.6 Medición de la actividad microbiana y características fisicoquímicas**

#### **a. Medición de la actividad microbiana**

Se determinó la respiración de los microorganismos del suelo, mediante la cuantificación de la producción de CO<sub>2</sub> de acuerdo al método descrito por Anderson (1982). Se pesaron 25 g de cada muestra en una base de placa Petri. Se adicionaron 0.5 ml de una solución glucosada al 25%. Dichas muestras se colocaron en un envase plástico herméticamente sellado para evitar la pérdida de CO<sub>2</sub>, con un vial conteniendo 3.5 ml de NaOH 1N. Se sellaron con un plástico y cinta de embalaje alrededor. Se incubaron a 28°C por 24 horas. Se consideraron dos repeticiones por muestra. Se hizo un blanco (vial con NaOH 1N dentro del envase). Cumplido el tiempo de incubación, se retiraron los viales de cada envase y el contenido fue trasvasado a beakers pequeños. A esto se le añadió 3.5 mL de BaCl<sub>2</sub> y 2 gotas fenolftaleína. Finalmente se procedió a titular con HCl 0.25N y se anotaron los gastos para la posterior determinación de los mg de C respirados a partir de glucosa (Ramos y Zúñiga, 2008).

#### **b. Caracterización fisicoquímica de la rizósfera**

Se realizó la caracterización fisicoquímica de suelos de café a la rizósfera de plantas de 1, 2 y 4 años de cultivo, así como al suelo sin influencia de cultivo.

### **3.2.7 Aislamiento de cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas***

#### **a. Aislamiento de *Azotobacter***

El aislamiento se realizó con los tubos positivos del ensayo de Recuento de *Azotobacter*, a partir de estos tubos se tomó una muestra con el asa de kolle y se realizó la siembra en Agar Medio Mineral sin Nitrógeno (Zapater, 1975). Finalmente, se realizó la resiembra hasta alcanzar bacterias con morfología idéntica y con capacidad de desarrollarse en dicho medio carente de Nitrógeno.

#### **b. Aislamiento de *Pseudomonas***

Para el aislamiento de *Pseudomonas* se seleccionaron los tubos positivos del ensayo de recuento por el número más probable, a partir de estos tubos se tomó una muestra con el asa de kolle y se realizó la siembra en Agar Cetrimide, la cual se incubó a 35 – 37 °C durante 24 horas. Al finalizar su incubación se realizó la resiembra en Agar F y Agar P, en forma consecutiva hasta su aislamiento.

### **3.2.8 Caracterización fenotípica de cepas aisladas rizósfera de café**

#### **a. Caracterización macroscópica**

Las cepas de *Azobacter* fueron sembradas en Medio Mineral sin Nitrógeno y se incubó a 28 °C por 48 horas. Luego, de acuerdo con Bergey *et al.* (2000) se evaluaron las siguientes características: tamaño, forma, color, textura y borde. Por otro lado, las cepas de *Pseudomonas* fueron incubadas en Agar Nutritivo (AN), luego se evaluaron las mismas características mencionadas.

#### **b. Caracterización microscópica**

Al culminar la caracterización macroscópica, se procedió a extraer una colonia de cada una de las cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas* con un asa de Kolle. Todas las distintas cepas fueron fijadas en un portaobjeto, para luego determinar su forma y su coloración Gram (Bergey *et al.*, 2000). Las observaciones de las características fueron realizadas con un microscopio óptico empleando el objetivo de 100X. Una prueba adicional a la tinción Gram fue el ensayo de Hidróxido de Potasio (KOH) en la cual se pudo confirmar la característica

Gram positiva o Gram negativa de las cepas evaluadas. El método consiste en añadir una gota de KOH al 3% sobre un portaobjeto, en la cual previamente se agregó una asada de las cepas de estudio. Luego, se realizó una mezcla entre el reactivo y la cepa por 60 segundos. Por último, las cepas Gram negativos fueron los que presentaron una suspensión pegajosa, caso contrario, las cepas Gram positivas no formaron esa característica.

### **3.2.9 Conservación de las bacterias aisladas por el método de congelación a -80° C**

Las cepas aisladas (*Azotobacter* y *Pseudomonas*) del muestreo fueron conservadas mediante la técnica de criopreservación a – 80 °C. El método se realizó según lo propuesto por Frank y Simione (1998). Se preparó el medio Caldo Levadura Manitol en tubos de ensayo. Luego se sembraron las cepas en el medio mencionado y se incubó por 24 horas a 28°C. Para cada cepa se empleó dos tubos con LMC (Caldo Levadura Manitol). El agente crioprotector utilizado fue el glicerol. Se rotularon tubos eppendorf en el cual se añadieron 1 ml de inóculo y 3 ml de glicerol, y posteriormente se homogenizó la muestra empleando el Vortex. Finalmente, los tubos eppendorf se colocaron en el congelador a – 80 °C.

### **3.2.10 Capacidad promotora de crecimiento vegetal**

#### **a. Determinación de la producción de precursores de ácido indolacético**

El objetivo de esta técnica fue determinar de manera cualitativa y cuantitativa que microorganismos fueron productores del ácido indol acético (AIA). Una vez culminada esta técnica se identificó y seleccionó a los microorganismos que produjeron la hormona auxina o sus precursores con la finalidad de emplearlos como promotores de crecimiento vegetal.

En esta prueba se utilizó el método propuesto por Gordon y Weber (1950) sin embargo se empleó el método con alguna modificación. Se consideró las siguientes etapas. En la primera etapa, las cepas fueron sembradas en tubos con medio LMC y luego fueron incubadas a 28°C en agitación a 150 rpm por 24 horas. En la segunda etapa, las cepas se colocaron en tubos con medio LMC + Trp e incubas a 28 °C en agitación a 150 rpm por 48 horas. Tercera etapa, se tomó 500 µl del cultivo y se colocó en un tubo eppendorf. Cada tubo con el cultivo fue centrifugado a 12000 rpm por 5 minutos. Posteriormente, de cada tubo se tomó 250 µl del sobrenadante y se colocó en tubos de vidrio, luego se adicionó 1ml

del reactivo de Salkowsky y se incubó por 30 minutos a temperatura ambiente. Finalmente, cualitativamente, se evaluó el viraje de color de blanco o transparente a rosado o grosella. Cuantitativamente, se procedió a determinar su absorbancia utilizando el espectrofotómetro a 530 nm de densidad óptica.

#### **b. Determinación de la solubilización de fosfatos**

El objetivo de este ensayo fue determinar en forma cualitativa que microorganismos fueron capaces de solubilizar el fosfato. Al finalizar el ensayo se identificó y seleccionó aquellos microorganismos con capacidad de promover el crecimiento vegetal. Se consideró varias etapas. En la primera etapa, las cepas fueron sembradas en tubos con medio LMC y luego fueron incubadas a 28 °C en agitación a 150 rpm por 24 horas. En la segunda etapa, las cepas se colocaron en tubos con medio LMC + Trp e incubas a 28 °C en agitación a 150 rpm por 48°C. Tercera etapa, se tomó 2 µl del cultivo y se colocó en placas Petri con el medio National Botanical Research Institute's Phosphate Grown Medium (NBRIP) empleando dos tipos de fosfato: el bicálcico y el tricálcico. Las placas fueron incubadas en un periodo de 15 días a 28 °C y a cada cepa se evaluó en ese periodo de tiempo, la formación de halo alrededor de la colonia.

### **3.2.11 Ensayos a nivel de laboratorio**

#### **a. Producción de inóculos**

La producción de inóculos fue realizada de todas las cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas*, aisladas de la rizósfera del cultivo de café. La metodología consistió en reactivar las cepas de interés, que previamente fueron conservadas mediante la criopreservación a - 80 °C, en Medio Mineral sin Nitrógeno y Agar Nutritivo para la cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas*, respectivamente, en estos se realizaron estrías para la producción de biomasa, y fueron incubados a 28 °C por 24 horas.

Al conseguir la biomasa requerida, se procedió a tomar una colonia de cada cepa estudiada y se añadió en tubos de caldo (LMC) o en tubos con caldo mineral sin nitrógeno, los cuales, se incubaron a 28 °C por 48 horas, y a 150 rpm en el Shaker. Cada 24 horas, se tomó 1 ml del inóculo y se realizó la lectura de su absorbancia y por ende, de la densidad poblacional.

Finalizado el ensayo de germinación, se procedió a la elaboración de inóculos de las cepas que presentaron diferencias significativas en dicho ensayo, para aplicarlos en campo.

#### **b. Ensayo de germinación de semillas del café con cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas***

Se realizó el ensayo de germinación usando el método propuesto por Zúñiga (2011). Para este ensayo se realizó un pretratamiento, la cual consistió en retirar la testa que cubre a la semilla de café. Posteriormente, se desinfectaron las semillas de café embebiendo en alcohol a 70% por 3 minutos. Después se enjuagó 5 veces con agua destilada estéril. Finalizado el enjuague, se embebió con hipoclorito de sodio al 3% por 3 minutos, y por último se enjuagó 5 veces con agua destilada estéril.

Al culminar la desinfección de las semillas del café, estas fueron embebidas en una suspensión de bacterias de  $10^8$  UFC/ml por 15 minutos a 24 °C (Ogata y Zúñiga, 2008). Luego, se usaron cuatro placas Petri con papel toalla humedecida, en las cuales se añadieron 25 semillas inoculadas a cada una de las placas, estas se incubaron a  $22\text{ °C} \pm 2$  durante 40 días, este ensayo fue realizado para cada una de las cepas aisladas de *Azotobacter* y *Pseudomonas*. Los resultados fueron expresados en % de germinación.

#### **3.2.12 Ensayo en campo**

Se instaló un ensayo en campo con la finalidad de observar el comportamiento de las cepas en café, en sus primeros estadios de su desarrollo. Primeramente, se utilizaron 200 semillas del café de la variedad Típica, estas se añadieron en  $1\text{m}^2$  de área de suelo hasta su germinación. Luego, a los 60 días, se realizó la primera evaluación, la cual consistió en medir las longitudes de la parte aérea de las semillas que lograron germinar, y a su vez, estas fueron trasplantadas en bolsas de polietileno. Posteriormente, las plantas fueron divididas en dos grupos, en función a sus dos primeros estadios de su desarrollo, la primera conocida como “fósforo” y la otra como “Mariposa”, para ambos se aplicaron los siguientes tratamientos: Control, Fertilizante Químico (roca fosfórica), FND30, FN205, PS42 y PS118, estos tratamientos se evaluaron en tres repeticiones y para cada estadio de desarrollo.

Al transcurrir un mes de la primera inoculación se realizó una reinoculación, y a su vez, una segunda evaluación de la longitud de la parte aérea. Finalmente, a los 90 días después de las inoculaciones se procedió con la cosecha de las plantas de café, en la que se evaluaron las siguientes características: longitud de la parte aérea (LPA), longitud radicular (LR), peso fresco parte aérea (PFPA), peso fresco radicular (PFR), peso seco parte aérea (PSPA) y peso seco radicular (PSR) del cultivo de café.

### **3.2.13 Análisis de datos**

Se empleó un diseño completamente al azar, analizando la variancia y realizando la prueba de comparaciones múltiples de Mínima Diferencia Significativa (LSD). La determinación del análisis estadístico se realizó con el Software *Statgraphics Centurion XVI*. La desviación estándar y los gráficos se elaboraron con Microsoft Excel.

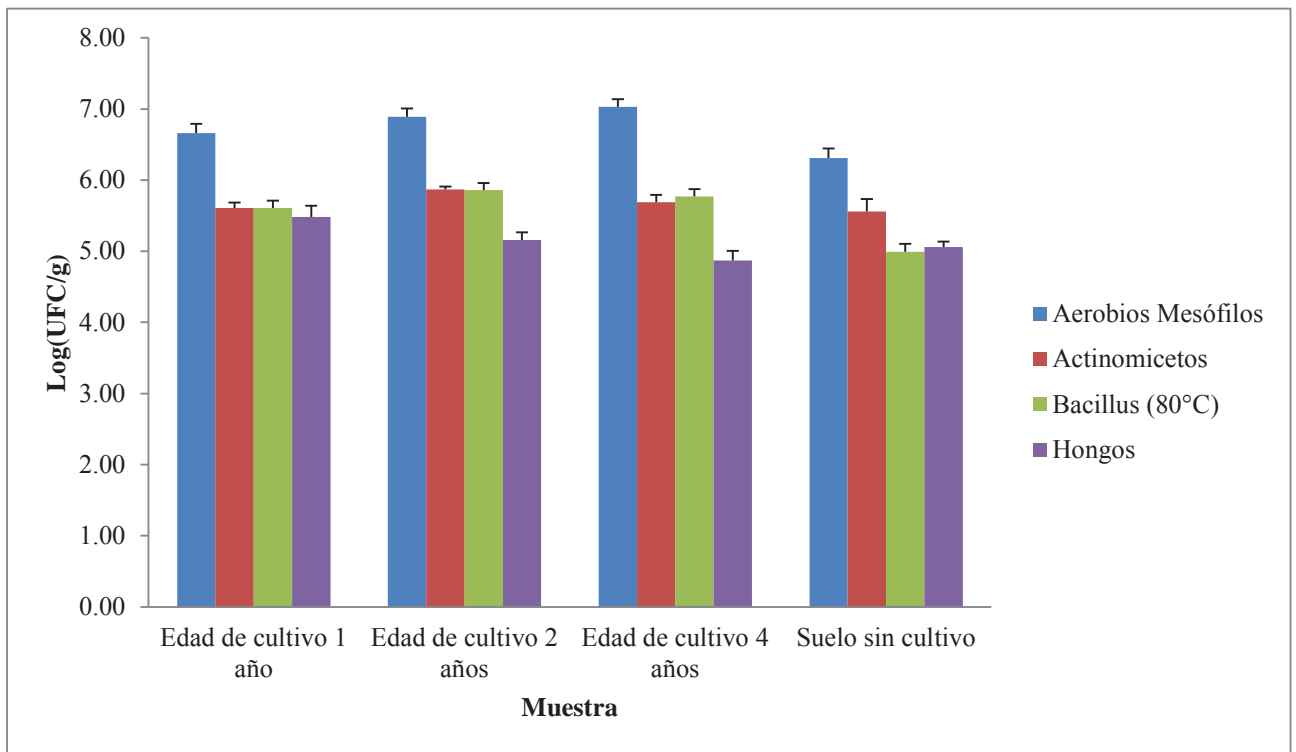
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Cuantificación de microorganismos de la rizósfera del café

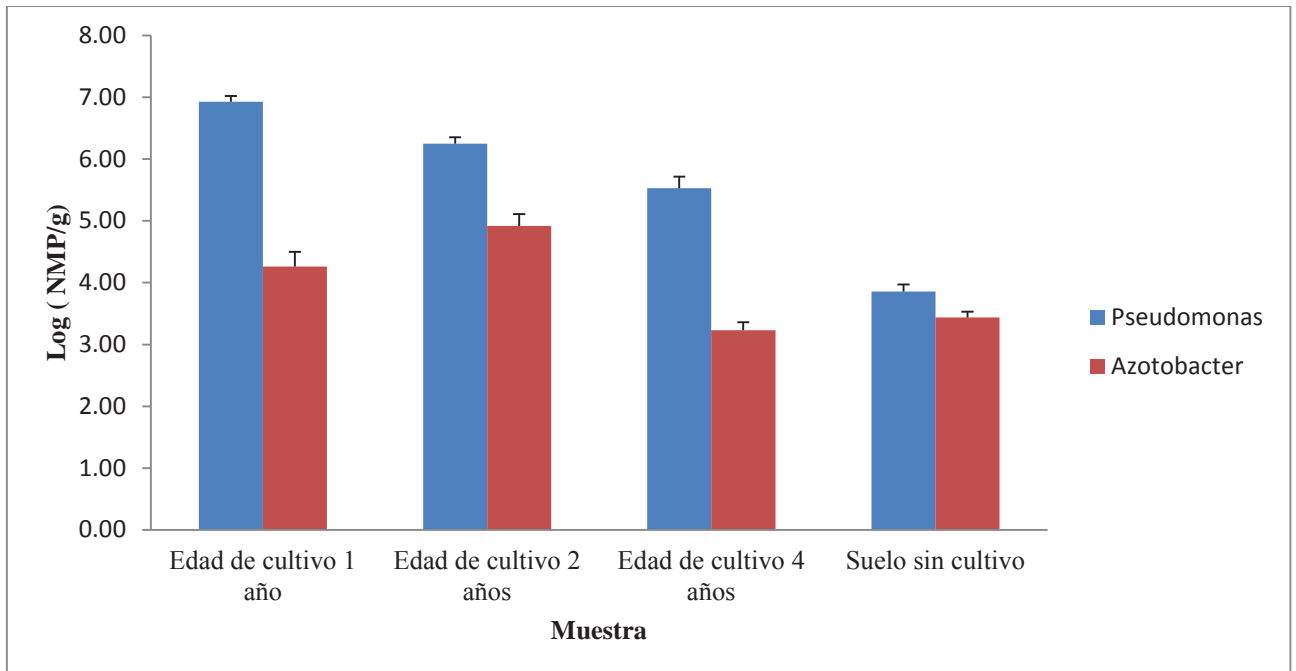
De acuerdo con Van Bruggen *et al* (2006) el análisis de las poblaciones microbianas en la rizósfera puede ser utilizada como indicador que las condiciones del cultivo y la diversidad microbiana encontrada refleja la salud de un ecosistema. Al finalizar el procesado de las muestras, se realizó el análisis de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cafeto y del suelo sin influencia de cultivo, estas poblaciones fueron: Actinomicetos, Bacterias aerobios mesófilos, Mohos y Levaduras, *Bacillus*, *Azotobacter* y *Pseudomonas*.

Las Figuras 5 y 6 (Anexo, Tabla A1) muestran las poblaciones microbianas en la rizósfera del cultivo de café de 1, 2 y 4 años de cultivo, así como el suelo sin influencia de plantas. En general, las poblaciones microbianas son mayores en la rizósfera que en el suelo sin influencia de cultivo, esto puede explicarse por los exudados producidos por las raíces de las plantas, ya que estos favorecen la relación compleja y dinámica, entre los microorganismos de la rizósfera y las raíces (Zúñiga y Gutiérrez-Correa, 1982).

En la rizósfera del cultivo de café, las poblaciones de bacterias aerobias mesófilas siempre estuvieron en el rango de  $10^6 - 10^7$  UFC/g, las de *Bacillus* en  $10^5$  UFC/g. En tanto que las poblaciones de mohos y levaduras registraron valores de  $10^5$  UFC/g, al igual que las de actinomicetos. Estos rangos de las poblaciones microbianas son similares a los publicados por Pahuara y Zúñiga (2002). Sin embargo, los suelos estudiados en esa investigación son de regiones altoandinas. Las poblaciones de *Pseudomonas* mostraron diferencias significativas en cantidad para la rizósfera de las plantas que tuvieron 1, 2 y 4 años de cultivo, respecto al suelo sin influencia de cultivo. Así, la rizósfera de 1 año de cultivo, la población fue de  $10^3$  NMP/g y para la rizósfera de 2 y 4 años, el resultado fue de  $10^6$  NMP/g. Por otro lado, las poblaciones de *Azotobacter* se encontraron entre  $10^3$  y  $10^4$  NMP/g, y según los datos estadísticos existen diferencias significativas en los cultivos de 2 y 4 años, respecto al suelo sin influencia de cultivo, sin embargo en la rizósfera del cultivo de 1 año, no se muestran diferencias. Así, bacterias como *Azotobacter* y *Pseudomonas* son principalmente atraídos por los exudados de las raíces de plantas (Tsavkelova, *et al.*, 2006).



**Fig. 5.** Poblaciones microbianas en logaritmo de la rizósfera del cultivo de café en tres edades diferentes de cultivo



**Fig. 6.** Poblaciones microbiana en logaritmo de la rizósfera del cultivo de café en tres edades diferentes de cultivo



## 4.2 Medición de la actividad microbiana y características fisicoquímicas

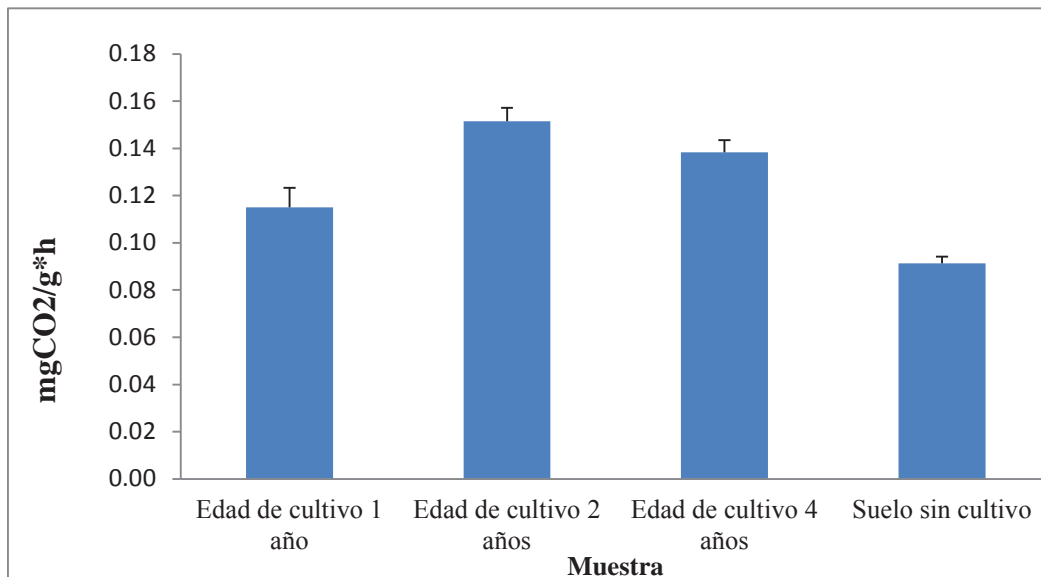
### 4.2.1 Medición de la actividad microbiana

La tabla 3, indica las características físicas de la rizósfera y del suelo sin influencia del cultivo. Se observa que existe mayor porcentaje de humedad (27.5 %) en el suelo sin cultivo. Incluso, la temperatura de la rizósfera y el suelo sin influencia de cultivo son muy similares.

**Tabla 3.** Porcentaje de humedad y temperatura del suelo de café en relación a la edad del cultivo

MUESTRA	HUMEDAD (%)	T° (C) suelo
Suelo con cultivo de 1 año	22.65	22.7
Suelo con cultivo de 2 años	20.87	22.0
Suelo con cultivo de 4 años	22.84	22.5
Suelo sin cultivo	27.5	22.2

Los resultados de actividad microbiana también fueron inferiores en el suelo sin influencia de cultivos (0.091 mg CO<sub>2</sub>/g\*h), respecto a los suelos cultivados (0.115 – 0.138 mg CO<sub>2</sub>/g\*h). El suelo con cultivos de 2 años registraron el mayor valor de actividad microbiana (Anexo, Tabla A2 y Fig. 7). Estos resultados obtenidos son congruentes con la investigación realizada por Ramos y Zúñiga (2008), en la cual sostienen que la reducción microbiana está influenciada por el estado fenológico de la planta y la humedad del suelo.



**Fig. 7.** Actividad microbiana de la rizósfera de café en relación a la edad del cultivo.

Los suelos del distrito Naranjal, Chanchamayo – Junín son ligeramente alcalinos (pH 7.5 – 7.72) y presentan textura media a moderadamente gruesa (franco – franco arenosos). Su contenido de materia orgánica es alto (4.14 a 7.10 %), siendo los suelos con cultivos de 4 años los de menor porcentaje. Así mismo, la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos es alta (CIC: 17.28 – 20.32) a excepción del suelo con 4 años de cultivo (Anexo, Tabla A3).

### 4.3 Aislamiento de bacterias del cultivo de café

En el muestro realizado a la rizósfera del cultivo del café se aislaron 17 diferentes cepas del género *Azotobacter*, y 40 cepas pertenecientes al género *Pseudomonas*. Por otro lado, se indica que el género que presentó más cepas fue *Pseudomonas* con 70% del total de los aislamientos (Tabla 4 y 5). Además, se observan las cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas* que provienen del suelo sin cultivo.

Muleta *et al.* (2009) aislaron 134 cepas del género *Pseudomonas* de la rizósfera del cultivo de café en las localidades Bonga y Yayu, al suroeste de Etiopía. Asimismo, en el estudio realizado por Jiménez *et al.* (1997) determinaron 7 especies del género *Azotobacter* aisladas de la rizósfera del cafeto en México, estas a su vez, presentaron eficiente capacidad PGPR.

**Tabla 4.** Cepas de *Azotobacter* aisladas de la rizósfera de café

Cepa	Código	Procedencia	Cepa	Código	Procedencia
1	FNB1	Suelo sin cultivo	17	FN113	rizósfera
2	FNB2	Suelo sin cultivo	18	FN114	rizósfera
3	FNB3	Suelo sin cultivo	19	FN115	rizósfera
4	FNB4	Suelo sin cultivo	20	FN201	rizósfera
5	FNB5	Suelo sin cultivo	21	FN202	rizósfera
6	FNB6	Suelo sin cultivo	22	FN203	rizósfera
7	FNB7	Suelo sin cultivo	23	FN204	rizósfera
8	FNB8	Suelo sin cultivo	24	FN205	rizósfera
9	FNB9	Suelo sin cultivo	25	FN206	rizósfera
10	FNB10	Suelo sin cultivo	26	FN207	rizósfera
11	FNB11	Suelo sin cultivo	27	FN208	rizósfera
12	FNB12	Suelo sin cultivo	28	FN401	rizósfera
13	FNB13	Suelo sin cultivo	29	FN402	rizósfera
14	FNB14	Suelo sin cultivo	30	FN403	rizósfera
15	FN111	rizósfera	31	FN404	rizósfera
16	FN112	rizósfera			

**Tabla 5.** Cepas de *Pseudomonas* aisladas de la rizósfera de café

Cepa	Código	Procedencia	Cepa	Código	Procedencia
1	PSB1	Suelo sin cultivo	26	PS126	Rizósfera
2	PSB2	Suelo sin cultivo	27	PS127	Rizósfera
3	PSB3	Suelo sin cultivo	28	PS201	Rizósfera
4	PSB4	Suelo sin cultivo	29	PS202	Rizósfera
5	PSB5	Suelo sin cultivo	30	PS203	Rizósfera
6	PSB6	Suelo sin cultivo	31	PS204	Rizósfera
7	PSB7	Suelo sin cultivo	32	PS205	Rizósfera
8	PSB8	Suelo sin cultivo	33	PS206	Rizósfera
9	PSB9	Suelo sin cultivo	34	PS207	Rizósfera
10	PSB10	Suelo sin cultivo	35	PS208	Rizósfera
11	PS111	Rizósfera	36	PS209	Rizósfera
12	PS112	Rizósfera	37	PS210	Rizósfera
13	PS113	Rizósfera	38	PS211	Rizósfera
14	PS114	Rizósfera	39	PS212	Rizósfera
15	PS115	Rizósfera	40	PS213	Rizósfera
16	PS116	Rizósfera	41	PS401	Rizósfera
17	PS117	Rizósfera	42	PS402	Rizósfera
18	PS118	Rizósfera	43	PS403	Rizósfera
19	PS119	Rizósfera	44	PS404	Rizósfera
20	PS120	Rizósfera	45	PS405	Rizósfera
21	PS121	Rizósfera	46	PS406	Rizósfera
22	PS122	Rizósfera	47	PS407	Rizósfera
23	PS123	Rizósfera	48	PS408	Rizósfera
24	PS124	Rizósfera	49	PS409	Rizósfera
25	PS125	Rizósfera	50	PS410	Rizósfera

#### 4.4 Caracterización fenotípica de cepas aisladas rizósfera de café

De acuerdo con los aislamientos realizados a la rizósfera del cultivo de café, se determinó un total de 57 cepas de los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas*.

#### **4.4.1 Características macroscópicas**

Las observaciones de las colonias de las cepas se realizaron entre 3 a 5 días, con la finalidad de observar diferencias. A todas estas se evaluaron tamaño de colonia, forma, color, borde y textura (Anexo, Tabla A4).

En general, todas las cepas aisladas de la rizósfera del café de los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas* presentaron similar textura mucosa, borde regular y coloración incolora, aunque algunas cepas fueron cremosas. Por otro lado, la forma de todas las cepas estudiadas fue circular.

#### **4.4.2 Características microscópicas**

Mediante la técnica de microscopia, con un aumento de 100X, se confirmó que las 57 cepas evaluadas, fueron Gram negativas (Anexo, Tabla A4). Además, se determinó que todas las cepas aisladas presentaron forma de tipo bacilar, es más, se confirmó que para el ensayo KOH, todas las cepas mostraron resultados positivos, validando que las cepas aisladas pertenecen a las bacterias Gram negativas, cuya característica es común en miembros de la familia *Pseudomonaceae*.

#### **4.5 Capacidad promotora de crecimiento vegetal (PGPR)**

Las pruebas bioquímicas realizadas para identificar la capacidad PGPR fueron dos: La prueba de identificación del ácido indol acético (AIA) y solubilizadores de fosfato. En esta última se empleó el medio (NBRI) con una modificación en sus componentes, por ello se realizaron dos pruebas en la solubilización de fosfato, el primero conocido como bicálcico y el segundo denominado tricálcico.

##### **4.5.1 Determinación de la producción de precursores de ácido indol acético**

De acuerdo con Tsavkelova *et al.* (2006), las bacterias aisladas de la rizósfera son las más eficientes en la producción de auxinas. Rico (2011), aseguró que el ácido indol acético (AIA) sintetizado por las bacterias de la rizósfera beneficia a las plantas con el crecimiento radicular, esto es promoviendo el desarrollo de raíces laterales y adventicias, sin embargo el efecto de las auxinas sobre la planta depende de la concentración y el tipo de cultivo.

Diversas investigaciones han reportado a los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas* como productoras de ácido indol acético, que inciden enormemente en el rendimiento y en la calidad de los cultivos (Hernández *et al.*, 2004; Tsavkelova *et al.*, 2006; Ahmad *et al.*, 2008; Venner y Martin, 2009; Lara, *et al.*, 2011).

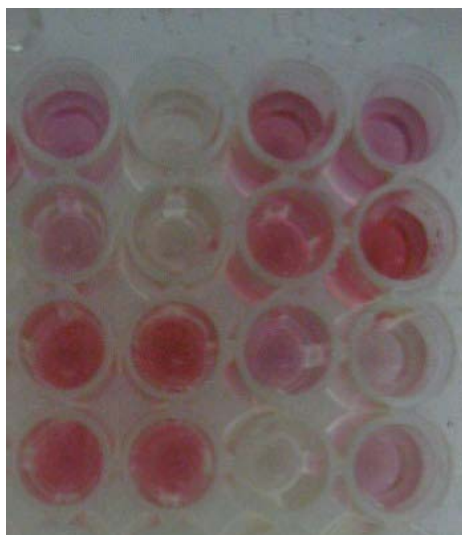
La producción de precursores de ácido indol acético fue evaluada mediante un ensayo cuantitativo, en la cual se evaluaron 57 cepas de los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas* que previamente fueron aisladas de la rizósfera del cafeto. Del total de bacterias, 18 cepas (32%) produjeron entre 20 a 60 µg/ml de AIA. Asimismo, 5 cepas (9%) alcanzaron la mayor producción de AIA, estas cepas fueron FN113, FN111, FN204, FN205 y PS118, produciendo 81.9, 81.4, 81.1, 63.3 y 58.8 µg/ml de AIA, respectivamente (Tabla 6 y 7). Estos resultados no han sido reportados anteriormente, en el mismo día de evaluación, esto podría reflejarse en un efecto negativo en la promoción del crecimiento de los cultivos (Rico, 2009). Por otra parte, se ha investigado que las plantas no poseen un sistema para mantener en equilibrio los niveles óptimos de ácido indol acético en sus tejidos. Por esta razón, una producción elevada de AIA por una bacteria, inhibiría la síntesis de otras sustancias presentes en la ruta de síntesis de AIA que se lleva a cabo en la planta (Persello *et al.*, 2003)

Un estudio elaborado por Venner y Martin (2009) encontraron que el fijador de nitrógeno *Azotobacter vinelandii* produjo 11.93 µg/ml de AIA, sin embargo, el presente estudio identificó la cepa FN113, la cual produjo 81.9 µg/ml. Asimismo, esta cantidad de AIA producido fue superior con lo reportado por Clavijo *et al.* (2012), en la cual obtuvieron resultados entre 2.4 y 46.5 µg/mL.

Por otro lado, la cepa PS118 del género *Pseudomonas* alcanzó un valor máximo de producción de AIA similar a 58.8 µg/ml. En otras investigaciones realizadas con el mismo género se encontró un valor inferior igual a 32.7 µg/ml de producción de AIA

Se sabe que la raíz de las plantas es un órgano muy sensible a fluctuaciones de AIA, en presencia de crecientes cantidades de AIA, se observa un alargamiento de la raíz primaria y aumento de la producción de raíces adventicias, como es el caso de las plántulas jóvenes, en la que se ayuda adherirse al suelo rápidamente (Patten y Glick, 2002). La Fig. 8

representa la prueba cualitativa de la producción de AIA, la coloración rojo intenso se reflejó en una mayor cantidad del AIA.



**Fig. 8.** Reacción oxidativa con el reactivo Salkowsky. A: Control. B: cepa FN205. C: cepa PS118

**Tabla 6.** Producción de AIA de *Azotobacter* aisladas de la rizósfera de café

Cepa	Código	DO (600 nm)	AIA (ug/mL)	Cepa	Código	DO (600 nm)	AIA (ug/mL)
1	FN111	0.745	81.4	17	FN205	0.613	63.3
2	FN112	0.706	46.1	18	FN206	0.646	55.8
3	FN113	0.729	81.9	19	FN207	0.606	39.0
4	FN114	0.622	25.1	20	FN208	0.605	32.7
5	FN115	0.717	15.4	21	FN401	0.739	58.3
6	FN201	0.606	16.2	22	FN402	0.579	2.4
7	FN202	0.687	49.5	23	FN403	0.596	3.9
8	FN203	0.589	32.9	24	FN404	0.348	13.8
9	FN204	0.611	81.1				

**Tabla 7.** Producción de AIA de *Pseudomonas* aisladas de la rizósfera de café

<b>Cepa</b>	<b>Código</b>	<b>DO (600 nm)</b>	<b>AIA (ug/mL)</b>	<b>Cepa</b>	<b>Código</b>	<b>DO (600 nm)</b>	<b>AIA (ug/mL)</b>
<b>1</b>	PS111	0.811	35.4	<b>21</b>	PS204	0.751	20.7
<b>2</b>	PS112	0.751	24.5	<b>22</b>	PS205	0.734	21.5
<b>3</b>	PS113	0.236	13.3	<b>23</b>	PS206	0.071	4.2
<b>4</b>	PS114	0.271	3.9	<b>24</b>	PS207	0.056	2.9
<b>5</b>	PS115	0.206	18.5	<b>25</b>	PS208	0.237	2.0
<b>6</b>	PS116	0.214	17.4	<b>26</b>	PS209	0.222	1.6
<b>7</b>	PS117	0.213	12.4	<b>27</b>	PS210	0.136	1.8
<b>8</b>	PS118	0.858	58.8	<b>28</b>	PS211	0.073	4.4
<b>9</b>	PS119	0.227	10.7	<b>29</b>	PS212	0.387	3.0
<b>10</b>	PS120	0.737	20.2	<b>30</b>	PS213	0.412	1.7
<b>11</b>	PS121	0.823	49.1	<b>31</b>	PS401	0.181	5.5
<b>12</b>	PS122	0.577	26.0	<b>32</b>	PS402	0.238	6.8
<b>13</b>	PS123	0.796	28.8	<b>33</b>	PS403	0.191	3.3
<b>14</b>	PS124	0.580	17.9	<b>34</b>	PS404	0.636	12.1
<b>15</b>	PS125	0.078	5.2	<b>35</b>	PS405	0.165	6.0
<b>16</b>	PS126	0.076	11.0	<b>36</b>	PS406	0.233	6.1
<b>17</b>	PS127	0.232	9.8	<b>37</b>	PS407	0.032	8.4
<b>18</b>	PS201	0.122	13.1	<b>38</b>	PS408	0.231	5.2
<b>19</b>	PS202	0.876	23.3	<b>39</b>	PS409	0.156	18.5
<b>20</b>	PS203	0.069	3.4	<b>40</b>	PS410	0.110	4.6

#### 4.5.2 Determinación de la solubilización de fosfatos

La capacidad solubilizadora de fosfatos se debe principalmente a que diversos microorganismos producen ácidos orgánicos que degradan el fosfato, en su forma más asimilable por las plantas, y a su vez, esta capacidad les permite ser consideradas como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Rico, 2009; Sánchez *et al.*, 2012).

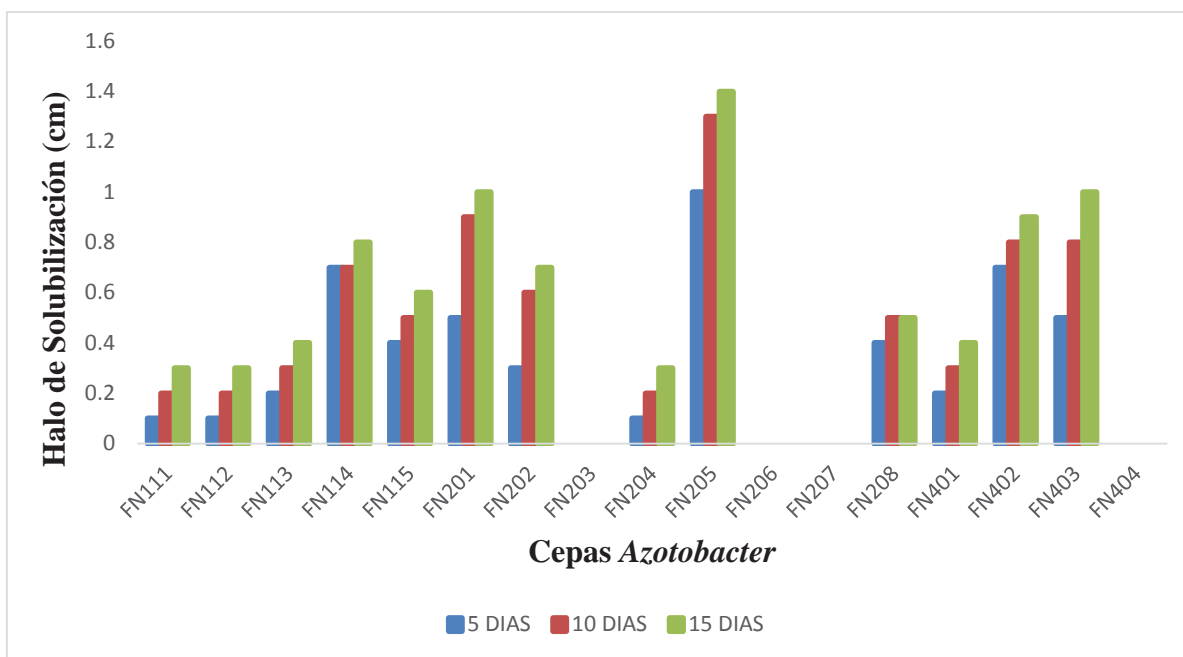
En esta prueba se encontró que 50 cepas (88 %) solubilizaron el fosfato bicálcico, estos microorganismos presentaron halos que oscilan entre 0.2 a 1.4 cm de diámetro (Anexo, Tablas A5 – A8). En las Figuras 9 y 10 se observa que la solubilización de fosfato bicálcico se incrementa en forma progresiva, a medida que transcurren los días de evaluación. Las cepas que alcanzaron mayor halo, al degradar el fosfato bicálcico, fueron



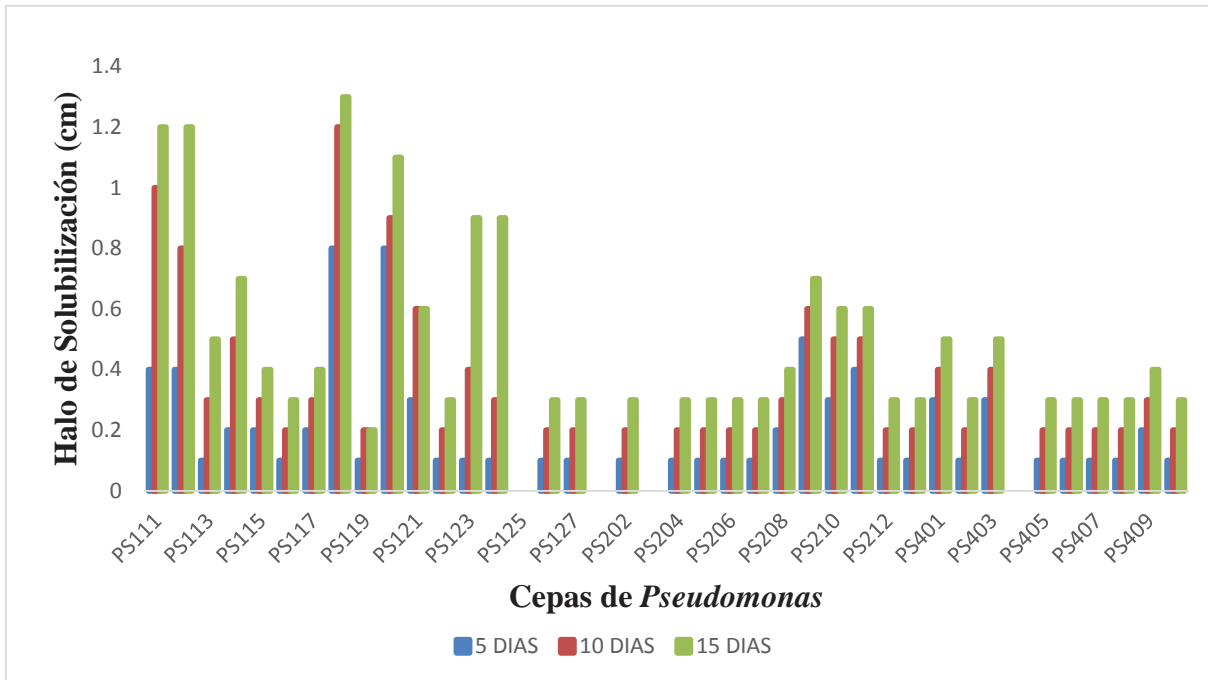
FN205 y PS118, cada cepa formó un halo de solubilización de 1.4 y 1.3 cm de diámetro, respectivamente.

Por su parte, se determinó que 53 cepas (93%) formaron halos en el medio con fosfato tricálcico, en el rango de 0.2 – 1.1 cm de diámetro (Anexo, Tablas A8 – A10). Estos resultados fueron inferiores a los reportados por García (2012), en los cuales, la solubilización oscila entre 0.5 a 2 cm, sin embargo, el porcentaje de cepas solubilizadores de fosfato tricálcico fue inferior a lo reportado en el presente. En las figuras 11 y 12 se aprecia que los halos de solubilización se incrementan en diámetro en función a los días de su evaluación.

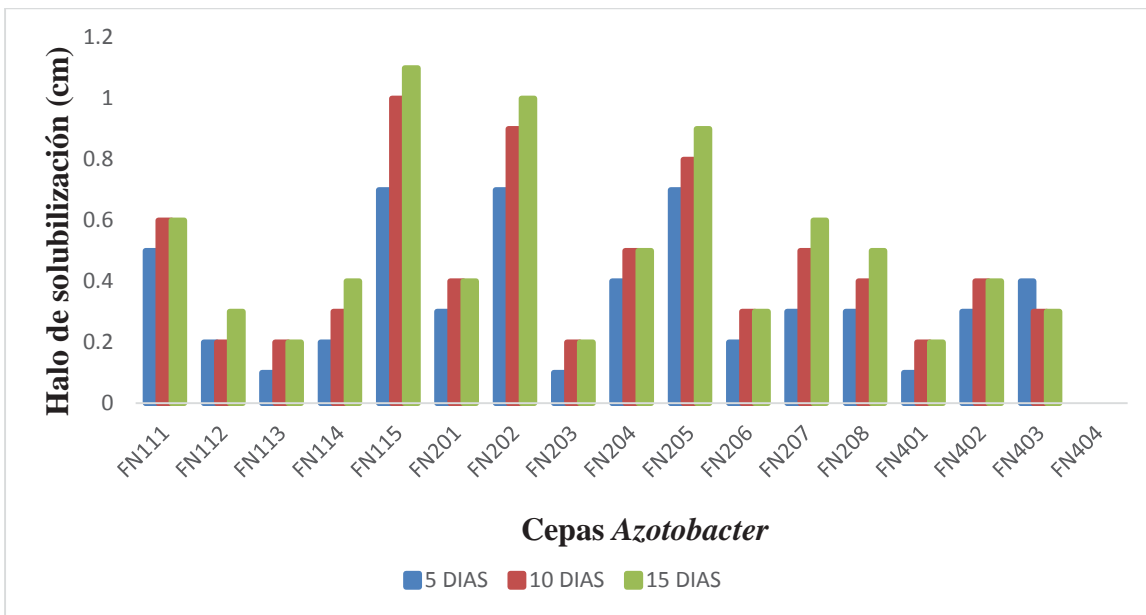
Por último, la solubilización del fosfato tricálcico fue ligeramente mayor en relación a la cantidad de cepas que solubiliaron el fosfato bicálcico. Un estudio realizado por Matsubara (2010), sostiene que las cepas son más eficientes al solubilizar fosfato tricálcico que fosfato bicálcico, dicha afirmación es congruente con lo reportado en el presente estudio. No obstante, el mayor halo de solubilización se reportó en el medio con fosfato bicálcico.



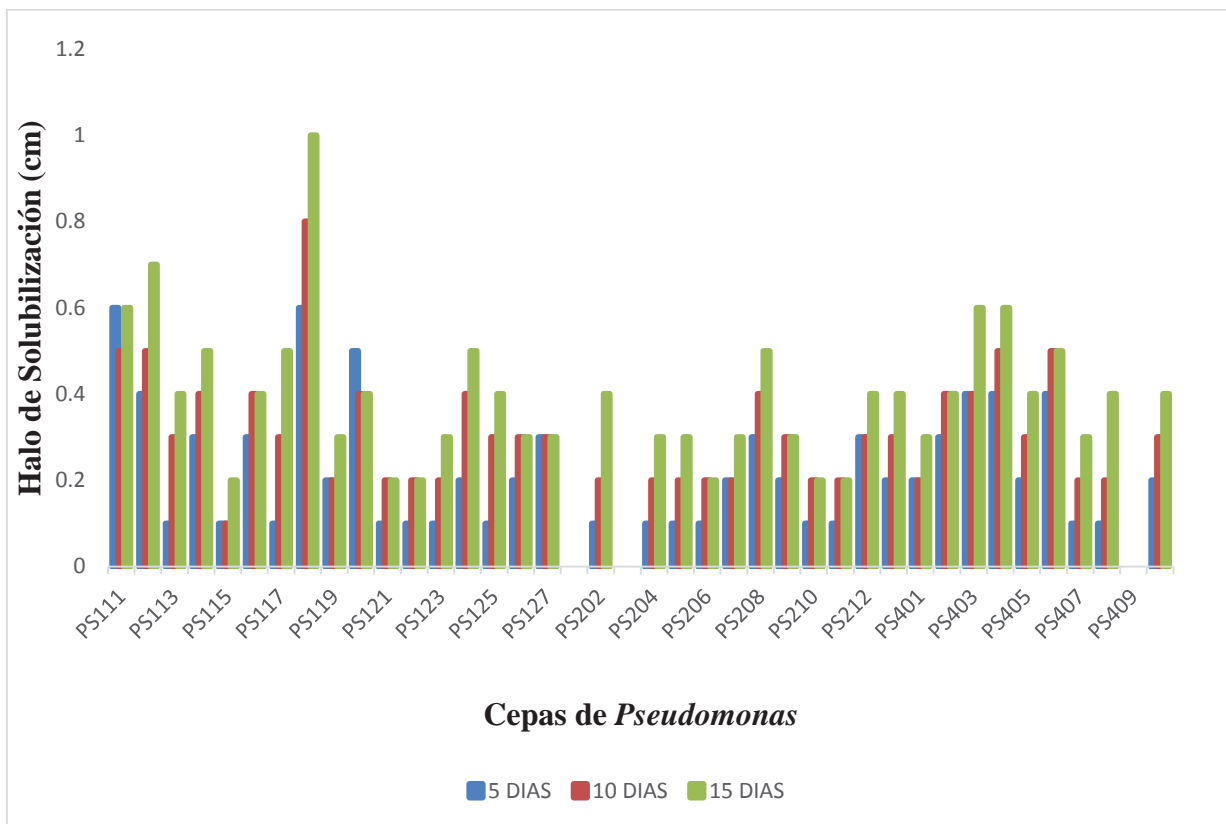
**Fig. 9.** Solubilización de fosfato bicálcico por cepas de *Azotobacter* aisladas de la rizósfera de café



**Fig. 10.** Solubilización de fosfato bicálcico por cepas de *Pseudomonas* aisladas de la rizósfera de café



**Fig. 11.** Solubilización de fosfato tricálcico por cepas de *Azotobacter* aisladas de la rizósfera de café



**Fig. 12.** Solubilización de fosfato tricálcico por cepas de *Pseudomonas* aisladas de la rizósfera de café

#### 4.6 Ensayo a nivel de laboratorio

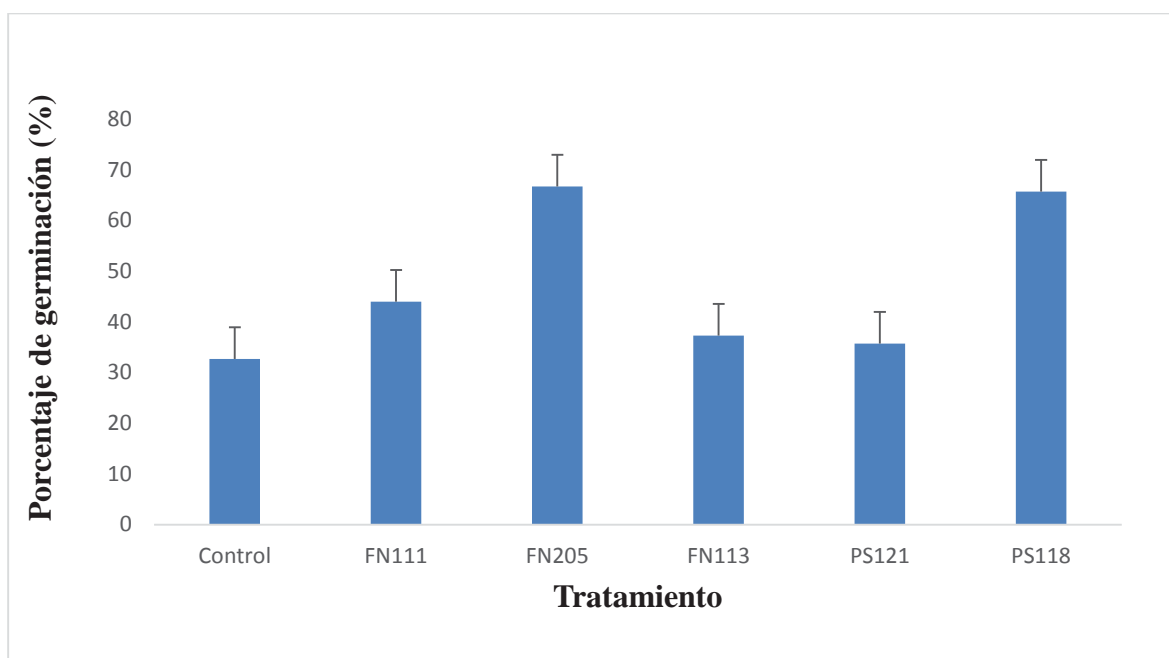
##### 4.6.1 Ensayo de germinación del café con cepas de *Azotobacter* y *Pseudomonas*

Este ensayo permitió elegir aquellas cepas que fueron capaces de promover la germinación de las semillas de café, de acuerdo con su capacidad de producción de AIA y la solubilización de fosfatos. Las cepas que alcanzaron mayor porcentaje de germinación fueron FN205 y PS118 con 66.7% y 65.7% respectivamente (Fig. 13), al ser evaluadas a los 40 días. Además, se observó que las cepas mencionadas presentaron diferencias significativas en la germinación de semillas del cafeto, en contraste a la prueba control sin inocular. Similares resultados encontraron Delgado *et al* (2003) en la que solo dos de las siete que evaluaron incrementaron el porcentaje de germinación en semillas de café, la cual fluctuó entre 61.7% y 55% en los primeros 50 días, estos resultados son ligeramente inferiores, ya que en el presente trabajo de investigación, las evaluaciones del porcentaje de

germinación se realizó a los 40 días. Asimismo, Santillana *et al.* (2005) informaron de un aumento similar a 20% respecto al control, en semillas de tomate inoculadas con *Rhizobium sp.* Díaz *et al.* (2001) publicaron que *Hafnia alvei* promovió la germinación de las semillas en lechuga en 36.5%, en comparación al testigo.

Por su parte, las cepas FN111, FN113 y PS121 lograron germinar las semillas con porcentajes superiores al control (Fig. 13). Sin embargo, los resultados no presentaron diferencias significativas. El 91% de las cepas evaluadas no presentaron efecto favorable en el porcentaje de germinación, respecto al control. Esto puede deberse a que las semillas de café, no producen los exudados que sirven de nutriente para los microorganismos.

Por otro lado, las otras cepas evaluadas no presentaron mayor efecto en la germinación de las semillas de café, con respecto al control. Tang (1995) publicó que al inocular semillas de ají con *Azotobacter* tuvo un efecto negativo. Finalmente, este ensayo de germinación permitió seleccionar las cepas FN205 y PS118 para la producción de inóculos y su aplicación en campo.



**Fig. 13.** Efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de semillas del café

## **4.7 Ensayo a nivel de campo**

### **4.7.1 Primera evaluación**

Se seleccionaron 36 plantas de café, 18 plantas en su estadio “fósforo” y 18 en “mariposa”, Antes de la primera inoculación a cada planta se midió la longitud de la parte aérea, esta medida comprende desde el cuello de la planta hasta el meristemo apical (Anexo, Tabla A11)

### **4.7.2 Segunda evaluación**

Finalizado, 30 días desde la inoculación se evaluó, a cada planta de café, la longitud de la parte aérea (Anexo, Tabla A12).

### **4.7.3 Tercera evaluación**

La tercera evaluación consistió en la cosecha de planta del cafeto, luego de 180 días desde la siembra. La inoculación de bacterias PGPR en cafeto y su efecto positivo en el crecimiento y nutrición de la planta ha sido demostrado previamente (Jiménez *et al.*, 1997; Aguirre *et al.*, 2011). La tabla 8 muestra el efecto de la inoculación en la LPA y LR del cultivo de café, en sus dos estadios de desarrollo conocidos como “fosforo” y “mariposa”. En general, los tratamientos fueron eficientes para los parámetros evaluados, cuyos valores fueron estadísticamente superiores y significativos, en comparación con el control. Por su parte, la cepa PS118 promovió un mayor incremento en la LPA con 64% y 87%. Igualmente, se observó que la LR se incrementó en 65% y 86%, respecto al control. Por otro lado, la cepa FN205 mejoró la LPA en 34% y 51%. Asimismo, la LR se incrementó en 35% y 51%, en comparación al control, lo que sugiere que estas cepas, consideradas PGPR, convierten los exudados producidos por la raíz del cafeto, en sustancias que promueven el desarrollo del cultivo, estos produjeron un incremento de la LPA y LR (Armenta *et al.*, 2010; Camelo *et al.*, 2011).

**Tabla 8.** Longitud parte aérea y radicular de café evaluado en sus dos estadios de desarrollo.

	<b>Tratamientos</b>	<b>LPA (cm)</b>		<b>LR(cm)</b>	
<b>“Fósforo”</b>	Control	7.13	a	7.13	a
	Fertilizante	9.90	bc	9.93	abc
	FND30	10.13	bc	10.07	ab
	FN205	9.57	bc	9.63	abc
	PS42	8.60	ab	8.50	ab
	PS118	11.70	d	11.73	c
<b>“Mariposa”</b>	Control	8.33	a	8.33	a
	Fertilizante	10.47	ab	10.50	ab
	FND30	11.33	b	11.27	bc
	FN205	12.60	b	12.57	bc
	PS42	12.87	b	12.90	c
	PS118	15.63	c	15.53	d

LPA = Longitud parte aérea, LR = Longitud radicular

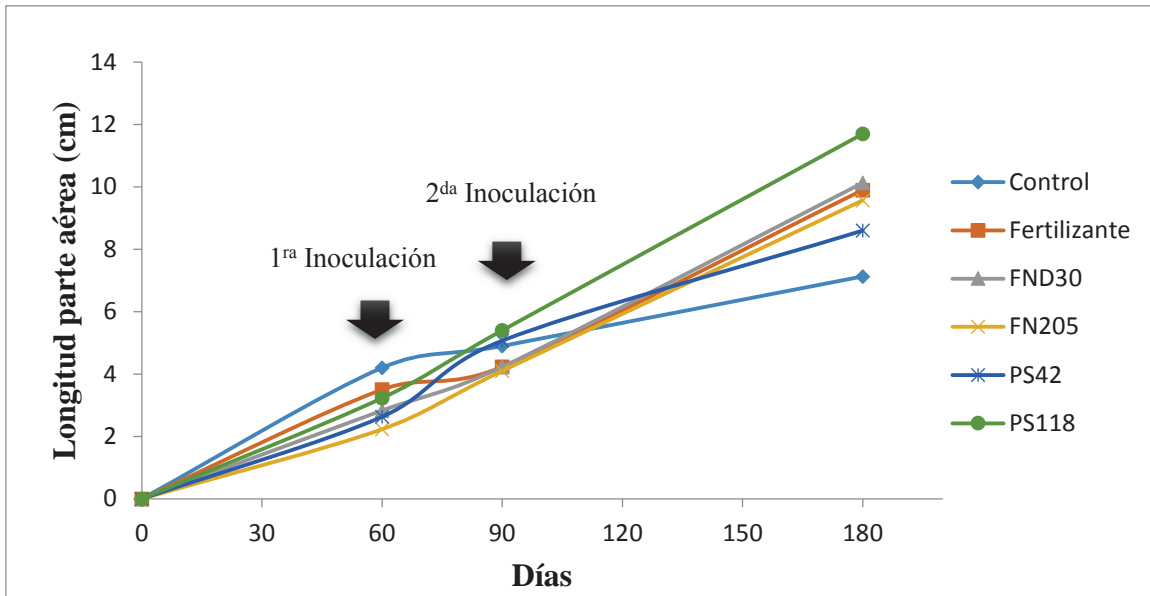
En la tabla 9, se observa el efecto positivo del café a la inoculación con la cepa PS118 en su PFPA con 4.76 g y 5.00 g, evaluados en sus dos estadios de desarrollo. Lo anterior indica que esta cepa contribuyó a nivel de la raíz a la formación de sustancias promotoras de crecimiento vegetal, esto se reflejó en un incremento de su PFPA. Los datos mostrados, anteriormente, fueron significativos, respecto al control. Por otra parte, la cepa FN205 sólo mostró diferencias significativas en la evaluación del PFPA en el estadio “mariposa”. Del mismo modo, el efecto de los tratamientos en el PFR no mostraron diferencias significativas, al evaluarlo en sus dos estadios. Por el contrario, al evaluar el PSR se determinó valores con diferencias significativas. La inoculación con PS118 alcanzó un PSR con 0.39 g y 0.49 g. Igualmente, la cepa FN205 mostró un efecto positivo alcanzando 0.33 g y 0.42 g de PSR.

**Tabla 9.** Peso fresco y seco de la parte aérea y radicular del cafeto evaluada en sus dos estadios de desarrollo.

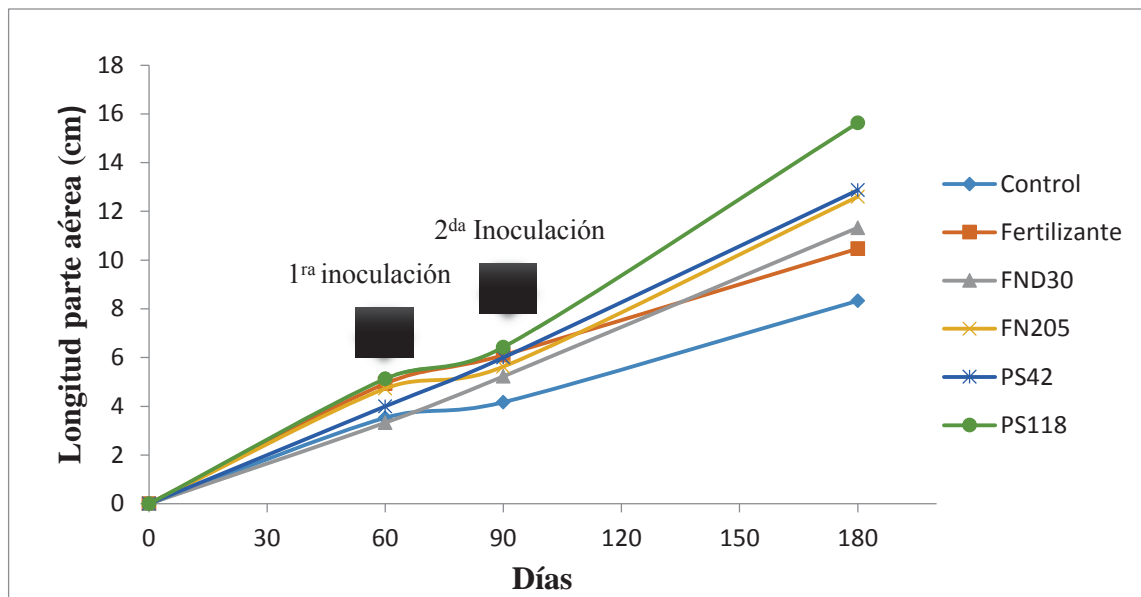
	<b>Tratamientos</b>	<b>PFPA</b>		<b>PSPA</b>		<b>PFR</b>		<b>PSR</b>	
		<b>(g/planta)</b>		<b>(g/planta)</b>		<b>(g/planta)</b>		<b>(g/planta)</b>	
<b>“Fósforo”</b>	Control	4.45	a	0.31	a	2.26	a	0.21	a
	Fertilizante	4.56	ab	0.42	bc	2.37	a	0.32	b
	FND30	4.71	b	0.43	c	2.39	a	0.35	bc
	FN205	4.55	ab	0.39	b	2.35	a	0.33	b
	PS42	4.43	a	0.37	b	2.36	a	0.31	b
	PS118	4.76	b	0.41	bc	2.43	b	0.39	c
<b>“Mariposa”</b>	Control	4.40	a	0.21	a	2.35	a	0.32	a
	Fertilizante	4.44	a	0.33	b	2.44	a	0.42	b
	FND30	4.79	b	0.42	bc	2.43	a	0.41	b
	FN205	4.75	b	0.39	bc	2.46	a	0.42	b
	PS42	4.84	b	0.46	c	2.40	a	0.37	ab
	PS118	5.00	b	0.59	d	2.54	a	0.49	c

PFPA = Peso fresco parte aérea, PSPA = Peso seco parte aérea, PFR = Peso fresco radicular, PSR = Peso seco radicular

En las Figuras 14 y 15 se muestra la inoculación realizada a los 60 días, y la reinoculación efectuada a los 90 días desde la siembra del cultivo de café. En general, se aprecia que la medida de la parte aérea de las plantas de café, antes de la inoculación, son similares, luego de la aplicación de los tratamientos se observa un aumento favorable de la longitud de la parte aérea, en relación al control. Asimismo, la cepa PS118 es la que presentó mayor efecto sobre la longitud de la parte aérea, para ambos estadios de desarrollo del café.



**Fig. 14.** Evaluación de la inoculación en la longitud de la parte aérea del cultivo de café en 180 días en su estadio “fósforo”



**Fig. 15.** Evaluación de la inoculación en la longitud de la parte aérea del cultivo de café en 180 días en su estadio “mariposa”



## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las que se efectuó el presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Las poblaciones microbianas de la rizósfera de café fueron superiores a las del suelo sin influencia de cultivo. También se pueden aislar bacterias de los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas*.
2. Las poblaciones de *Azotobacter* y *Pseudomonas* son su mayormente de forma circular, de borde regular y de textura mucosa.
3. Los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas* tienen una alta capacidad de producción de ácido indol acético (AIA). Se encontró que 18 de 57 cepas produjeron de 20 a 60 µg/mL de AIA y 5 cepas produjeron
4. Los géneros *Azotobacter* y *Pseudomonas* son capaces de solubilizar fosfato, en sus dos componentes, bicálcico y tricálcico, siendo esto un gran potencial para desarrollar fertilizantes biológicos. Se encontró que 50 (88%) y 53 (93%) de las cepas aisladas solubilizaron el fosfato bicálcico y tricálcico.
5. Las cepas FN205 y PS118 aisladas de la rizósfera del café son las que mejores resultados presentaron en la producción de ácido indol acético, solubilización de fosfato y las que estimularon significativamente el porcentaje de germinación de las semillas.
6. En relación a los resultados de campo, la inoculación de las cepas del género *Azotobacter* (FN205) y *Pseudomonas* (PS118), mejoraron el crecimiento y desarrollo de la planta expresado en materia seca de plantas de café.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Determinar la capacidad solubilizadora de fosfato en medio líquido, para observar el comportamiento de las cepas en ambos soportes, y verificar la variación del pH cada intervalo de tiempo.
2. Evaluar la cuantificación de AIA en el tiempo y determinar mediante curvas de crecimiento de cada cepa, la máxima producción de este metabolito.
3. Evaluar las cepas aisladas de la rizósfera de café, en invernadero para determinar su efecto individual sobre el cultivo. Además, probar el efecto de las cepas en interacción.
4. Realizar pruebas adicionales de capacidad PGPR, tales como pruebas de antagonismo en placa, producción de sideróforos y metabolitos volátiles.
5. Realizar la caracterización molecular de todas las cepas aisladas, con la finalidad de identificarlas y clasificarlas en una especie o subespecie.
6. Evaluar el efecto de la inoculación en el ciclo productivo de café y compararlo con otros fertilizantes de origen químico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Peruana de Noticias. 2013. Perú: Junta del café revela que exportaciones del grano sumarán US\$650M este año. Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-junta-del-cafe-revela-que-exportaciones-del-grano-sumaran-us650m-este-año>.
2. Ahmad, F; Ahmad, I; Khan, M. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*. 163 (2): 173-181.
3. Alexander, M. 1994. Introducción a la Microbiología de Suelos. Editor S. A. México pp. 491.
4. Alvarado, M. y Rojas, G. 2007. El cultivo y beneficiado del café. Primera edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. pp.11-21.
5. American Public Health Association (APHA). 1992. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water. 14 Ed. Washington DC.
6. Anderson J. 1982. Soil Respiration. En: Page, A; Miller, R; Kenney, D. (eds). *Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties*. 2 Ed. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. pp 831-871.
7. Anyaipoma, C. 2014. Peletización de semillas de trébol con *Pseudomonas* spp. Aisladas de la rizósfera de maca, y evaluación de su efecto en la emergencia de semillas. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
8. Apaza, A. 2013. Caracterización morfológica y de calidad de 71 accesiones de café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón, Chanchamayo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
9. APHA-AWWA-WPCF. 1998. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water. 20 Ed. Washington DC.
10. Arcila, P; Farfán, V; Moreno, B; Salazar, L; Hincapié, E. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia. Capítulo 2. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. *Cenicafé*. pp. 21-60.

11. Armenta, A; García, C; Camacho, J; Apodaca, M; Montoya, L; Nava, E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Revista Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*. 6 (1): 51-56.
12. Bach, A. y Díaz, M. 2008. Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en la agricultura. *Agricultura Orgánica*. 3:35-38.
13. Badui, S. 1993. *Química de los alimentos*. Editorial Pearson Education. pp. 736.
14. Bai, Y; Zhou, X; Smith, D. 2003. Enhanced soybean plant growth resulting from coinoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Science*. 43:1774–1781
15. Barreto, M; Seldin, L; Araujo, F; Ramos, R. 2010. Plant growth Promoting rhizobacteria: fundamentals and applications. In: Maheshwari DK (ed). *Plant growth and health promoting bacteria*. Springer, Berlin. (18): 21 – 43.
16. Bergey, J; Hendricks, D; Holt, J. 2000. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9 Ed. Philadelphia, US. Editorial Lippincott Williams & Wilkins.
17. Berthaud, J. y Charrier, A. 1998. Genetic resources of *Coffea*. *Elsevier Applied science*. 4: 1-42.
18. Bobadilla, C. y Rincón, S. 2008. Aislamiento y producción de bacterias fosfato solubilizadoras a partir de compost obtenido de residuos de plaza. Tesis para optar el título de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana.
19. Camelo, M; Vera, S; Bonilla, R. 2011. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 12(2):159-166.
20. Cano, M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. una revisión. *Revista Universidad de Ciencias Aplicadas Actualidad Divulgación Científica*. 14(2): 15-31.
21. Castillo, G; Altuna, B; Michelena, G; Sánchez, J; Acosta, M. 2005. Cuantificación del contenido de ácido indolacético (AIA) en un caldo de fermentación microbiana. *Anales de Biología*. 27: 137-142.
22. Castro, P; Contreras, Y; Laca, D; Nakamatsu, K. 2004. Café de especialidad: Alternativa para el sector cafetalero peruano. *ESAN – Cuadernos de difusión*. 9 (17): 61 – 84.

23. Clavijo, C; Chipana, V; Centeno, J; Zúñiga, D; Guillén, C. 2012. Aislamiento, caracterización e identificación de bacterias diazotróficas de la rizósfera del cultivo de *Olea europea* “olivo” en Tacna Perú. *Ecología Aplicada*. 11(2):89-102
24. Clay, J. 2004. *World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices*. Island Press. pp. 69 -91.
25. Criollo, P; Obando, M; Sánchez, L; Bonilla, R. 2012. Efecto de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) asociadas a *Pennisetum clandestinum* en el altiplano cundiboyacense. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 13(2): 189-195.
26. Cronquist, A. 1981. *An integrated System of the Classification of Flowering Plants*, Columbia University Press.
27. Davis, A; Maurin O; Chester M; Mvungi, E; Fay, M. 2006. Phylogenetic relationships in *Coffea* (Rubiaceae) inferred from sequence data. 21 edition Colloque: Association Scientifique Internationale du Café. pp. 868 – 875.
28. Del Castillo, T. 2008. Análisis Genómicos, transcripcional y de flujo del metabolismo de la glucosa en *Pseudomonas putida*. Tesis para optar el título de Doctor. Universidad de Granada. pp 105.
29. Del Pilar, M. 2011. Participación peruana en la de cafés especiales SCAA. PROMPERÚ. pp. 1-9.
30. Delgado, L. 2007. *Agrocadena de café sostenible*. Ministerio de Agricultura y Ganadería DRCS. Puriscal. Costa Rica. pp 8.
31. Delgado, Y; Cupull, R; Pérez, C; Sánchez, A; Vílchez, M. 2003. Efecto de *Azotobacter spp.* en la estimulación de la germinación y el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. *Centro Agrícola*. 30(1):26-31.
32. Dey, R; Pal, K; Bhatt, D; Chauhan, S. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*. 159: 371-394.
33. Díaz P; Ferrera R; Almaraz, J; Alcántar, G. 2001. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga. *Terra* 19 (4): 327-335.
34. Domínguez, A. 1989. *Abonado de hortalizas aprovechadas por sus frutos*. Madrid: Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. pp. 16.

35. Duicela, L. y Sotomayor, I. 1993. I. Botánica. En: Manual del cultivo del café. INIAP, Fundabro. GTZ. Ecuador. pp 19-27.
36. Ever, R y Eichhorn, S. 2013. Biology of plants. 8 edition. W. H. Freeman Company.
37. FAO. 2014. FAOSTAT. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>.
38. Fernández, R; De Guglielmo, Z; Menéndez, A. 2010. Cultivo de tejidos y transformación genética de café. Revista de Investigación. 71: 57 – 84.
39. Figueroa, R. 1990. Caficultura en el Perú. Editorial Fiessa. Lima, Perú. pp 34.
40. Franhenberger, J. y Arshad M. 1995. Phytohormones in soils. Microbial production and function. New York. Marcel Dekker, Inc.
41. Frank, P. y Simione, M. 1998. Cryopreservation Manual Nalge Nunc International. Consultado: el 20 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.nalgenelabware.com/techdata/technical/cryo.pdf>.
42. Franzetti, L. y Scarpellini, M. 2007. Characterisation of *Pseudomonas spp.* Isolated from foods. Annals of Microbiology. 57 (1): 39-47.
43. Frioni, L. 2011. Microbiología: básica, ambiental y agrícola. Primera edición. Orientación Grafica Editorial, Buenos Aires.
44. Fundes, G. y Cruz, H. 2011. Manual del café. Central de Organizaciones Productoras de Café y Cacao del Perú - CAFÉ PERÚ. pp 11 – 24.
45. García, M. 2011. Efecto de bacterias diazotróficas en el cultivo orgánico de maca (*Cepidium meyeri* Walpers) de San Pedro de Cajas – Junín. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
46. Goldstein, A. 2007. Future trends in research on microbial phosphate Solubilization: one hundred years of insolubility. In: First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Velázquez, E y Rodríguez, B. (Eds). Springer. New York, USA. pp. 91-96.
47. Gómez, B; Hernández, A; Herrera, C; Arroyo, G; Vargas, L; Olalde, V. 2012. Aislamiento de bacterias promotoras del crecimiento de la rizósfera de plantas de guayaba (*Psidium guajana*). Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 8 (3):97-102.
48. Gómez, O. 2010. Guía para la innovación de la caficultura. El Salvador. pp 30.

49. Gonzáles, A. y León, C. 2002. Actividad antimicrobiana de extractos de hojas y flores de *Ageratina vacciniaefolia* (H.B.K). Tesis para optar el título de Pontificia Universidad Javeriana.
50. Gonzales, H; Gonzáles, S; Rosales, T. 2011. Café (*Coffea arabica* L.): Compuestos volátiles relacionados con el aroma y sabor. *Unacar Tecnociencia* 5: (2) 35 – 45.
51. González, J. y Lluch, C. 1992. Biología del Nitrógeno. Interacción Planta-microorganismo. Editorial Rueda. Madrid. España.
52. Gordon, S. & Weber, R. 1950. Colorimetric estimation of indolacetic acid. Division of Biological and Medical Research. Argonne National Laboratory. Chicago, Illinois.
53. Gotteland, M. y De Pablo, S. 2007. Algunas verdades sobre el café. *Revista Chilena de Nutrición*. 2 (34): 105-115.
54. Hartmann, A; Rothballer, M; Schmid, M. 2008. Lorenz Hiltner, a pioneer in rhizosphere microbial ecology and soil bacteriology research. *Plant Soil*. (312): 7 – 14.
55. Hernández, A; Rives, N; Caballero, A; Hernández, AN; Heydrich, M. 2004. Caracterización de rizobacterias asociadas al cultivo del maíz en la producción de metabolitos del tipo AIA, sideróforos y ácido salicílico. *Revista Colombiana de Biotecnología*. (6): 6-13.
56. Herrera, J; Combes, M; Anthony, F; Charrier, A; Lashermes, P. 2002. Introgression into the allotetraploid coffee (*Coffea arabica* L.): Segregation and recombination of the *C. canephora*; genome in the tetraploid interspecific hybrid (*C. arabica* x *C. canephora*). *Theoretical and Applied Genetics*. 104 (4):661 – 668.
57. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF): Microorganisms in foods, their significance and methods of enumeration. 2000. De la edición en lengua española Editorial ACRIBIA. Zaragoza.
58. Jiménez, T; Fuentes, L; Tapia, A; Mascarua, M; Martínez, E; Caballero, J. 1997. *Coffea arabica* L., a new host plant for *Acetobacter diazotrophicus*, and isolation of other nitrogen-fixing acetobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 63 (9): 3676-3683.

59. Khan, M; Zaidi, A; Ahemad, M; Oves, M; Wani, P. 2010. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi – current perspective. Archives of Agronomy Soil Science. 56(1): 73-98.
60. Kloepper, J.W., Schroth, M.N., 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. In: Proc. of the 4th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. vol. 2, Station de Pathologie Vegetale et Phytobacteriologie, INRA, Angers, France, pp. 879–882.
61. Lara, C; Oviedo, L; Alemán, A. 2011. Aislados nativos con potencial en la producción de ácido indol acético para mejorar la agricultura. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. (9): 17-23.
62. Llop, A. 2001. Microbiología y Parasitología Médicas. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
63. López, R. 2006. Caracterización de tres variedades de café (*Coffea arabica*) en tres zonas ecológicas del país. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala.
64. Lugtenberg, B; Dekkers, L; Bloemberg, G. 2001. Molecular determinants of rhizosphere colonization by *Pseudomonas*. Annual Review of Phytopathology. 39: 461-490.
65. Martínez, L; Martínez, R; Hernández, M; Arvizu, S; Pacheco, J. 2013. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. Revista Fitotecnia. 36(1): 63-69.
66. Matsubara, J. 2010. Diversidad fenotípica y molecular de bacterias simbióticas del cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en el valle de Supe – Barranca. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
67. Merck. 1994. Manual de medios de cultivo. E. Merck. Darmstadt, Alemania. pp.364
68. Ministerio de Agricultura y Riego. 2003. Caracterización de zonas cafetaleras en el Perú. Programa para Desarrollo de la Amazonia-PROAMAZONIA. Informe final. Lima. Perú.
69. Ministerio de Agricultura y Riego. 2010. Café. Perú: Un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. pp. 1-6.



70. Ministerio de Agricultura y Riego. 2011. Resumen ejecutivo de la comercialización de café. Dirección General de Competitividad Agraria. Lima. Perú.
71. Ministerio de Agricultura y Riego. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Resultados definitivos. Lima. Perú. pp 9
72. Ministerio de Agricultura y Riego. 2013. Situación del mercado del café en grano. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Informe especial. Lima. Perú.
73. Muleta, D; Assefa, F; Borjesson, E; Granhall, U. 2013. Phosphate-solubilising rhizobacteria associated with *Coffea arabica* L. in natural coffee forests of southwestern Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. (12): 73 – 84.
74. Muleta, D; Assefa, F; Granhall, U. 2007. In vitro antagonism of rhizobacteria isolated from *Coffea arabica* L. against emerging fungal coffee pathogens. *Engineering in Life Sciences* (7): 577 – 586.
75. Muleta, D; Assefa, F; Hjort, K; Roos, S; Granhall, U. 2009. Characterization of rhizobacteria isolated from wild *Coffea arabica* L. *Engineering in Life Sciences* (9):100 – 108.
76. Nautiyal, C.1999. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*. 170: 265-270.
77. Ogata, K., Zúñiga, D. 2008. Estudio de la microflora de la rizósfera de *Caesalpinia spinosa* en la provincia de Huánuco. *Zonas Áridas*. 12 (1): 191-208.
78. Otero, V. 2011. Aislamiento, selección e identificación de actinomicetos, bacterias fotosintéticas no sulfurosas y bacterias ácido lácticos con potencial biofertilizante, a partir de suelos asociados al cultivo de plátano en la costa atlántica colombiana. Tesis para obtener el grado de Magister en Ciencias – Microbiología. Universidad Nacional de Colombia.
79. Pahuara, D. y Zúñiga, D. 2002. Efecto del fósforo sobre la población microbiana en suelos con pasturas en la zona altoandina de Junín. *Ecología aplicada*. (1):57-64.
80. Pardo, R; Álvarez, Y; Barral, D; Farré, M. 2007. Cafeína: un nutriente, un fármaco o una droga en abuso. *Adicciones*. 19 (3): 225-238.
81. Patten, C. y Glick, B. 1996. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid (review). *Canadian Journal of Microbiology* 42: 207-220.

82. Patten, C. y Glick, B. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indol acetic acid in Development of the Host Plant Root System. *Applied and Environmental Microbiology* 68:3795-3801.
83. Peña, H. y Reyes, I. 2007. Aislamiento y evaluación de bacterias fijadoras de nitrógeno y disolventes de fosfatos en la promoción del crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Interciencia*. 32(8): 560 - 565.
84. Persello, F; Nussaume, L; Robaglia, C. 2003. Tales from the underground: molecular plant – rhizobacteria interactions. *Plant, Cell and Environment*. 26(2): 189-199.
85. Piromyou, P; Buranabanyat, B; Tantasawat, P; Tittabutr, P; Boonkered, N; Teamroong, N. 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. *European Journal Soil Biology*. 47: 44–54.
86. Ramos, E. y Zúñiga, D. 2008. “Efecto de diferentes inoculantes sobre la actividad microbiana en la rizósfera del cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* var. sieva) en condiciones de campo”. *Ecología Aplicada* (7): 131-139.
87. Ribaudó, C; Riva, D; Curá, J; Ponds, C; Granell, A; Cantore, M. 2013. Rizósfera, biodiversidad y agricultura sustentable. Capítulo 12: Etileno como mediador de los mecanismos directos e indirectos de la promoción del crecimiento vegetal ejercido por rizobacterias. *Asociación Argentina de Microbiología*. 1ra edición. pp 215-240.
88. Rico, M. 2009. Capacidad promotora de crecimiento vegetal por bacterias del género *Azotobacter* y Actinomicetos aislados de cultivos de *Solanum tuberosum* Linnaeus, 1753 (Papá) cultivados en zonas altoandinas del Perú. Tesis para optar el título de Biólogo con mención en Biología Celular y Genética. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
89. Rimache, M. 2008. Cultivo del café. Editorial Comercializadora El Bibliotecólogo.
90. Rivera, M; Rivón, P; Trujillo, A. 2011. Soportes orgánicos de bacterias promotoras de crecimiento vegetal y la sustentabilidad del suelo. 29(2): 179-188.
91. Sánchez, D; Gómez, R; Garrido, M; Bonilla, R. 2012. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3 (7): 1401-1415.

92. Sánchez, J; López, I; Villegas, J; Montaña, N. 2014. Respuesta del maíz (*Zea mays* L) a la inoculación con *Azotobacter* sp y *Burkholderia* sp a dosis reducida de fertilizante nitrogenado. *Scientia Agropecuaria*. 5:17-23.
93. Santillana, N; Orellana, C; Zúñiga, D. 2005. Capacidad del Rhizobium de promover el crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). *Ecología Aplicada*. 4:1-2.
94. Sarabia, M; Madrigal, R; Martínez, M; Carreón, Y. 2010. Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. *Biológicas*. 12(1): 65-71.
95. Scarpellini, M; Franzetti, L; Galli, A. 2004. Development of PCR assay to identify *Pseudomonas fluorescens* and its biotype. *FEMS Microbiology Letters*. 236: 257-260.
96. Schuller, S. 2010. Propuesta de incremento de productividad para la caficultura peruana. Junta Nacional del café. pp. 1-15.
97. Tang, M. 1995. Efecto de la inoculación con *Azotobacter chroococcum* en la germinación y altura de las plántulas en dos leguminosas y dos gramíneas. *Pastos y Forrajes*. 18:145-150.
98. Temis-Pérez, A; López-Malo, A; Sosa-Morales, M. 2011. Producción de café (*Coffea arabica* L.): cultivo, beneficio, plagas y enfermedades. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 5 (2): 54 – 74.
99. The Angiosperm Phylogeny Group III. 2009. “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III”. *Botanical Journal of the Linnean Society*. (161):105 - 121.
100. Tsavkelova, E; Klimova, S; Cherdynseva, T; Netrusov, A. 2006. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: A review. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2 (42): 117-126.
101. Van Bruggen, A; Semenov, A; Van Diepeningen, A; De Vos, O; Blok, W. 2006. Relation between soil health, wave-like fluctuations in microbial populations, and soil-borne plant disease management. *European Journal of Plant Pathology*. (115):105-122.

102. Vasanthakumar, A. y McManus, P. 2004. Indole-3-acetic acid-producing bacteria are associated with cranberry stem gall. *Phytopathology*. 94: 1164-1171.
103. Venner, C. y Martin, M. 2009. Aislamiento y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en cultivos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) con capacidad antagonica frente a *Fusarium* sp. Tesis para optar el título de Microbiólogo Agrícola-Veterinario y Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana.
104. Vincent, J. 1970. A manual for the practical study of root nodule bacteria, in IBP Handbook N° 15, Blackwell Scientific Publication, Oxford.
105. Wahyudi, A; Astuti, R; Widyawati, A; Meryandini, A; Nawangsih, A. 2011. Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting rhizobacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 3:34-40.
106. Wu, S; Cao, Z; Li, Z; Cheung, K; Wonga, M. 2005. Effects of biofertilizer containing N fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*. 25: 155-166.
107. Zamarripa, A. y Escamilla, E. 2002. Variedades de café en México. Origen, características y perspectivas. Universidad Autónoma de Chapingo. Veracruz, México.
108. Zapater, J. 1975. Evaluación en el maíz del coeficiente rizósfera-suelo (R/S), referidos a bacterias libres fijadoras de N<sub>2</sub> [nitrógeno]. *Anales Científicos*. (13): 45-57.
109. Zúñiga D. y Gutiérrez-Correa M. 1982. Dinámica poblacional de diazotrofos libres fijadores de nitrógeno en la rizósfera de *Sicyos baderoa*. *Zonas Áridas*. (2): 79-86.
110. Zúñiga, D. 2008. Manual de Microbiología Agrícola: *Rhizobium*, PGPR, Indicadores de Fertilidad e Inocuidad. Lima, Perú. pp 20-31.
111. Zúñiga, D. y Ogata. 2011. Informe Técnico Final del proyecto. “Mejora del crecimiento y control de fitopatógenos del cultivo de Aguaymanto, inoculados con microorganismos promotores de crecimiento”. Proyecto PROCYT 325 – 2011-CONCYTEC- OAJ.

## **ANEXO 1: TABLAS**

**Tabla A1.** Poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de café

<b>Muestras*</b>				
	<b>Plantas de café 1 año de cultivo</b>	<b>Plantas de café 2 años de cultivo</b>	<b>Plantas de café 4 años de cultivo</b>	<b>Suelo sin cultivo</b>
<b>Actinomicetos (UFC/g)</b>	4.15 x 10 <sup>5</sup>	7.46 x 10 <sup>5</sup>	5.00 x 10 <sup>5</sup>	3.70 x 10 <sup>5</sup>
<b>Bacterias aerobias Mesófilos viables (UFC/g)</b>	4.75 x 10 <sup>6</sup>	7.84 x 10 <sup>6</sup>	1.08 x 10 <sup>7</sup>	2.15 x 10 <sup>6</sup>
<b>Bacillus (UFC/g)</b>	4.16 x 10 <sup>5</sup>	7.46 x 10 <sup>5</sup>	5.97 x 10 <sup>5</sup>	1.01 x 10 <sup>5</sup>
<b>Mohos y levaduras (UFC/g)</b>	3.14 x 10 <sup>5</sup>	1.52 x 10 <sup>5</sup>	7.7 x 10 <sup>5</sup>	1.16 x 10 <sup>5</sup>
<b>Diazótrofos (NMP/g)</b>	3.10 x 10 <sup>3</sup>	1.90 x 10 <sup>4</sup>	8.50 x 10 <sup>4</sup>	1.7 x 10 <sup>3</sup>
<b>Pseudomonas (NMP/g)</b>	7.4 x 10 <sup>3</sup>	8.70 x 10 <sup>6</sup>	1.90 x 10 <sup>6</sup>	3.5 x 10 <sup>5</sup>

(\*) Promedio de 3 repeticiones

**Tabla A2.** Actividad microbiana del suelo de café en relación a la edad del cultivo

<b>MUESTRA</b>	<b>ACTIVIDAD MICROBIANA*</b>	
	<b>( mgCO<sub>2</sub>/g*h)</b>	
<b>Suelo con cultivo de 1 año</b>	0.12	a
<b>Suelo con cultivo de 2 años</b>	0.15	b
<b>Suelo con cultivo de 4 años</b>	0.14	c
<b>Suelo sin cultivo</b>	0.09	d

(\*)Promedio de 4 repeticiones.

**Tabla A3.** Análisis fisicoquímico de la rizósfera y del suelo sin influencia de cultivo

<b>Parámetros</b>	<b>Edad de cultivo 1 año</b>	<b>Edad de cultivo 2 años</b>	<b>Edad de cultivo 4 años</b>	<b>Suelo sin cultivo</b>
<b>pH</b>	7.50	7.51	7.72	7.63
<b>C.E.</b>	0.35	0.47	0.25	0.27
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	21.90	20.00	15.30	11.00
<b>M.O.</b>	6.00	7.10	4.14	6.41
<b>P</b>	18.1	5.7	5.6	4.1
<b>K</b>	98	146	56	82
<b>Clase Textural</b>	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
<b>CIC</b>	16.64	17.28	9.60	20.32

**Tabla A4.** Caracterización fenotípica de las cepas aisladas.

<b>Cepa</b>	<b>Tinción Gram</b>	<b>Tamaño (mm)</b>	<b>Forma</b>	<b>Color</b>	<b>Borde</b>	<b>Textura</b>
<b>FN111</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN112</b>	Negativa	1.5	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN113</b>	Negativa	5	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN114</b>	Negativa	4	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN115</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN201</b>	Negativa	3	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN202</b>	Negativa	5	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN203</b>	Negativa	4	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN204</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN205</b>	Negativa	4	Circular	Creoso	Regular	Mucosa
<b>FN206</b>	Negativa	1	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN207</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa

<b>FN208</b>	Negativa	1.5	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>FN401</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN402</b>	Negativa	3	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN403</b>	Negativa	4	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>FN404</b>	Negativa	4	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS111</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS112</b>	Negativa	3	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS113</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS114</b>	Negativa	3	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS115</b>	Negativa	3	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS116</b>	Negativa	3	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS117</b>	Negativa	1	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS118</b>	Negativa	1.5	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS119</b>	Negativa	2	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS120</b>	Negativa	4	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS121</b>	Negativa	3	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS122</b>	Negativa	3	Circular	Incoloro	Regular	Mucosa
<b>PS123</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS124</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS125</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS126</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS127</b>	Negativa	1	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS201</b>	Negativa	1.5	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS202</b>	Negativa	2	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa
<b>PS203</b>	Negativa	3	Circular	Cremoso	Regular	Mucosa



---

<b>PS204</b>	Negativa	1	Circular	Creoso	Regular	Mucosa
<b>PS205</b>	Negativa	2	Circular	Creoso	Regular	Mucosa
<b>PS206</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS207</b>	Negativa	1	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS208</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS209</b>	Negativa	2	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS210</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS211</b>	Negativa	1	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS212</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS213</b>	Negativa	1	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS401</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS402</b>	Negativa	1	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS403</b>	Negativa	2	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS404</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS405</b>	Negativa	2	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS406</b>	Negativa	3	Circular	Creoso	Regular	Mucosa
<b>PS407</b>	Negativa	3	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS408</b>	Negativa	2	Circular	Incolore	Regular	Mucosa
<b>PS409</b>	Negativa	2	Circular	Creoso	Regular	Mucosa
<b>PS410</b>	Negativa	1	Circular	Creoso	Regular	Mucosa

---

**Tabla A5.** Solubilización de fosfato bicálcico por cepas de *Azotobacter*

<b>Código</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>
<b>FN111</b>	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
<b>FN112</b>	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
<b>FN113</b>	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3	1.2	0.8	0.4
<b>FN114</b>	0.9	0.2	0.7	0.9	0.2	0.7	1.0	0.2	0.8
<b>FN115</b>	1.0	0.6	0.4	1.1	0.6	0.5	1.2	0.6	0.6
<b>FN201</b>	1.1	0.6	0.5	1.5	0.6	0.9	1.6	0.6	1.0
<b>FN202</b>	0.8	0.5	0.3	1.1	0.5	0.6	1.2	0.5	0.7
<b>FN203</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FN204</b>	1.0	0.9	0.1	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3
<b>FN205</b>	1.4	0.4	1.0	1.7	0.4	1.3	1.8	0.4	1.4
<b>FN206</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FN207</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FN208</b>	1.1	0.7	0.4	1.2	0.7	0.5	1.2	0.7	0.5
<b>FN401</b>	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3	1.3	0.9	0.4
<b>FN402</b>	1.2	0.5	0.7	1.3	0.5	0.8	1.4	0.5	0.9
<b>FN403</b>	0.9	0.4	0.5	1.2	0.4	0.8	1.4	0.4	1.0
<b>FN404</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla A6.** Solubilización de fosfato bicálcico por las cepas de *Pseudomonas*

Código	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)
PS111	0.9	0.5	0.4	1.5	0.5	1.0	1.7	0.5	1.2
PS112	0.8	0.4	0.4	1.2	0.4	0.8	1.6	0.4	1.2
PS113	0.7	0.6	0.1	0.9	0.6	0.3	1.1	0.6	0.5
PS114	0.7	0.5	0.2	1.1	0.6	0.5	1.3	0.6	0.7
PS115	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3	1.2	0.8	0.4
PS116	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
PS117	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3	1.3	0.9	0.4
PS118	1.0	0.2	0.8	1.5	0.3	1.2	1.6	0.3	1.3
PS119	0.6	0.5	0.1	0.7	0.5	0.2	0.7	0.5	0.2
PS120	1.4	0.6	0.8	1.5	0.6	0.9	1.7	0.6	1.1
PS121	0.5	0.2	0.3	0.8	0.2	0.6	0.8	0.2	0.6
PS122	0.5	0.4	0.1	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3
PS123	0.7	0.6	0.1	1.0	0.6	0.4	1.5	0.6	0.9
PS124	0.7	0.6	0.1	1.0	0.6	0.3	1.6	0.7	0.9
PS125	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla A7.** Solubilización de fosfato bicálcico por las cepas de *Pseudomonas*

<b>Código</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>
<b>PS126</b>	0.6	0.5	0.1	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3
<b>PS127</b>	0.5	0.4	0.1	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3
<b>PS201</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS202</b>	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
<b>PS203</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS204</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
<b>PS205</b>	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
<b>PS206</b>	0.7	0.6	0.1	0.8	0.6	0.2	0.9	0.6	0.3
<b>PS207</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
<b>PS208</b>	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3	1.3	0.9	0.4
<b>PS209</b>	0.9	0.4	0.5	1.0	0.4	0.6	1.1	0.4	0.7
<b>PS210</b>	0.9	0.6	0.3	1.1	0.6	0.5	1.2	0.6	0.6
<b>PS211</b>	1.1	0.7	0.4	1.2	0.7	0.5	1.3	0.7	0.6
<b>PS212</b>	0.5	0.4	0.1	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3
<b>PS213</b>	0.3	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.5	0.2	0.3
<b>PS401</b>	1.1	0.8	0.3	1.2	0.8	0.4	1.3	0.8	0.5
<b>PS402</b>	1.0	0.9	0.1	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3
<b>PS403</b>	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.4	1.0	0.5	0.5
<b>PS404</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS405</b>	0.6	0.5	0.1	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3
<b>PS406</b>	1.0	0.9	0.1	1.1	0.9	0.2	1.2	0.9	0.3
<b>PS407</b>	0.6	0.5	0.1	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3
<b>PS408</b>	0.4	0.3	0.1	0.5	0.3	0.2	0.6	0.3	0.3
<b>PS409</b>	0.4	0.2	0.2	0.5	0.2	0.3	0.6	0.2	0.4
<b>PS410</b>	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3

**Tabla A8.** Solubilización de fosfato tricálcico por cepas de *Azotobacter*

<b>Código</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>diámetro (cm)</b>	<b>colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>
<b>FN111</b>	1.2	0.7	0.5	1.3	0.7	0.6	1.3	0.7	0.6
<b>FN112</b>	0.9	0.7	0.2	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
<b>FN113</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	0.9	0.7	0.2
<b>FN114</b>	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3	1.1	0.7	0.4
<b>FN115</b>	1.3	0.6	0.7	1.6	0.6	1.0	1.7	0.6	1.1
<b>FN201</b>	0.9	0.6	0.3	1.0	0.6	0.4	1.0	0.6	0.4
<b>FN202</b>	1.5	0.8	0.7	1.7	0.8	0.9	1.8	0.8	1.0
<b>FN203</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	0.9	0.7	0.2
<b>FN204</b>	1.2	0.8	0.4	1.3	0.8	0.5	1.3	0.8	0.5
<b>FN205</b>	1.2	0.5	0.7	1.3	0.5	0.8	1.4	0.5	0.9
<b>FN206</b>	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3	1.0	0.7	0.3
<b>FN207</b>	0.9	0.6	0.3	1.1	0.6	0.5	1.2	0.6	0.6
<b>FN208</b>	0.9	0.6	0.3	1.0	0.6	0.4	1.1	0.6	0.5
<b>FN401</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	0.9	0.7	0.2
<b>FN402</b>	0.9	0.6	0.3	1.0	0.6	0.4	1.0	0.6	0.4
<b>FN403</b>	0.8	0.4	0.4	0.7	0.4	0.3	0.7	0.4	0.3
<b>FN404</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla A9.** Solubilización de fosfato tricálcico por las cepas de *Pseudomonas*

Código	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)	diámetro (cm)	colonia (cm)	Halo fosfato (cm)
PS111	0.7	0.1	0.6	0.8	0.3	0.5	1.0	0.4	0.6
PS112	0.7	0.3	0.4	0.9	0.4	0.5	1.2	0.5	0.7
PS113	0.6	0.5	0.1	0.9	0.6	0.3	1.1	0.7	0.4
PS114	0.5	0.2	0.3	0.6	0.2	0.4	0.8	0.3	0.5
PS115	0.7	0.6	0.1	0.8	0.7	0.1	1.0	0.8	0.2
PS116	0.8	0.5	0.3	1.0	0.6	0.4	1.1	0.7	0.4
PS117	0.5	0.4	0.1	0.7	0.4	0.3	0.9	0.4	0.5
PS118	1.1	0.5	0.6	1.4	0.6	0.8	1.6	0.6	1.0
PS119	0.7	0.5	0.2	0.8	0.6	0.2	0.9	0.6	0.3
PS120	0.9	0.4	0.5	0.9	0.5	0.4	1.0	0.6	0.4
PS121	0.7	0.6	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.8	0.2
PS122	0.9	0.8	0.1	1.0	0.8	0.2	1.1	0.9	0.2
PS123	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
PS124	0.8	0.6	0.2	1.0	0.6	0.4	1.1	0.6	0.5
PS125	0.4	0.3	0.1	0.7	0.4	0.3	0.8	0.4	0.4

**Tabla A10.** Solubilización de fosfato tricálcico por las cepas de *Pseudomonas*

<b>Código</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Colonia (cm)</b>	<b>Halo fosfato (cm)</b>
<b>PS126</b>	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3	0.8	0.5	0.3
<b>PS127</b>	0.6	0.3	0.3	0.7	0.4	0.3	0.7	0.4	0.3
<b>PS201</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS202</b>	0.5	0.4	0.1	0.7	0.5	0.2	0.9	0.5	0.4
<b>PS203</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS204</b>	0.7	0.6	0.1	0.8	0.6	0.2	0.9	0.6	0.3
<b>PS205</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
<b>PS206</b>	0.5	0.4	0.1	0.6	0.4	0.2	0.7	0.5	0.2
<b>PS207</b>	0.7	0.5	0.2	0.8	0.6	0.2	0.9	0.6	0.3
<b>PS208</b>	0.9	0.6	0.3	1.0	0.6	0.4	1.1	0.6	0.5
<b>PS209</b>	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	0.8	0.4	0.3
<b>PS210</b>	0.4	0.3	0.1	0.5	0.3	0.2	0.6	0.4	0.2
<b>PS211</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.8	0.2
<b>PS212</b>	0.6	0.3	0.3	0.7	0.4	0.3	0.8	0.4	0.4
<b>PS213</b>	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.4
<b>PS401</b>	0.9	0.7	0.2	1.0	0.8	0.2	1.1	0.8	0.3
<b>PS402</b>	0.6	0.3	0.3	0.7	0.3	0.4	0.8	0.4	0.4
<b>PS403</b>	0.9	0.5	0.4	1.0	0.5	0.4	1.1	0.5	0.6
<b>PS404</b>	1.0	0.6	0.4	1.1	0.6	0.5	1.2	0.6	0.6
<b>PS405</b>	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.4
<b>PS406</b>	0.9	0.5	0.4	1.0	0.5	0.5	1.1	0.6	0.5
<b>PS407</b>	0.8	0.7	0.1	0.9	0.7	0.2	1.0	0.7	0.3
<b>PS408</b>	0.3	0.2	0.1	0.5	0.3	0.2	0.7	0.3	0.4
<b>PS409</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PS410</b>	0.7	0.5	0.2	0.8	0.5	0.3	0.9	0.5	0.4

**Tabla A11.** Longitud de la parte aérea antes de la inoculación

	<b>Tratamientos</b>	<b>LPA (cm)</b>
<b>“Fósforo”</b>	Control	4.20
	Fertilizante	3.50
	FND30	2.83
	FN205	2.23
	PS42	2.63
	PS118	3.23
	<b>“Mariposa”</b>	Control
Fertilizante		4.93
FND30		3.33
FN205		4.73
PS42		4.00
PS118		5.13

**Tabla A12.** Longitud de la parte aérea luego de la primera inoculación

	<b>Tratamientos</b>	<b>LPA (cm)</b>
<b>“Fósforo”</b>	Control	4.90
	Fertilizante	4.23
	FND30	4.23
	FN205	4.10
	PS42	5.07
	PS118	5.40
	<b>“Mariposa”</b>	Control
Fertilizante		6.10
FND30		5.23
FN205		5.63
PS42		6.00
PS118		6.43



## **ANEXOS 2: FIGURAS**



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



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

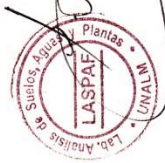
Solicitante : DORIS ZUÑIGA DAVILA  
 Departamento : JUNIN  
 Distrito :  
 Referencia : H.R. 35523-033C-12

Provincia : CHANCHAMAYO  
 Predio : ANEXO NARANJAL  
 Fecha : 22/05/12

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
	Claves								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>				Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>
5970	4A		7.72	0.25	15.30	4.14	5.6	56	63	29	8	Fr.A.	9.60	8.18	1.13	0.19	0.10	0.00	9.60	9.60	100
5971	2A		7.51	0.47	20.00	7.10	5.7	146	51	35	14	Fr.	17.28	14.40	2.43	0.34	0.10	0.00	17.28	17.28	100
5972	1A		7.50	0.35	21.90	6.00	18.1	98	49	43	8	Fr.	16.64	14.20	2.05	0.30	0.10	0.00	16.64	16.64	100
5973	B		7.63	0.27	11.00	6.41	4.1	82	51	39	10	Fr.	20.32	16.76	3.20	0.28	0.08	0.00	20.32	20.32	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcilloso Limoso ; Ar.A. = Arcilloso Arenoso ; Ar.L. = Arcilloso Limoso ; Ar. = Arcilloso

  
 Dr. Eugenio La Torre Martínez  
 Jefe del Laboratorio



**Figura A1.** Análisis fisicoquímico de la rizósfera del cultivo de café



**Figura A2.** Cultivo de café. A: planta de café de 1 año de edad de cultivo. B: planta de café de 2 años de edad de cultivo.



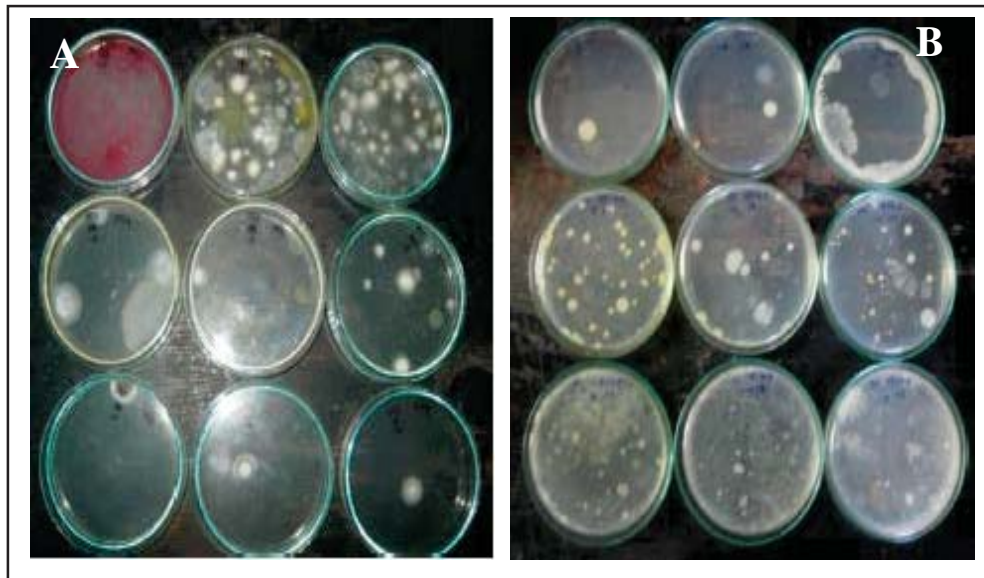
**Figura A3.** Planta de café de 4 años de edad de cultivo.



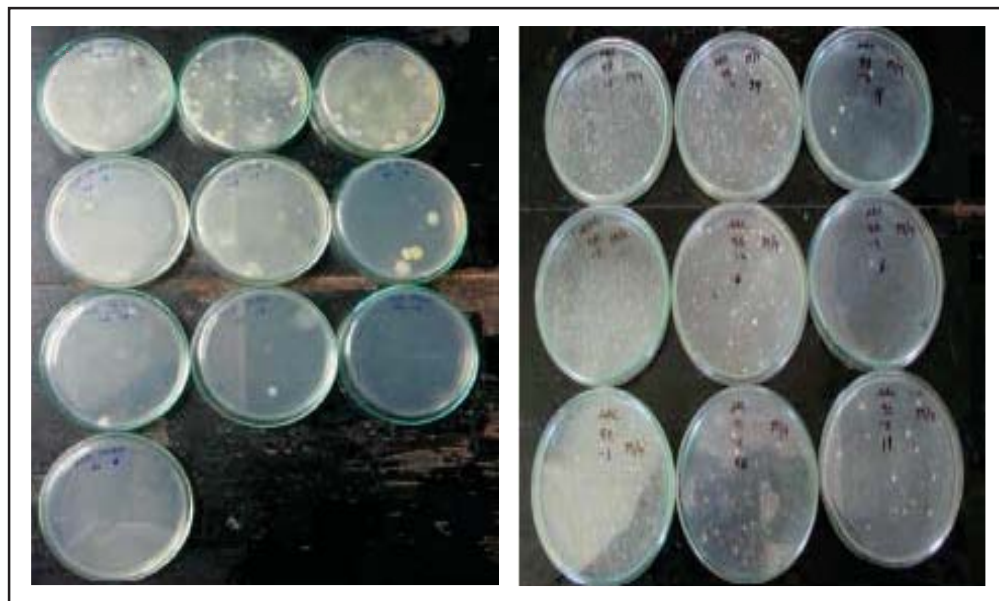
**Figura A4.** Muestreo de la rizósfera del cultivo de café



**Figura A5.** Rizósfera del cultivo de café



**Figura A6.** Poblaciones microbianas de la rizósfera. A: Mohos y levaduras en medio OGY, diluciones (-2, -3 y -4). Bacterias Aerobias Mesófilas Viables en medio Plate Count, diluciones (-4, -5 y -6).



**Figura A7.** Poblaciones microbianas de la rizósfera. A: *Bacillus* en medio TGE diluciones (-3, -4 y -5). B: Actinomicetos en medio Almidón caseína, diluciones (-2, -3 y -4).

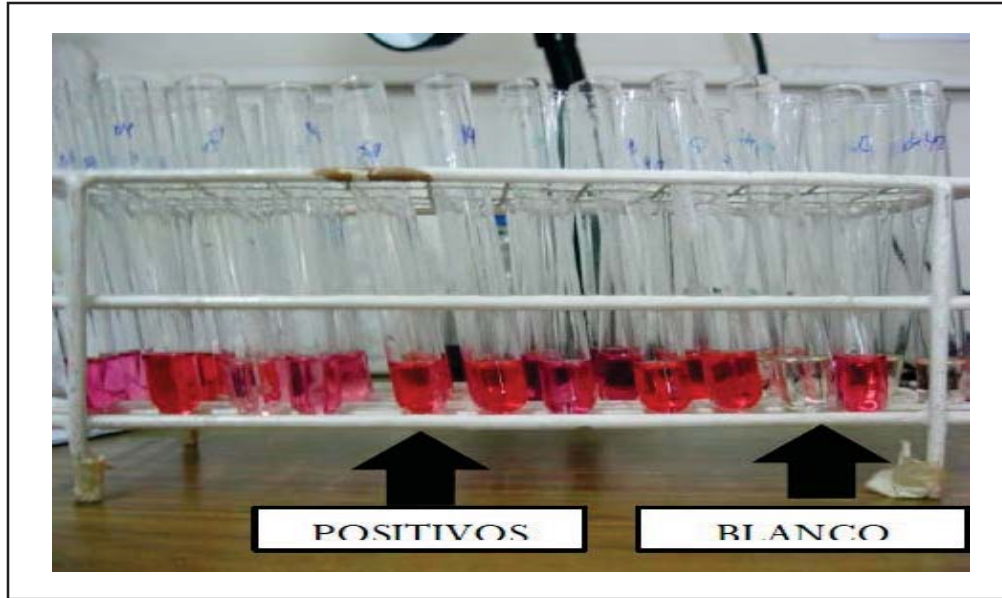




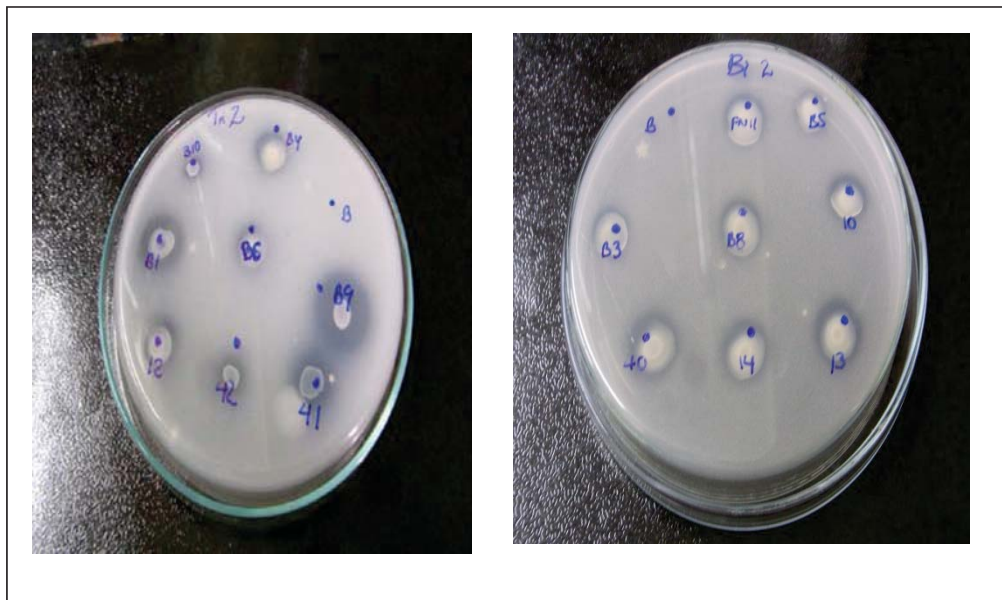
**Figura A8.** Recuento de *Pseudomonas*. A: Caldo Asparagina para *Pseudomonas*. B: Caldo Asparagina para *Pseudomonas*, luego de 10 días de incubación. Tubos positivos mostrando fluorescencia ante la luz ultravioleta.



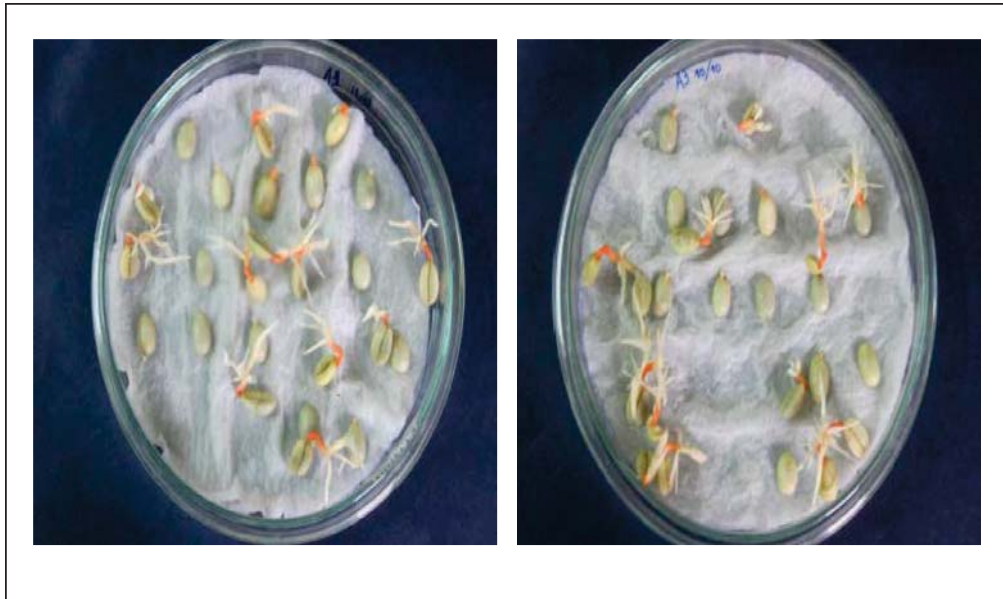
**Figura A9.** Recuento de *Azotobacter*. Caldo mineral para *Azotobacter*, luego de 14 días de incubación. Tubos positivos mostrando viraje del medio, turbidez y formación de nata.



**Figura A10.** Prueba cualitativa de la producción de ácido indol acético.



**Figura A11.** Prueba de solubilización de fosfato bicálcico y tricálcico.



**Figura A12.** Germinación de semillas. A: Semillas inoculadas con cepas de *Azobacter*.  
B: Semillas inoculadas con cepas de *Pseudomonas*.



**Figura A13.** Instalación del semillero.





**Figura A14.** Cultivo de café en sus dos estadios de su desarrollo. Derecha: Estadío “Mariposa”. Izquierda: Estadío “Fósforo”.



**Figura A15.** Inoculación del cultivo de café



**Figura A16.** Longitud aérea del cultivo de café por tratamiento. A: Control. B: cepa FN205. C: cepa PS42. D: cepa PS118.

### **ANEXOS 3: ESTADÍSTICAS**

## ACTINOMICETOS

### ▪ Pruebas de Normalidad para LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.958772	0.711672

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### ▪ Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.506793	0.688413

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
1 / 2	0.11681	0.0335707	12.1071	0.1526
1 / 4	0.11681	0.0965709	1.46309	0.8120
1 / Suelo sin cultivo	0.11681	0.105701	1.22126	0.9004
2 / 4	0.0335707	0.0965709	0.120845	0.2156
2 / Suelo sin cultivo	0.0335707	0.105701	0.100871	0.1833
4 / Suelo sin cultivo	0.0965709	0.105701	0.834714	0.9099

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

- **Tabla ANOVA para LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) por muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.170296	3	0.0567653	6.44	0.0158
<b>Intra grupos</b>	0.0705404	8	0.00881755		
<b>Total (Corr.)</b>	0.240836	11			

### **El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 6.43776, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

- **Pruebas de Múltiple Rangos para LOG10 (Poblaciones de Actinomicetos) por muestra**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Suelo sin cultivo	3	5.55952	X
1	3	5.60799	X
4	3	5.69163	X
2	3	5.87225	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2	*	-0.264265	0.176803
1 - 4		-0.0836375	0.176803
1 - Suelo sin cultivo		0.0484687	0.176803
2 - 4	*	0.180627	0.176803
2 - Suelo sin cultivo	*	0.312734	0.176803
4 - Suelo sin cultivo		0.132106	0.176803

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## AEROBIOS MESÓFILOS

- Pruebas de Normalidad para LOG10 (Poblaciones de Mesófilos)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.946898	0.549428

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.282029	0.837075

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
1 / 2	0.132539	0.0746635	3.15116	0.4818
1 / 4	0.132539	0.103046	1.65435	0.7535
1 / Suelo sin Cultivo	0.132539	0.161309	0.6751	0.8060
2 / 4	0.0746635	0.103046	0.524998	0.6885
2 / Suelo sin Cultivo	0.0746635	0.161309	0.214238	0.3529
4 / Suelo sin Cultivo	0.103046	0.161309	0.408075	0.5796

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) por muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.876641	3	0.292214	19.55	0.0005
<b>Intra grupos</b>	0.119561	8	0.0149451		
<b>Total (Corr.)</b>	0.996202	11			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 19.5525, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



## Pruebas de Múltiple Rangos para LOG10 (Poblaciones de Mesófilos) por Muestra

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Suelo sin Cultivo</b>	3	6.31312	X
<b>1</b>	3	6.66376	X
<b>2</b>	3	6.89003	XX
<b>4</b>	3	7.02763	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>1 - 2</b>		-0.226277	0.230179
<b>1 - 4</b>	*	-0.363874	0.230179
<b>1 - Suelo sin Cultivo</b>	*	0.350641	0.230179
<b>2 - 4</b>		-0.137598	0.230179
<b>2 - Suelo sin Cultivo</b>	*	0.576918	0.230179
<b>4 - Suelo sin Cultivo</b>	*	0.714516	0.230179

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## BACILLUS

### ▪ Pruebas de Normalidad para LOG10 (Poblaciones de *Bacillus*)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.860965	0.0473336

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de *Bacillus*) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de *Bacillus*) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### ▪ Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.995711	0.442778

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
1 / 2	99329.4	172082.	0.333183	0.4998
1 / 4	99329.4	139751.	0.50518	0.6713
1 / Suelo sin Cultivo	99329.4	28000.0	12.5846	0.1472
2 / 4	172082.	139751.	1.51622	0.7948
2 / Suelo sin Cultivo	172082.	28000.0	37.7708	0.0516
4 / Suelo sin Cultivo	139751.	28000.0	24.9111	0.0772

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Recuento Bacillus dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe

una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para Poblaciones de *Bacillus* por Muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	6.93118E11	3	2.31039E11	15.46	0.0011
<b>Intra grupos</b>	1.19586E11	8	1.49482E10		
<b>Total (Corr.)</b>	8.12704E11	11			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de Poblaciones de *Bacillus* en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15.456, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de las poblaciones de *Bacillus* entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para Poblaciones de Bacillus por Muestra**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Suelo sin Cultivo</b>	3	101000.	X
<b>1</b>	3	415667.	X
<b>4</b>	3	596667.	XX
<b>2</b>	3	745667.	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>1 - 2</b>	*	-330000.	230203.
<b>1 - 4</b>		-181000.	230203.
<b>1 - Suelo sin Cultivo</b>	*	314667.	230203.
<b>2 - 4</b>		149000.	230203.
<b>2 - Suelo sin Cultivo</b>	*	644667.	230203.
<b>4 - Suelo sin Cultivo</b>	*	495667.	230203.

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## MOHOS Y LEVADURAS

- Pruebas de Normalidad para LOG10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Estadístico W de Shapiro-Wilk</b>	0.960054	<b>0.729531</b>

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Levene's</b>	0.365961	<b>0.779663</b>

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<b>1 / 2</b>	0.135031	0.175849	0.58964	0.7419
<b>1 / 4</b>	0.135031	0.11221	1.44812	0.8170
<b>1 / Suelo sin Cultivo</b>	0.135031	0.0749224	3.24822	0.4708
<b>2 / 4</b>	0.175849	0.11221	2.45593	0.5787
<b>2 / Suelo sin Cultivo</b>	0.175849	0.0749224	5.50881	0.3073
<b>4 / Suelo sin Cultivo</b>	0.11221	0.0749224	2.24306	0.6167

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de LOG10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras) dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o

igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para LOG 10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras) por Muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.587325	3	0.195775	11.63	0.0028
<b>Intra grupos</b>	0.134722	8	0.0168402		
<b>Total (Corr.)</b>	0.722047	11			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de LOG 10 (Poblaciones de Mohos y Levaduras) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 11.6254, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de LOG10 (Población de Mohos y Levaduras) entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

- **Pruebas de Múltiple Rangos para LOG10 (Recuento de Mohos y Levaduras) por Muestra**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>4</b>	3	4.87387	X
<b>Suelo sin Cultivo</b>	3	5.06011	XX
<b>2</b>	3	5.16001	X
<b>1</b>	3	5.48387	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>1 - 2</b>	*	0.32386	0.244337
<b>1 - 4</b>	*	0.609999	0.244337
<b>1 - Suelo sin Cultivo</b>	*	0.423765	0.244337
<b>2 - 4</b>	*	0.286139	0.244337
<b>2 - Suelo sin Cultivo</b>		0.0999051	0.244337
<b>4 - Suelo sin Cultivo</b>		-0.186234	0.244337

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## AZOTOBACTER

### ▪ Pruebas de Normalidad para LOG 10 (Poblaciones de *Azotobacter*)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.885936	0.0998567

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### ▪ Verificación de Varianza

	<b>Prueba</b>	<b>Valor-P</b>
Levene's	0.291266	0.830699

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
<b>1 / 2</b>	0.241218	0.191845	1.58095	0.7749
<b>1 / 4</b>	0.241218	0.13035	3.42451	0.4520
<b>1 / Suelo sin Cultivo</b>	0.241218	0.0885713	7.41708	0.2376
<b>2 / 4</b>	0.191845	0.13035	2.16611	0.6317
<b>2 / Suelo sin Cultivo</b>	0.191845	0.0885713	4.69154	0.3514
<b>4 / Suelo sin Cultivo</b>	0.13035	0.0885713	2.16588	0.6317

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que



0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) por Muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	5.4212	3	1.80707	<b>60.32</b>	<b>0.0000</b>
<b>Intra grupos</b>	0.239653	8	0.0299567		
<b>Total (Corr.)</b>	5.66085	11			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 60.3227, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

- **Pruebas de Múltiple Rangos para LOG10 (Poblaciones de *Azotobacter*) por Muestra**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Suelo sin Cultivo</b>	3	3.22861	X
<b>1</b>	3	3.44433	X
<b>2</b>	3	4.26059	X
<b>4</b>	3	4.91703	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>1 - 2</b>	*	-0.816251	0.325883
<b>1 - 4</b>	*	-1.47269	0.325883
<b>1 - Suelo sin Cultivo</b>		0.215724	0.325883
<b>2 - 4</b>	*	-0.656442	0.325883
<b>2 - Suelo sin Cultivo</b>	*	1.03197	0.325883
<b>4 - Suelo sin Cultivo</b>	*	1.68842	0.325883

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PSEUDOMONAS

### ▪ Pruebas de Normalidad para LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*)

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.881879	0.0884661

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### ▪ Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.415324	0.746789

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
1 / 2	0.0905151	0.100583	0.809835	0.8949
1 / 4	0.0905151	0.184956	0.2395	0.3864
1 / Suelo sin Cultivo	0.0905151	0.111177	0.655825	0.7921
2 / 4	0.100583	0.184956	0.29574	0.4565
2 / Suelo sin Cultivo	0.100583	0.111177	0.809826	0.8949
4 / Suelo sin Cultivo	0.184956	0.111177	2.73831	0.5350

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) dentro de cada uno de los 4 niveles de Muestra es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que

0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) por Muestra**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	15.6559	3	5.21863	321.09	0.0000
Intra grupos	0.130022	8	0.0162528		
Total (Corr.)	15.7859	11			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 321.092, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) entre un nivel de Muestra y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

- **Pruebas de Múltiple Rangos para LOG10 (Poblaciones de *Pseudomonas*) por Muestra**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Muestra</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>1</b>	3	3.86	X
<b>Suelo sin Cultivo</b>	3	5.53436	X
<b>4</b>	3	6.25226	X
<b>2</b>	3	6.93007	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>1 - 2</b>	*	-3.07007	0.240038
<b>1 - 4</b>	*	-2.39226	0.240038
<b>1 - Suelo sin Cultivo</b>	*	-1.67436	0.240038
<b>2 - 4</b>	*	0.677808	0.240038
<b>2 - Suelo sin Cultivo</b>	*	1.39571	0.240038
<b>4 - Suelo sin Cultivo</b>	*	0.717899	0.240038

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 6 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## ENSAYO DE GERMINACIÓN

- Pruebas de Normalidad para Porcentaje de germinación

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.903987	0.0681877

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Porcentaje de germinación puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Porcentaje de germinación proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.385093	0.849624

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
FN111 / FN113	9.53939	3.21455	8.80645	0.2039
FN111 / FN205	9.53939	6.65833	2.05263	0.6552
FN111 / PS118	9.53939	6.1101	2.4375	0.5818
FN111 / PS121	9.53939	5.03322	3.59211	0.4355
FN111 / control	9.53939	8.02081	1.41451	0.8283
FN113 / FN205	3.21455	6.65833	0.233083	0.3780
FN113 / PS118	3.21455	6.1101	0.276786	0.4336
FN113 / PS121	3.21455	5.03322	0.407895	0.5794
FN113 / control	3.21455	8.02081	0.160622	0.2768
FN205 / PS118	6.65833	6.1101	1.1875	0.9143
FN205 / PS121	6.65833	5.03322	1.75	0.7273
FN205 / control	6.65833	8.02081	0.689119	0.8160
PS118 / PS121	6.1101	5.03322	1.47368	0.8085
PS118 / control	6.1101	8.02081	0.580311	0.7344
PS121 / control	5.03322	8.02081	0.393782	0.5651

## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Porcentaje de germinación dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza. La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

**Tabla ANOVA para Porcentaje de germinación por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	3514.67	5	702.933	15.47	0.0001
<b>Intra grupos</b>	545.333	12	45.4444		
<b>Total (Corr.)</b>	4060.0	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Porcentaje de germinación en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 15.448, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Porcentaje de germinación entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

### ▪ Pruebas de Múltiple Rangos para Porcentaje de germinación por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>control</b>	3	32.6667	X
<b>PS121</b>	3	35.6667	X
<b>FN113</b>	3	37.3333	X
<b>FN111</b>	3	44.0	X
<b>PS118</b>	3	65.6667	X
<b>FN205</b>	3	66.6667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
FN111 - FN113		6.66667	11.9927
FN111 - FN205	*	-22.6667	11.9927
FN111 - PS118	*	-21.6667	11.9927
FN111 - PS121		8.33333	11.9927
FN111 - control		11.3333	11.9927
FN113 - FN205	*	-29.3333	11.9927
FN113 - PS118	*	-28.3333	11.9927
FN113 - PS121		1.66667	11.9927
FN113 - control		4.66667	11.9927
FN205 - PS118		1.0	11.9927
FN205 - PS121	*	31.0	11.9927
FN205 - control	*	34.0	11.9927
PS118 - PS121	*	30.0	11.9927
PS118 - control	*	33.0	11.9927
PS121 - control		3.0	11.9927

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.



## LONGITUD PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

- Pruebas de Normalidad para Longitud parte aérea

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.984207	0.971357

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Longitud parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Longitud parte aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.370777	0.859085

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	2.15019	0.9	5.70782	0.2982
Control / FND30	2.15019	1.19304	3.24824	0.4708
Control / Fertilizante Químico	2.15019	0.945163	5.17537	0.3239
Control / PS118	2.15019	1.13725	3.57474	0.4372
Control / PS42	2.15019	2.25019	0.913101	0.9546
FN205 / FND30	0.9	1.19304	0.569087	0.7254
FN205 / Fertilizante Químico	0.9	0.945163	0.906716	0.9511
FN205 / PS118	0.9	1.13725	0.626289	0.7702
FN205 / PS42	0.9	2.25019	0.159974	0.2758
FND30 / Fertilizante Químico	1.19304	0.945163	1.59328	0.7712
FND30 / PS118	1.19304	1.13725	1.10052	0.9521
FND30 / PS42	1.19304	2.25019	0.281106	0.4388
Fertilizante químico / PS118	0.945163	1.13725	0.690722	0.8171
Fertilizante químico / PS42	0.945163	2.25019	0.176432	0.2999
PS118 / PS42	1.13725	2.25019	0.255431	0.4069

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Longitud parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

#### ▪ Tabla ANOVA para Longitud parte aérea por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	91.3628	5	18.2726	7.77	0.0018
<b>Intra grupos</b>	28.2133	12	2.35111		
<b>Total (Corr.)</b>	119.576	17			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Longitud parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7.77188, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Longitud parte aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud parte aérea por Tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Control</b>	3	8.33333	X
<b>Fertilizante Químico</b>	3	10.4667	XX
<b>FND30</b>	3	11.3333	X
<b>FN205</b>	3	12.6	X
<b>PS42</b>	3	12.8667	X
<b>PS118</b>	3	15.6333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>Control - FN205</b>	*	-4.26667	2.7278
<b>Control - FND30</b>	*	-3.0	2.7278
<b>Control - Fertilizante Químico</b>		-2.13333	2.7278
<b>Control - PS118</b>	*	-7.3	2.7278
<b>Control - PS42</b>	*	-4.53333	2.7278
<b>FN205 - FND30</b>		1.26667	2.7278
<b>FN205 - Fertilizante Químico</b>		2.13333	2.7278
<b>FN205 - PS118</b>	*	-3.03333	2.7278
<b>FN205 - PS42</b>		-0.266667	2.7278
<b>FND30 - Fertilizante Químico</b>		0.866667	2.7278
<b>FND30 - PS118</b>	*	-4.3	2.7278
<b>FND30 - PS42</b>		-1.53333	2.7278
<b>Fertilizante Químico - PS118</b>	*	-5.16667	2.7278
<b>Fertilizante Químico - PS42</b>		-2.4	2.7278
<b>PS118 - PS42</b>	*	2.76667	2.7278

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## LONGITUD PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para Longitud parte aérea

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.984509	0.973441

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Longitud parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Longitud parte aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.236408	0.938883

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	1.35031	0.950438	2.01845	0.6626
Control / FND30	1.35031	1.823	0.548646	0.7085
Control / Fertilizante Quimico	1.35031	1.04403	1.67278	0.7483
Control / PS118	1.35031	0.953939	2.00366	0.6659
Control / PS42	1.35031	1.4	0.930272	0.9639
FN205 / FND30	0.950438	1.823	0.271815	0.4274
FN205 / Fertilizante Quimico	0.950438	1.04403	0.828746	0.9064
FN205 / PS118	0.950438	0.953939	0.992674	0.9963
FN205 / PS42	0.950438	1.4	0.460884	0.6310
FND30 / Fertilizante Quimico	1.823	1.04403	3.04893	0.4940
FND30 / PS118	1.823	0.953939	3.65201	0.4299
FND30 / PS42	1.823	1.4	1.69558	0.7420
Fertilizante Quimico / PS118	1.04403	0.953939	1.1978	0.9100
Fertilizante Quimico / PS42	1.04403	1.4	0.556122	0.7148
PS118 / PS42	0.953939	1.4	0.464286	0.6341

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Longitud parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De

particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para Longitud parte aérea por Tratamiento**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	35.4494	5	7.08989	4.25	0.0186
<b>Intra grupos</b>	20.02	12	1.66833		
<b>Total (Corr.)</b>	55.4694	17			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de Longitud parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4.24968, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Longitud parte aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud parte aérea por Tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	7.13333	X
PS42	3	8.6	XX
FN205	3	9.56667	XX
Fertilizante Quimico	3	9.9	XX
FND30	3	10.1333	XX
PS118	3	11.7	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - FN205	*	-2.43333	2.29782
Control - FND30	*	-3.0	2.29782
Control - Fertilizante Quimico	*	-2.76667	2.29782
Control - PS118	*	-4.56667	2.29782
Control - PS42		-1.46667	2.29782
FN205 - FND30		-0.566667	2.29782
FN205 - Fertilizante Quimico		-0.333333	2.29782
FN205 - PS118		-2.13333	2.29782
FN205 - PS42		0.966667	2.29782
FND30 - Fertilizante Quimico		0.233333	2.29782
FND30 - PS118		-1.56667	2.29782
FND30 - PS42		1.53333	2.29782
Fertilizante Quimico - PS118		-1.8	2.29782
Fertilizante Quimico - PS42		1.3	2.29782
PS118 - PS42	*	3.1	2.29782

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que comparten una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## LONGITUD RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

- Pruebas de Normalidad para Longitud radicular

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.969019	0.761826

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Longitud radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Longitud radicular proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.0885563	0.992604

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	1.02144	1.41539	0.520799	0.6849
Control / FND30	1.02144	1.00167	1.03987	0.9805
Control / Fertilizante Quimico	1.02144	1.249	0.668803	0.8015
Control / PS118	1.02144	1.5308	0.445235	0.6161
Control / PS42	1.02144	1.70587	0.358534	0.5278
FN205 / FND30	1.41539	1.00167	1.99668	0.6674
FN205 / Fertilizante Quimico	1.41539	1.249	1.28419	0.8756
FN205 / PS118	1.41539	1.5308	0.854908	0.9218
FN205 / PS42	1.41539	1.70587	0.688431	0.8155
FND30 / Fertilizante Quimico	1.00167	1.249	0.643162	0.7828
FND30 / PS118	1.00167	1.5308	0.428165	0.5996
FND30 / PS42	1.00167	1.70587	0.344788	0.5128
Fertilizante Quimico / PS118	1.249	1.5308	0.665718	0.7993
Fertilizante Quimico / PS42	1.249	1.70587	0.536082	0.6980
PS118 / PS42	1.5308	1.70587	0.805269	0.8921

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Longitud radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

#### ▪ Tabla ANOVA para Longitud radicular por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	89.1383	5	17.8277	9.85	0.0006
<b>Intra grupos</b>	21.7267	12	1.81056		
<b>Total (Corr.)</b>	110.865	17			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Longitud radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 9.84652, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Longitud de la Raíz entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud radicular por Tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	8.33333	X
Fertilizante Quimico	3	10.5	XX
FND30	3	11.2667	XX
FN205	3	12.5667	XX
PS42	3	12.9	X
PS118	3	15.5333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - FN205	*	-4.23333	2.39376
Control - FND30	*	-2.93333	2.39376
Control - Fertilizante Quimico		-2.16667	2.39376
Control - PS118	*	-7.2	2.39376
Control - PS42	*	-4.56667	2.39376
FN205 - FND30		1.3	2.39376
FN205 - Fertilizante Quimico		2.06667	2.39376
FN205 - PS118	*	-2.96667	2.39376
FN205 - PS42		-0.333333	2.39376
FND30 - Fertilizante Quimico		0.766667	2.39376
FND30 - PS118	*	-4.26667	2.39376
FND30 - PS42		-1.63333	2.39376
Fertilizante Quimico - PS118	*	-5.03333	2.39376
Fertilizante Quimico - PS42	*	-2.4	2.39376
PS118 - PS42	*	2.63333	2.39376

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 9 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que comparten una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## LONGITUD RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para Longitud radicular

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.978561	0.915058

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si Longitud radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Longitud radicular proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.0809365	0.993984

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	1.23423	1.25033	0.974414	0.9870
Control / FND30	1.23423	2.12211	0.338268	0.5055
Control / Fertilizante Quimico	1.23423	1.61658	0.582908	0.7365
Control / PS118	1.23423	1.72143	0.514061	0.6790
Control / PS42	1.23423	1.35277	0.832423	0.9085
FN205 / FND30	1.25033	2.12211	0.34715	0.5154
FN205 / Fertilizante Quimico	1.25033	1.61658	0.598214	0.7486
FN205 / PS118	1.25033	1.72143	0.527559	0.6907
FN205 / PS42	1.25033	1.35277	0.854281	0.9214
FND30 / Fertilizante Quimico	2.12211	1.61658	1.72321	0.7344
FND30 / PS118	2.12211	1.72143	1.51969	0.7937
FND30 / PS42	2.12211	1.35277	2.46084	0.5779
Fertilizante Quimico / PS118	1.61658	1.72143	0.88189	0.9372
Fertilizante Quimico / PS42	1.61658	1.35277	1.42805	0.8237
PS118 / PS42	1.72143	1.35277	1.61931	0.7636

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Longitud radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

#### ▪ Tabla ANOVA para Longitud radicular por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	36.3467	5	7.26933	2.91	0.0602
<b>Intra grupos</b>	29.9933	12	2.49944		
<b>Total (Corr.)</b>	66.34	17			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Longitud radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2.90838, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Longitud radicular entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud radicular por Tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Control</b>	3	7.13333	X
<b>PS42</b>	3	8.5	XX
<b>FN205</b>	3	9.63333	XXX
<b>Fertilizante Quimico</b>	3	9.93333	XXX
<b>FND30</b>	3	10.0667	XX
<b>PS118</b>	3	11.7333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>Control - FN205</b>		-2.5	2.81253
<b>Control - FND30</b>	*	-2.93333	2.81253
<b>Control - Fertilizante Quimico</b>		-2.8	2.81253
<b>Control - PS118</b>	*	-4.6	2.81253
<b>Control - PS42</b>		-1.36667	2.81253
<b>FN205 - FND30</b>		-0.433333	2.81253
<b>FN205 - Fertilizante Quimico</b>		-0.3	2.81253
<b>FN205 - PS118</b>		-2.1	2.81253
<b>FN205 - PS42</b>		1.13333	2.81253
<b>FND30 - Fertilizante Quimico</b>		0.133333	2.81253
<b>FND30 - PS118</b>		-1.66667	2.81253
<b>FND30 - PS42</b>		1.56667	2.81253
<b>Fertilizante Quimico - PS118</b>		-1.8	2.81253
<b>Fertilizante Quimico - PS42</b>		1.43333	2.81253
<b>PS118 - PS42</b>	*	3.23333	2.81253

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO FRESCO PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

### ▪ Pruebas de Normalidad para peso fresco parte aérea

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.980908	0.942392

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso fresco parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Peso fresco parte aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

### ▪ Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.25225	0.93061

Comparación	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	0.085049	0.119304	0.508197	0.6739
Control / FND30	0.085049	0.12741	0.445585	0.6165
Control / Fertilizante Químico	0.085049	0.210713	0.162913	0.2802
Control / PS118	0.085049	0.205508	0.171271	0.2925
Control / PS42	0.085049	0.225389	0.142388	0.2493
FN205 / FND30	0.119304	0.12741	0.876797	0.9344
FN205 / Fertilizante Químico	0.119304	0.210713	0.320571	0.4855
FN205 / PS118	0.119304	0.205508	0.337017	0.5041
FN205 / PS42	0.119304	0.225389	0.280184	0.4377
FND30 / Fertilizante Químico	0.12741	0.210713	0.365616	0.5355
FND30 / PS118	0.12741	0.205508	0.384373	0.5553
FND30 / PS42	0.12741	0.225389	0.319554	0.4843
Fertilizante Químico / PS118	0.210713	0.205508	1.0513	0.9750
Fertilizante Químico / PS42	0.210713	0.225389	0.874016	0.9328
PS118 / PS42	0.205508	0.225389	0.831365	0.9079

## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de Peso fresco parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

### ▪ Tabla ANOVA para Peso fresco parte aérea por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.844533	5	0.168907	5.79	0.0060
Intra grupos	0.350267	12	0.0291889		
Total (Corr.)	1.1948	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de Peso fresco parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 5.78668, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Peso fresco parte aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

### ▪ Pruebas de Múltiple Rangos para Peso fresco parte aérea por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	4.39667	X
Fertilizante Químico	3	4.44	X
FN205	3	4.75333	X
FND30	3	4.78667	X
PS42	3	4.84	X
PS118	3	5.00333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - FN205	*	-0.356667	0.303937
Control - FND30	*	-0.39	0.303937
Control - Fertilizante Químico		-0.0433333	0.303937
Control - PS118	*	-0.606667	0.303937
Control - PS42	*	-0.443333	0.303937
FN205 - FND30		-0.0333333	0.303937
FN205 - Fertilizante Químico	*	0.313333	0.303937
FN205 - PS118		-0.25	0.303937
FN205 - PS42		-0.0866667	0.303937
FND30 - Fertilizante Químico	*	0.346667	0.303937
FND30 - PS118		-0.216667	0.303937
FND30 - PS42		-0.0533333	0.303937
Fertilizante Químico - PS118	*	-0.563333	0.303937
Fertilizante Químico - PS42	*	-0.4	0.303937
PS118 - PS42		0.163333	0.303937

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO FRESCO PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para peso fresco parte aérea

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.956908	0.538855

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso fresco parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que peso fresco parte aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.253058	0.930178

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
Control / FN205	0.10116	0.109697	0.850416	0.9192
Control / FND30	0.10116	0.167033	0.366786	0.5367
Control / Fertilizante Químico	0.10116	0.115902	0.761787	0.8648
Control / PS118	0.10116	0.190351	0.282429	0.4405
Control / PS42	0.10116	0.110151	0.843407	0.9151
FN205 / FND30	0.109697	0.167033	0.431302	0.6027
FN205 / Fertilizante Químico	0.109697	0.115902	0.895782	0.9450
FN205 / PS118	0.109697	0.190351	0.332107	0.4986
FN205 / PS42	0.109697	0.110151	0.991758	0.9959
FND30 / Fertilizante Químico	0.167033	0.115902	2.07692	0.6500
FND30 / PS118	0.167033	0.190351	0.770009	0.8701
FND30 / PS42	0.167033	0.110151	2.29945	0.6062
Fertilizante Químico / PS118	0.115902	0.190351	0.370745	0.5409
Fertilizante Químico / PS42	0.115902	0.110151	1.10714	0.9492
PS118 / PS42	0.190351	0.110151	2.98626	0.5017



## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso fresco parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

### ▪ Tabla ANOVA para peso fresco parte aérea por Tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.267917	5	0.0535833	2.87	0.0624
Intra grupos	0.223933	12	0.0186611		
Total (Corr.)	0.49185	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso fresco parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2.87139, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso fresco parte aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

### ▪ Pruebas de Múltiple Rangos para peso fresco parte aérea por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
PS42	3	4.43333	X
Control	3	4.45333	X
FN205	3	4.55333	XX
Fertilizante Químico	3	4.55667	XX
FND30	3	4.71	X
PS118	3	4.76333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - FN205		-0.1	0.243021
Control - FND30	*	-0.256667	0.243021
Control - Fertilizante Químico		-0.103333	0.243021
Control - PS118	*	-0.31	0.243021
Control - PS42		0.02	0.243021
FN205 - FND30		-0.156667	0.243021
FN205 - Fertilizante Químico		-0.00333333	0.243021
FN205 - PS118		-0.21	0.243021
FN205 - PS42		0.12	0.243021
FND30 - Fertilizante Químico		0.153333	0.243021
FND30 - PS118		-0.0533333	0.243021
FND30 - PS42	*	0.276667	0.243021
Fertilizante Químico - PS118		-0.206667	0.243021
Fertilizante Químico - PS42		0.123333	0.243021
PS118 - PS42	*	0.33	0.243021

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO SECO PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para peso seco parte aérea

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.950621	0.435396

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso seco parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que peso seco longitud aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.378723	0.853849

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	0.0208167	0.0251661	0.684211	0.8125
Control / FND30	0.0208167	0.0208167	1.0	1.0000
Control / Fertilizante Químico	0.0208167	0.0152753	1.85714	0.7000
Control / PS118	0.0208167	0.04	0.270833	0.4262
Control / PS42	0.0208167	0.0251661	0.684211	0.8125
FN205 / FND30	0.0251661	0.0208167	1.46154	0.8125
FN205 / Fertilizante Químico	0.0251661	0.0152753	2.71429	0.5385
FN205 / PS118	0.0251661	0.04	0.395833	0.5672
FN205 / PS42	0.0251661	0.0251661	1.0	1.0000
FND30 / Fertilizante Químico	0.0208167	0.0152753	1.85714	0.7000
FND30 / PS118	0.0208167	0.04	0.270833	0.4262
FND30 / PS42	0.0208167	0.0251661	0.684211	0.8125
Fertilizante Químico / PS118	0.0152753	0.04	0.145833	0.2545
Fertilizante Químico / PS42	0.0152753	0.0251661	0.368421	0.5385
PS118 / PS42	0.04	0.0251661	2.52632	0.5672

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso seco parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

#### ▪ Tabla ANOVA para peso seco longitud aérea por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.0274444	5	0.00548889	8.30	0.0014
<b>Intra grupos</b>	0.00793333	12	0.000661111		
<b>Total (Corr.)</b>	0.0353778	17			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso seco parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 8.30252, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso seco parte aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

## Pruebas de Múltiple Rangos para peso seco parte aérea por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	0.313333	X
PS42	3	0.373333	X
FN205	3	0.386667	X
PS118	3	0.41	XX
Fertilizante Químico	3	0.416667	XX
FND30	3	0.433333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - FN205	*	-0.0733333	0.0457417
Control - FND30	*	-0.12	0.0457417
Control - Fertilizante Químico	*	-0.103333	0.0457417
Control - PS118	*	-0.0966667	0.0457417
Control - PS42	*	-0.06	0.0457417
FN205 - FND30	*	-0.0466667	0.0457417
FN205 - Fertilizante Químico		-0.03	0.0457417
FN205 - PS118		-0.0233333	0.0457417
FN205 - PS42		0.0133333	0.0457417
FND30 - Fertilizante Químico		0.0166667	0.0457417
FND30 - PS118		0.0233333	0.0457417
FND30 - PS42	*	0.06	0.0457417
Fertilizante Químico - PS118		0.00666667	0.0457417
Fertilizante Químico - PS42		0.0433333	0.0457417
PS118 - PS42		0.0366667	0.0457417

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 7 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO SECO PARTE AÉREA (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

- Pruebas de Normalidad para Peso seco parte aérea

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.983829	0.968618

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si 'peso seco parte aérea puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Peso seco longitud aérea proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	<i>Prueba</i>	<i>Valor-P</i>
Levene's	0.169784	0.968924

<i>Comparación</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Control / FN205	0.0754983	0.0608276	1.54054	0.7872
Control / FND30	0.0754983	0.05	2.28	0.6098
Control / Fertilizante Quimico	0.0754983	0.0404145	3.4898	0.4455
Control / PS118	0.0754983	0.0404145	3.4898	0.4455
Control / PS42	0.0754983	0.0550757	1.87912	0.6947
FN205 / FND30	0.0608276	0.05	1.48	0.8065
FN205 / Fertilizante Quimico	0.0608276	0.0404145	2.26531	0.6125
FN205 / PS118	0.0608276	0.0404145	2.26531	0.6125
FN205 / PS42	0.0608276	0.0550757	1.21978	0.9010
FND30 / Fertilizante Quimico	0.05	0.0404145	1.53061	0.7903
FND30 / PS118	0.05	0.0404145	1.53061	0.7903
FND30 / PS42	0.05	0.0550757	0.824176	0.9036
Fertilizante Quimico / PS118	0.0404145	0.0404145	1.0	1.0000
Fertilizante Quimico / PS42	0.0404145	0.0550757	0.538462	0.7000
PS118 / PS42	0.0404145	0.0550757	0.538462	0.7000

## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso seco parte aérea dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

### ▪ Tabla ANOVA para peso seco parte aérea por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.250094	5	0.0500189	16.49	0.0001
<b>Intra grupos</b>	0.0364	12	0.00303333		
<b>Total (Corr.)</b>	0.286494	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso seco parte aérea en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 16.4897, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Peso seco longitud aérea entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

## Pruebas de Múltiple Rangos para peso seco parte aérea por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	0.21	X
Fertilizante Quimico	3	0.326667	X
FN205	3	0.39	XX
FND30	3	0.42	XX
PS42	3	0.463333	X
PS118	3	0.593333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - FN205	*	-0.18	0.0979795
Control - FND30	*	-0.21	0.0979795
Control - Fertilizante Quimico	*	-0.116667	0.0979795
Control - PS118	*	-0.383333	0.0979795
Control - PS42	*	-0.253333	0.0979795
FN205 - FND30		-0.03	0.0979795
FN205 - Fertilizante Quimico		0.0633333	0.0979795
FN205 - PS118	*	-0.203333	0.0979795
FN205 - PS42		-0.0733333	0.0979795
FND30 - Fertilizante Quimico		0.0933333	0.0979795
FND30 - PS118	*	-0.173333	0.0979795
FND30 - PS42		-0.0433333	0.0979795
Fertilizante Quimico - PS118	*	-0.266667	0.0979795
Fertilizante Quimico - PS42	*	-0.136667	0.0979795
PS118 - PS42	*	0.13	0.0979795

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 10 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.



## PESO FRESCO RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para peso fresco radicular

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.959261	0.580703

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso fresco radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que peso fresco radicular proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.364733	0.863041

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
Control / FN205	0.0472582	0.052915	0.797619	0.8874
Control / FND30	0.0472582	0.0737111	0.411043	0.5826
Control / Fertilizante Químico	0.0472582	0.0665833	0.503759	0.6700
Control / PS118	0.0472582	0.128582	0.135081	0.2380
Control / PS42	0.0472582	0.134536	0.123389	0.2197
FN205 / FND30	0.052915	0.0737111	0.515337	0.6802
FN205 / Fertilizante Químico	0.052915	0.0665833	0.631579	0.7742
FN205 / PS118	0.052915	0.128582	0.169355	0.2897
FN205 / PS42	0.052915	0.134536	0.154696	0.2679
FND30 / Fertilizante Químico	0.0737111	0.0665833	1.22556	0.8986
FND30 / PS118	0.0737111	0.128582	0.328629	0.4947
FND30 / PS42	0.0737111	0.134536	0.300184	0.4618
Fertilizante Químico / PS118	0.0665833	0.128582	0.268145	0.4229
Fertilizante Químico / PS42	0.0665833	0.134536	0.244936	0.3935
PS118 / PS42	0.128582	0.134536	0.913444	0.9548

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso fresco radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de tratamiento es la misma. De

particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

▪ **Tabla ANOVA para peso fresco radicular por tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0482444	5	0.00964889	1.17	0.3791
Intra grupos	0.0990667	12	0.00825556		
Total (Corr.)	0.147311	17			

**El StatAdvisor**

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso fresco radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1.16878, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso fresco radicular entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para peso fresco radicular por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Control	3	2.26333	X
FN205	3	2.35	XX
PS42	3	2.36	XX
Fertilizante Químico	3	2.37333	XX
FND30	3	2.39333	XX
PS118	3	2.43333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Control - FN205		-0.0866667	0.16164
Control - FND30		-0.13	0.16164
Control - Fertilizante Químico		-0.11	0.16164

<b>Control - PS118</b>	*	<b>-0.17</b>	0.16164
<b>Control - PS42</b>		-0.0966667	0.16164
<b>FN205 - FND30</b>		-0.0433333	0.16164
<b>FN205 - Fertilizante Químico</b>		-0.0233333	0.16164
<b>FN205 - PS118</b>		-0.0833333	0.16164
<b>FN205 - PS42</b>		-0.01	0.16164
<b>FND30 - Fertilizante Químico</b>		0.02	0.16164
<b>FND30 - PS118</b>		-0.04	0.16164
<b>FND30 - PS42</b>		0.0333333	0.16164
<b>Fertilizante Químico - PS118</b>		-0.06	0.16164
<b>Fertilizante Químico - PS42</b>		0.0133333	0.16164
<b>PS118 - PS42</b>		0.0733333	0.16164

\* indica una diferencia significativa.

### El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO FRESCO RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

- Pruebas de Normalidad para peso fresco radicular

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.975893	0.877997

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso fresco radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que peso fresco radicular proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.07791	0.994491

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
Control / FN205	0.112694	0.168622	0.446659	0.6175
Control / FND30	0.112694	0.10116	1.24104	0.8924
Control / Fertilizante Químico	0.112694	0.117898	0.913669	0.9549
Control / PS118	0.112694	0.104403	1.16514	0.9237
Control / PS42	0.112694	0.0986577	1.30479	0.8678
FN205 / FND30	0.168622	0.10116	2.7785	0.5293
FN205 / Fertilizante Químico	0.168622	0.117898	2.04556	0.6567
FN205 / PS118	0.168622	0.104403	2.60856	0.5542
FN205 / PS42	0.168622	0.0986577	2.92123	0.5100
FND30 / Fertilizante Químico	0.10116	0.117898	0.736211	0.8481
FND30 / PS118	0.10116	0.104403	0.938838	0.9685
FND30 / PS42	0.10116	0.0986577	1.05137	0.9750
Fertilizante Químico / PS118	0.117898	0.104403	1.27523	0.8790
Fertilizante Químico / PS42	0.117898	0.0986577	1.42808	0.8237
PS118 / PS42	0.104403	0.0986577	1.11986	0.9435

### El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso fresco radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

#### ▪ Tabla ANOVA para peso fresco radicular por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.0594278	5	0.0118856	0.83	0.5523
<b>Intra grupos</b>	0.1718	12	0.0143167		
<b>Total (Corr.)</b>	0.231228	17			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso fresco radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0.83019, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso fresco radicular entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

#### Pruebas de Múltiple Rangos para peso fresco radicular por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<b>Tratamiento</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
<b>Control</b>	3	2.35	X
<b>PS42</b>	3	2.40333	X
<b>FND30</b>	3	2.42667	X
<b>Fertilizante Químico</b>	3	2.44	X
<b>FN205</b>	3	2.45667	X
<b>PS118</b>	3	2.54	X

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
<b>Control - FN205</b>		-0.106667	0.212861
<b>Control - FND30</b>		-0.0766667	0.212861
<b>Control - Fertilizante Químico</b>		-0.09	0.212861
<b>Control - PS118</b>		-0.19	0.212861
<b>Control - PS42</b>		-0.0533333	0.212861
<b>FN205 - FND30</b>		0.03	0.212861
<b>FN205 - Fertilizante Químico</b>		0.0166667	0.212861
<b>FN205 - PS118</b>		-0.0833333	0.212861
<b>FN205 - PS42</b>		0.0533333	0.212861
<b>FND30 - Fertilizante Químico</b>		-0.0133333	0.212861
<b>FND30 - PS118</b>		-0.113333	0.212861
<b>FND30 - PS42</b>		0.0233333	0.212861
<b>Fertilizante Químico - PS118</b>		-0.1	0.212861
<b>Fertilizante Químico - PS42</b>		0.0366667	0.212861
<b>PS118 - PS42</b>		0.136667	0.212861

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se ha identificado un grupo homogéneo, según la alineación de las X's en columna. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO SECO RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – FÓSFORO)

- Pruebas de Normalidad para peso seco radicular

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.925717	0.166998

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso seco radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que peso seco radicular proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.72381	0.618459

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
Control / FN205	0.0305505	0.0152753	4.0	0.4000
Control / FND30	0.0305505	0.01	9.33333	0.1935
Control / Fertilizante Químico	0.0305505	0.0351188	0.756757	0.8615
Control / PS118	0.0305505	0.01	9.33333	0.1935
Control / PS42	0.0305505	0.0305505	1.0	1.0000
FN205 / FND30	0.0152753	0.01	2.33333	0.6000
FN205 / Fertilizante Químico	0.0152753	0.0351188	0.189189	0.3182
FN205 / PS118	0.0152753	0.01	2.33333	0.6000
FN205 / PS42	0.0152753	0.0305505	0.25	0.4000
FND30 / Fertilizante Químico	0.01	0.0351188	0.0810811	0.1500
FND30 / PS118	0.01	0.01	1.0	1.0000
FND30 / PS42	0.01	0.0305505	0.107143	0.1935
Fertilizante Químico / PS118	0.0351188	0.01	12.3333	0.1500
Fertilizante Químico / PS42	0.0351188	0.0305505	1.32143	0.8615
PS118 / PS42	0.01	0.0305505	0.107143	0.1935

## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso seco radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

### ▪ Tabla ANOVA para peso seco radicular por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.0517833	5	0.0103567	17.59	0.0000
<b>Intra grupos</b>	0.00706667	12	0.000588889		
<b>Total (Corr.)</b>	0.05885	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso seco radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 17.5868, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso seco radicular entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



▪ **Pruebas de Múltiple Rangos para peso seco radicular por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Control	3	0.213333	X
PS42	3	0.313333	X
Fertilizante Químico	3	0.316667	X
FN205	3	0.326667	X
FND30	3	0.35	XX
PS118	3	0.39	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Control - FN205	*	-0.113333	0.043171
Control - FND30	*	-0.136667	0.043171
Control - Fertilizante Químico	*	-0.103333	0.043171
Control - PS118	*	-0.176667	0.043171
Control - PS42	*	-0.1	0.043171
FN205 - FND30		-0.0233333	0.043171
FN205 - Fertilizante Químico		0.01	0.043171
FN205 - PS118	*	-0.0633333	0.043171
FN205 - PS42		0.0133333	0.043171
FND30 - Fertilizante Químico		0.0333333	0.043171
FND30 - PS118		-0.04	0.043171
FND30 - PS42		0.0366667	0.043171
Fertilizante Químico - PS118	*	-0.0733333	0.043171
Fertilizante Químico - PS42		0.00333333	0.043171
PS118 - PS42	*	0.0766667	0.043171

\* indica una diferencia significativa.

**El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

## PESO SECO RADICULAR (ESTADO DE DESARROLLO – MARIPOSA)

- Pruebas de Normalidad para peso seco radicular

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.988642	0.992899

### El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si peso seco radicular puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que Peso seco raíz proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

- Verificación de Varianza

	Prueba	Valor-P
Levene's	0.310843	0.897057

Comparación	Sigma1	Sigma2	F-Ratio	P-Valor
Control / FN205	0.0251661	0.0458258	0.301587	0.4634
Control / FND30	0.0251661	0.0378594	0.44186	0.6129
Control / Fertilizante Químico	0.0251661	0.0208167	1.46154	0.8125
Control / PS118	0.0251661	0.0208167	1.46154	0.8125
Control / PS42	0.0251661	0.02	1.58333	0.7742
FN205 / FND30	0.0458258	0.0378594	1.46512	0.8113
FN205 / Fertilizante Químico	0.0458258	0.0208167	4.84615	0.3421
FN205 / PS118	0.0458258	0.0208167	4.84615	0.3421
FN205 / PS42	0.0458258	0.02	5.25	0.3200
FND30 / Fertilizante Químico	0.0378594	0.0208167	3.30769	0.4643
FND30 / PS118	0.0378594	0.0208167	3.30769	0.4643
FND30 / PS42	0.0378594	0.02	3.58333	0.4364
Fertilizante Químico / PS118	0.0208167	0.0208167	1.0	1.0000
Fertilizante Químico / PS42	0.0208167	0.02	1.08333	0.9600
PS118 / PS42	0.0208167	0.02	1.08333	0.9600

## El StatAdvisor

El estadístico mostrado en esta tabla evalúa la hipótesis de que la desviación estándar de peso seco radicular dentro de cada uno de los 6 niveles de Tratamiento es la misma. De particular interés es el valor-P. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95.0% de confianza.

La tabla también muestra una comparación de las desviaciones típicas para cada par de muestras. P-valores por debajo de 0.05, de los cuales hay 0, indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dos sigmas al 5% de nivel de significación.

### ▪ Tabla ANOVA para peso seco radicular por Tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>Entre grupos</b>	0.0480944	5	0.00961889	10.62	0.0004
<b>Intra grupos</b>	0.0108667	12	0.000905556		
<b>Total (Corr.)</b>	0.0589611	17			

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de peso seco radicular en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 10.6221, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de peso seco radicular entre un nivel de Tratamiento y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

### ▪ Pruebas de Múltiple Rangos para peso seco radicular por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
<b>Control</b>	3	0.316667	X
<b>PS42</b>	3	0.37	XX
<b>FND30</b>	3	0.406667	X
<b>Fertilizante Químico</b>	3	0.416667	X
<b>FN205</b>	3	0.42	X
<b>PS118</b>	3	0.486667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>Control - FN205</b>	*	-0.103333	0.0535344
<b>Control - FND30</b>	*	-0.09	0.0535344
<b>Control - Fertilizante Químico</b>	*	-0.1	0.0535344
<b>Control - PS118</b>	*	-0.17	0.0535344
<b>Control - PS42</b>		-0.0533333	0.0535344
<b>FN205 - FND30</b>		0.0133333	0.0535344
<b>FN205 - Fertilizante Químico</b>		0.00333333	0.0535344
<b>FN205 - PS118</b>	*	-0.0666667	0.0535344
<b>FN205 - PS42</b>		0.05	0.0535344
<b>FND30 - Fertilizante Químico</b>		-0.01	0.0535344
<b>FND30 - PS118</b>	*	-0.08	0.0535344
<b>FND30 - PS42</b>		0.0366667	0.0535344
<b>Fertilizante Químico - PS118</b>	*	-0.07	0.0535344
<b>Fertilizante Químico - PS42</b>		0.0466667	0.0535344
<b>PS118 - PS42</b>	*	0.116667	0.0535344

\* indica una diferencia significativa.

### **El StatAdvisor**

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 8 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.