

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Efecto de 3 biofertilizantes en el  
Desarrollo de Plantones de  
Caesalpiniaspinosa (Molina) Kunt a  
nivel de vivero**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Maylhí Greta Quispe Palomino**

Lima – Perú  
2015

## *RESUMEN*

El abonamiento empleando biofertilizantes es una alternativa para hacer frente al problema de la variabilidad en la calidad y cantidad de derivados obtenidos de la especie en estudio (*Caesalpinia spinosa*) sin embargo los resultados a obtener como consecuencia de su aplicación dependen de la interacción específica establecida entre las comunidades de microorganismos y la planta. Así el presente estudio realizado en plántones de "Tara" busca evaluar su establecimiento en vivero aplicando 3 biofertilizantes (E.M, B.Lac, SHI), determinando su efecto en el vigor registrado respecto al diámetro, altura y calidad de raíces. Se utilizaron plántones germinados a partir de dos tipos de semillas (diferentes orígenes y diferentes tiempos de almacenamiento) los cuales se desarrollaron bajo las mismas condiciones de manejo (microclima, riego, actividades culturales). Las variables evaluadas fueron incremento de diámetro de cuello, incremento altura, longitud de la raíz principal, número de raíces secundarias y concentración de macronutrientes a nivel de sustrato y a nivel foliar. Los resultados obtenidos muestran que son mayores los incrementos de diámetro y altura frente a la aplicación del biofertilizante SHI en los plántones de la procedencia B, pues en los plántones de la procedencia A los incrementos de diámetro de cuello fueron mayores en el testigo y los efectos en el incremento de altura no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados de Longitud de la raíz principal no variaron en forma significativa entre los tratamientos. El número de raíces secundarias fue mayor frente a la aplicación de EM en los plántones de la procedencia A, pues en los plántones de la procedencia B no se generó diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. Respecto a la concentración de macronutrientes, la aplicación de los biofertilizantes incrementa la disponibilidad de estos a nivel de sustrato pero no su concentración a nivel foliar.

**Palabras clave:** Biofertilizante, Abonamiento en vivero, Tara, EM, BLAC, SHI

## *ABSTRACT*

The fertilization with biofertilizers is an alternative to face up the problem of variability in quality and quantity of the obtained derivatives from the species under study (*Caesalpinia spinosa*). However the results obtained as a consequence of its application depends on the specific interaction established between the microorganism's communities and the plant. This way the present survey in tara's seedlings looks to evaluate its establishment in a nursery level facing an application of 3 biofertilizers (E.M, B.Lac, SH1), determining its effect in the registered vigor relative to diameter, height and root quality. Germinated seedlings were used from two different types of seeds (different origins and different storage periods) which were developed under the same conditions (climate, irrigation, cultural activities). The variables evaluated were increased collar diameter, height increase, main root length, number of secondary roots and macronutrient concentration at a substrate and foliar level. The obtained results indicate that the diameter and height increasing are greater against the SHI biofertilizer application on the seedling of the origin B, because in the seedling from origin A the increase in collar diameter were greater than the control and the effects of the height increase did not show a significant difference between the treatments. The results on main root length did not varied in a significant way between the treatments. The number of secondary roots was greater against the EM application in seedling from origin A, because in seedling from origin B was not generated a significant difference between the treatments. Respecting to macronutrients application, the biofertilizer application increase the availability of them at a substrate level but not at a foliar level.

**Keywords:** Fertilization, biofertilizers, vigor, EM, Blac, Schi-I

FO4,  
Q851  
T

# ÍNDICE

Página

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO DE TARA</b>	<b>4</b>
2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	4
2.1.2 ASPECTOS COMERCIALES	5
<b>2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE</b>	<b>6</b>
2.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA	6
2.2.2 DISTRIBUCIÓN	6
<b>2.3 CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LOS PLANTONES</b>	<b>8</b>
2.3.1 TRATAMIENTO PRE GERMINATIVO	8
2.3.2 ALMACIGADO	9
2.3.3 REPIQUE	9
2.3.4 CAMAS DE RECRÍA	9
2.3.5 RIEGO	10
2.3.6 LUZ	10
2.3.7 TIEMPO EN VIVERO	10
2.3.8 LABORES CULTURALES	11
<b>2.4 REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DE LA ESPECIE</b>	<b>11</b>
<b>2.5 ABONOS ORGÁNICOS</b>	<b>13</b>
2.5.1 DEFINICIÓN	13
2.5.2 BENEFICIOS DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS	13
2.5.3 TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS	15
<b>2.6 BIOFERTILIZANTES</b>	<b>17</b>
2.6.1 DEFINICIÓN	17
2.6.2 PRINCIPALES EFECTOS DE LOS BIOFERTILIZANTES	18
2.6.3 BENEFICIOS DE LOS BIOFERTILIZANTES	24
<b>2.7 TIPOS DE BIOFERTILIZANTES</b>	<b>26</b>
2.7.1 BACTERIAS LÁCTICAS	26
2.7.2 MICROORGANISMOS EFICACES (EM)	27
2.7.3 BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO	29
<b>2.8 FACTORES QUE CONTROLAN EL DESARROLLO DE MICROORGANISMOS</b>	<b>29</b>
2.8.1 LA PLANTA HOSPEDERA Y LA RIZOSFERA (FACTORES BIÓTICOS)	30
2.8.2 CONDICIONES AMBIENTALES	32
2.8.3 CICLO DE VIDA DE LOS MICROORGANISMOS EN EL SUELO	34
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>37</b>
<b>3.1 UBICACIÓN</b>	<b>37</b>
<b>3.2 INSTALACIONES</b>	<b>38</b>
<b>3.3 SEMILLAS</b>	<b>39</b>
<b>3.4 PROPAGACIÓN DE LAS SEMILLAS</b>	<b>39</b>
<b>3.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</b>	<b>40</b>
<b>3.6 ABONAMIENTO</b>	<b>43</b>
3.6.1 BIOFERTILIZANTES	44
<b>3.7 MANTENIMIENTO</b>	<b>44</b>
3.7.1 RIEGOS	44
3.7.2 MOVIMIENTO DE BOLSAS	45
<b>3.8 REGISTRO DE VARIABLES Y TOMA DE MUESTRAS</b>	<b>46</b>

43706

3.8.1	VARIABLES DASOMÉTRICAS (VARIACIÓN DE LA ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO DE LAS PLÁNTULAS)	46
3.8.2	TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MACRO NUTRIENTES A NIVEL DE SUSTRATO	48
3.8.3	TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MACRO NUTRIENTES A NIVEL FOLIAR	48
3.8.4	TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MICROBIANA A NIVEL DE SUSTRATO	48
3.9	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	50
3.10	<b>VARIABLES ANALIZADAS</b>	50
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>53</b>
4.1	INCREMENTO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO, INCREMENTO DE LA ALTURA Y PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA	54
4.2	NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS Y LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL	61
4.3	INCREMENTO DEL PH DEL SUSTRATO Y DISMINUCIÓN PORCENTUAL DE LA MATERIA ORGÁNICA	65
4.4	VARIACION DE LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO Y POTASIO	68
4.5	VARIACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLINAS (UFC) DE BACTERIAS Y HONGOS	75
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>81</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXOS</b>	
ANEXO 1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
ANEXO 2	MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS – TABLA DE INTERPRETACIÓN	
ANEXO 3	ANÁLISIS INICIAL DE SUSTRATO	
ANEXO 4	ANÁLISIS FINAL DE SUSTRATOS	
ANEXO 5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO INICIAL	
ANEXO 6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FINAL	
ANEXO 7	ANÁLISIS ESPECIAL FOLIAR	
ANEXO 8	FICHA DE BIOFERTILIZANTE	
ANEXO 9	REGISTROS DE LAS VARIABLES METEREOLÓGICAS DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO ALEXANDER VON HUMBOLDT (LIMA)	
ANEXO 10	PANEL FOTOGRÁFICO	

## *Lista de cuadros*

	Página
<b>CUADRO 1: REQUERIMIENTO AGROCLIMÁTICOS DE LA ESPECIE</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO 2: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL PROMEDIO DEL INCREMENTO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO, LA ALTURA Y EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>54</b>
<b>CUADRO 3: ANÁLISIS DE DUNCAN DE LA VARIACIÓN DEL INCREMENTO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO EN PLANTONES DE "TARA", DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>55</b>
<b>CUADRO 4: ANÁLISIS DE DUNCAN DEL INCREMENTO DE LA ALTURA DE EN PLANTONES DE "TARA", DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO</b>	<b>56</b>
<b>CUADRO 5: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL Y NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>61</b>
<b>CUADRO 6: ANÁLISIS DE DUNCAN DEL INCREMENTO DE LA ALTURA DE EN PLANTONES DE "TARA", DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO</b>	<b>62</b>
<b>CUADRO 7: ANÁLISIS DE DUNCAN DEL NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS EN PLANTONES DE "TARA", DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>63</b>
<b>CUADRO 8: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL INCREMENTO DEL PH Y LA DISMINUCIÓN DE LA M.O %, EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>65</b>
<b>CUADRO 9: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO Y LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN EL SUSTRATO DE PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>68</b>
<b>CUADRO 10: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE N, P Y K A NIVEL FOLIAR EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>70</b>
<b>CUADRO 11: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE BACTERIAS Y HONGOS (UFC) EN EL SUSTRATO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>75</b>

## *Lista de figuras*

	Página
<b>FIGURA 1: FASES DEL DESARROLLO MICROBIANO</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 2: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIOS</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 4: DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN LAS CAMAS DE RECRÍA</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 5: APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 6: MOVIMIENTO Y TRANSPORTE DE BOLSAS AL INTERIOR DE LAS CAMAS DE RECRÍA</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 7: FAUNA HALLADA DURANTE EL MANTENIMIENTO REALIZADO</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 8: PROCESAMIENTO DE RAÍCES EN CAMPO; DETERMINACIÓN DE LA RAÍZ PRINCIPAL Y LIMPIEZA DE LAS RAÍCES.</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 9: PROCESAMIENTO DE RAÍCES EN GABINETE; MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS RAÍCES SECUNDARIAS PARA EL SECADO.</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 10: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL PROMEDIO DEL INCREMENTO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 11: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL PROMEDIO DEL INCREMENTO DE LA ALTURA EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA 12: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 13: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 14: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL PROMEDIO NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 15: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DEL PH EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 16: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE M.O. % EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 17: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO (PPM) EN EL SUSTRATO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 18: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO (PPM) EN EL SUSTRATO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 19: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO (%) A NIVEL FOLIAR EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 20: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO (%) A NIVEL FOLIAR EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO.</b>	<b>72</b>

- FIGURA 21: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO (%) A NIVEL FOLIAR EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO. 73**
- FIGURA 22: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE BACTERIAS (UFC) EN EL SUSTRATO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO. 76**
- FIGURA 23: EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE HONGOS (UFC) EN EL SUSTRATO EN PLANTONES DE "TARA" DURANTE SU DESARROLLO EN VIVERO. 77**



## **1. INTRODUCCIÓN**

La “Tara” es una de las especies forestales que ha venido cobrando mayor importancia en nuestro país por la gran cantidad de usos agroindustriales que presentan sus derivados y la rusticidad de la especie. Sin embargo y pese al gran interés por fomentar su desarrollo, existen serios inconvenientes que evitan que nuestro país cubra la creciente demanda de vainas de “Tara”, pese a ser uno de los primeros productores de este derivado. (Villanueva, 2007).

Estos problemas son la gran variabilidad que existe tanto en la cantidad como en la calidad de derivados (gomas y taninos) que se pueden obtener a partir de los árboles y los bajos rendimientos que se obtienen por cada planta. Se generan principalmente a causa de la influencia de factores genéticos y ambientales a los cuales están sujetos los árboles en estado natural durante su desarrollo. Cabe recalcar que en nuestro país, los árboles en estado natural son la principal fuente de oferta de este producto (Bailetti, 2007; Marquina, 2008; Mancero, 2009).

Una de las soluciones planteadas en los diferentes manuales dirigidos a los productores es realizar un adecuado abonamiento pues asegura que la planta pueda expresar su potencial genético y por ende producir mayor cantidad y calidad de semillas. Además, permite generar cambios cuantificables en el desarrollo de la planta entre los que se puede mencionar; incremento de vigor, acelerar el inicio de producción de vainas, acelerar el crecimiento de las plantas y en consecuencia que estas presenten buenos rendimientos expresados en el incremento del volumen de vainas producido y la calidad (mayores porcentajes de taninos y gommas, dependiendo del objetivo de la plantación) (Solid OPD, 2010; Villanueva, 2007).

El abonamiento se puede realizar empleando fertilizantes artificiales, fertilizantes orgánicos o una fórmula que contemple proporciones de ambos tipos. Sin embargo y debido al incremento en la rentabilidad de los productos finales, en cuya producción solo se hayan empleado abonos orgánicos, y la notable insostenibilidad económica y ecológica de emplear abonos artificiales han generado un creciente interés por utilizar abonos orgánicos. (BIOFÁBRICA, 2012; Aguirre, et.al. 2009, ANFFE, s.f.).

No obstante, en lo que respecta a los abonos orgánicos, la materia orgánica por sí sola no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Así, aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente. (FAO, 2002)

Dentro de los abonos orgánicos se encuentran los biofertilizantes, los cuales son corporaciones de diferentes microorganismos que incrementan el suministro de los nutrimentos a la planta por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de nitrógeno atmosférico, solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos.

Sin embargo la presencia de dichas corporaciones, además, estimulan el desarrollo de las plantas por otras acciones tales como secreción de fitoestimuladores, estimulación del enraizamiento, la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias que mejoran la estructura del sustrato por su contribución a la formación de agregados estables y actúan como agentes de control biológico de patógenos, biorremediadores y mejoradores ecofisiológicos (Bowen y Rovira, 1999 citados por Grageda-Cabrera 2012; Aguirre, 2009)

De la misma forma, los inoculantes microbianos representan una nueva tecnología conducente a mejorar la productividad del sistema agropecuario a largo plazo. Puede ser considerada como una tecnología limpia, alineada con principios de la agricultura sustentable al ser una alternativa frente al aumento abusivo de la utilización de pesticidas y fertilizantes en estos últimos tiempos. (Alarcón, 2000)

Sin embargo, cabe resaltar que las interacciones entre corporaciones de microorganismos y plantas son específicas, por lo cual es necesario evaluar los resultados que se puedan apreciar al emplear las corporaciones como fertilizantes. Los resultados de dichas interacciones pueden ser positivos (incremento del rendimiento del cultivo), negativos (detrimento de la productividad observada) o neutros (sin consecuencias apreciables en el desarrollo del cultivo) (Aguirre, 2009).

Por otra parte, cabe indicar que las respuestas a los abonamientos heterogéneos (realizados en este caso empleando distintos biofertilizantes a modo de abonos) son más fáciles de detectar

(cualificar y cuantificar) en los primeros periodos de desarrollo de los árboles. Así mismo, las condiciones climáticas, las cuales pueden generar variaciones en la respuesta de los individuos a los abonamientos, se pueden controlar mejor durante estas primeras etapas de su desarrollo (debido a que se pueden brindar las mismas condiciones ambientales a todos los individuos) (Rincón, 1989). Es por esta razón que la presente investigación se realiza en las primeras etapas de desarrollo de los plántones de *Caesalpinia spinosa*.

Con respecto a los tratamientos (biofertilizantes a emplear), los microorganismos eficientes (E.M.) y las Bacterias lácticas (B.Lac.), son dos biofertilizantes comerciales que se vienen empleando con éxito en diferentes cultivos agronómicos y en experiencias con árboles. A diferencia de estos dos primeros, la incorporación de bacterias denominada (SHI) es un nuevo producto, aislado recientemente a partir de una colección de suelos con buen potencial nutricional, el cual de acuerdo a la ficha técnica adjunta en el ANEXO ha sido empleado con éxito en la recuperación de suelos degradados y control biológico.

Por lo mencionado, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de 3 biofertilizantes (E.M, B.Lac, SHI) en el vigor de plántones de *Caesalpinia spinosa* durante la etapa de desarrollo en vivero.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO DE TARA**

#### **2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA**

La “Tara” es un cultivo oriundo de Sud América que fue empleado desde tiempos remotos por las culturas preincas e incas, en la elaboración de tintes para textilería, cerámica, curtido de pieles y medicina. (Villareal, 2007). Sin embargo con el pasar de los años sus usos se han intensificado y diversificado a nivel rural, agroindustrial e industrial haciendo de esta una especie de gran relevancia para el desarrollo de las poblaciones rurales así como una posibilidad para el desarrollo económico de nuestro país.

Su uso agroindustrial se ha visto promovido por la creciente demanda de polvo de “Tara” para la extracción de taninos, así como la goma (extraída a partir de las semillas). Los taninos de la “Tara” presentan múltiples aplicaciones en la industria peletera, elaboración de tintes, industria farmacéutica, fabricación de plásticos y adhesivos, resinas, mantenimiento de pozos petrolíferos entre otras. Por su parte, la goma, fue aprobada por la comunidad Europea para ser empleada como espesante y estabilizador de alimentos para consumo humano, también tiene aplicación en la industria farmacéutica, minería, cosmetología, textilería, sanitaria, petrolera, etc (Villanueva, 2007 y Marquina, 2008).

En lo que respecta a la oferta mundial se observa que existe una demanda ampliamente insatisfecha, lo que se refleja en un sólido incremento en los precios de sus derivados. Además, la industria, presenta oportunidades para el crecimiento del mercado de exportación de los derivados de la “Tara” debido al cambio gradual y significativo de los hábitos de consumo que se orienta al consumo de productos naturales y orgánicos. Es así que en el año 2006, fue aprobada por la comunidad Europea una ordenanza que prohíbe la utilización de compuestos como plomo, mercurio, cadmio y cromo para el curtido de los cueros de los autos, lo que motiva el uso masivo de productos de origen vegetal como la “Tara” (Villanueva, 2007).

En la actualidad el principal productor de vainas de “Tara” es el Perú (80 por ciento de la oferta total) y el volumen de vainas ofertado se podría incrementar. La “Tara” es considerada una especie rústica debido a que presenta resistencia a las sequías, plagas y enfermedades puede desarrollarse en sitios áridos y semiáridos y presenta mayor extensión y productividad entre los 4° y 20° de latitud sur (principalmente en el Perú) (Villanueva, 2007).

Sin embargo y pese al actual y potencial volumen productivo que presenta la “Tara” en nuestro país, la gran variabilidad de la concentración de taninos y gomas en los frutos (la concentración de taninos puede variar entre 30 por ciento y 80 por ciento) y la gran variabilidad en el volumen de frutos producido por árbol (5 kg y 40 kg) afectan directamente la rentabilidad del cultivo y por ende representan una de las principales trabas en el desarrollo y crecimiento de nuestro país como principal productor. (Flores, 2005, Villanueva, 2007; Mancero, 2009).

### 2.1.2 ASPECTOS COMERCIALES

De acuerdo a lo indicado por Cabello (2009), las exportaciones desde los años 90, presentan una tendencia positiva, cuyo pico más alto se muestra en el 2007 con 20 mil kilos exportados. Estos datos muestran el interés creciente por este producto y sus derivados.

Analizando las exportaciones de los diferentes tipos de derivados, en el 2008 del total exportado, el 81 por ciento corresponde a “Tara” en polvo y alrededor del 5 por ciento a goma de “Tara”, lo que en divisas significó un aporte de 31 y 6 millones de dólares respectivamente.

De las 37 empresas que exportaron “Tara” en el 2008, nueve de ellas exportan el 95 por ciento del total y sólo dos empresas exportaron el 50 por ciento de este mercado.

Italia, China, Brasil y Argentina compraron en ese mismo año el 47 por ciento del volumen exportado, por un valor de 19 millones de dólares. Países como Estados Unidos, Alemania, Países bajos, Bélgica y España lo hicieron en menor proporción, pero en suma mostraron que la demanda es creciente.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA

Familia: LEGUMINOSACEAE - CAESALPINIOIDEAE

Nombre científico: *Caesalpinia spinosa*

Nombre común: “Tara”, “Taya”

Sinónimos botánicos: *Caesalpinia pectinata* Cavanilles, *C. tara* R. & P., *C. tinctoria* (H.B.K.) Bentham ex Reiche, *Coulteria tinctoria* H.B.K., *Poinciana spinosa* Molina, *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose

Es un árbol pequeño a mediano de fuste irregular o cilíndrico. Corteza externa agrietada, color marrón oscuro, provisto de agujones. Ramita terminal de sección circular, provista de agujones triangulares aplanados. Hojas compuestas, bipinnadas, alternas dispuestas en espiral, foliolulos opuestos, oblongos, con ápice emarginado, diminutamente mucronado, base asimétrica, glabra. Inflorescencias en racimos. Flores hermafroditas y zigomorfas. Frutos legumbres rojizas indehiscentes, de color rosado. (Reynel; Pennington, 2006).

### 2.2.2 DISTRIBUCIÓN

La “Tara” es una especie nativa del Perú. Crece en climas semitropicales y subtropicales de la costa, en las vertientes occidentales de los Andes y valles interandinos. En forma natural se presenta en lugares semiáridos, con un promedio de 230 a 500 mm de lluvia anual. (Red nacional para el desarrollo forestal Lima, 1996)

**Cuadro 1 . Requerimiento agroclimáticos de la especie**

<b>Zona de vida: (Holdridge)</b>	bosque seco Montano Bajo (bs – MB), matorral desértico Montano Bajo Tropical (md – MBT), Monte espinoso Premontano Tropical (mte – PT), matorral desértico Premontano Tropical (md – PMT)
<b>Clima</b>	Sub cálido seco a templado (temperatura entre 12 y 24 °C)
<b>Altitud</b>	Es estado natural: 500 a 3200 msnm. En plantaciones de 50 a 2800 msnm.
<b>Tipo de suelo</b>	Textura franco, franco arenoso, franco arcilloso, franco arcilloso limoso, arcilloso, laterítico, calcáreo, ligeramente ácido a ligeramente alcalino. En muchos casos suelos superficiales, pedregosos con buen drenaje. En la mayoría de los casos suelos marginales para la actividad agrícola
<b>pH en el suelo</b>	De 6 a 7.5
<b>Requerimientos de agua</b>	Precipitación: Desde los 400 mm hasta 1 100 mm
	Plantación: 4000 a 6000 m3/ha/año

*Fuente: Mancero, 2009; De la Cruz, 2004*

En términos edáficos, se conoce que la “Tara” es una especie poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, pues se desarrolla en suelos pedregosos y degradados, aunque en esas condiciones se reporta una baja producción; se desarrolla en forma óptima y con porte arbóreo robusto en suelos franco y franco arenosos (como los apreciados en terrenos aptos para el cultivos), de ligeramente ácidos a medianamente alcalinos. (Mancero, 2009)

De acuerdo a lo indicado por Barriga (2008), la “Tara” es una especie que presenta ventajas pues es plástica, se adapta a una variedad de climas y suelos; rústica por ser poco exigente en cuanto a calidad de suelos y es de uso múltiple (es fijadora de nitrógeno, los frutos y las semillas presenta múltiples usos industriales, es buena productora de polen y se puede emplear en asociaciones agroforestales). (Mancero, 2009).

En nuestro país se encuentra en casi toda la costa, desde Piura hasta Tacna, así como en algunos departamentos de la sierra. En la vertiente del pacífico se halla en los flancos occidentales, valles, laderas, riberas de los ríos y lomas, entre los 800 y 2 800 msnm; mientras que en los valles interandinos de la cuenca del Atlántico, se le encuentra entre los 1600 y 2800 msnm; llegando en algunos casos, como el valle de Apurímac, hasta los 3150 msnm. Además cabe recalcar que si bien las zonas de vida en las que predomina la “Tara” son el bosque seco Montano (bs –M) y bosque seco Pre Montano (bs –PM), su desarrollo se inicia a los 500 msnm, en las Asociaciones atmosféricas conocidas como Lomas y Oasis de Neblinas. (Red nacional para el desarrollo forestal Lima, 1996; Mancero, 2009).

En Perú se han reconocidos varios ecotipos o variedades de “Tara”, lo cual también depende de cada zona de producción natural. Las siguientes; son algunas de las variedades “Morocha”, “Almidón”, “Verde Esmeralda”, “Roja”, “Naranja”, “Amarilla” y “Blanca”.

Los departamentos de mayor producción son: Cajamarca (41 por ciento), Ayacucho (16 por ciento), La Libertad (13 por ciento), Huánuco (13 por ciento), también se reporta su presencia en Huancavelica, Apurímac y Ancash, habiendo nuevas iniciativas en Ica y Lambayeque. En lo que respecta al contenido de taninos, se puede apreciar que la mejor calidad se obtiene en el departamento de Ayacucho (60 -62 por ciento) a comparación de lo apreciado en Cajamarca (48 -52 por ciento) (Cabello, 2009).

## **2.3 CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LOS PLANTONES**

### **2.3.1 TRATAMIENTO PRE GERMINATIVO**

Como la semilla presenta una testa dura, para acelerar y uniformizar la germinación se debe realizar un tratamiento pre germinativo para la producción de plántulas. Uno de los tratamientos pregerminativos es la escarificación con agua fría. Este método consiste en sumergir a las semillas durante cierto periodo en un volumen de agua, el tiempo de inmersión varía con el tiempo de almacenamiento de las semillas que vayan a someterse al tratamiento, pero en todos los casos la proporción de agua a emplearse será de cinco veces la proporción de semillas (Mancero, 2009; Vigo-et.al., 2007).

También se puede realizar una escarificación mecánica limando la cáscara de la semilla o cortándola. Si se puede conseguir ácido sulfúrico, se aplica sumergiendo las semillas en solución del ácido al 5 por ciento por cinco, 10 ó 15 minutos. En este caso, se tienen que hacer pruebas con lotes pequeños de semillas hasta determinar el tiempo adecuado, lo que se comprueba con el cambio de coloración de la cáscara; generalmente este método se aplica a semillas con dos o más años de almacenamiento (Mancero, 2009).



### 2.3.2 ALMACIGADO

Se debe realizar en un sustrato liviano y con semillas previamente sometidas a un tratamiento pre germinativo. El sustrato puede ser suelo franco arenoso o también sustrato con 60 por ciento de arena y 40 por ciento de tierra negra, con un pH de 6,5, no debe ser alcalino ni salino. La siembra de la semilla se realiza a una profundidad de dos a tres cm. Después de la siembra las semillas deben cubrirse con arena y proteger las almacigueras de la incidencia directa de la luz para lo cual debe instalarse un tinglado por lo menos a 25 cm de la almaciguera para que se conserve la humedad y haya ventilación (Mancero, 2009).

### 2.3.3 REPIQUE

Se recomienda realizar el repique antes de que aparezca el segundo par de hojas (20 días o al mes de germinadas las semillas) porque la raíz de las plántulas tiene un rápido desarrollo longitudinal y al realizar el repique en una etapa posterior se atenta contra la supervivencia de los plantines. Las experiencias han mostrado que cuando el repique se realiza después del período mencionado, puede ocasionarse una mortandad superior al 80 por ciento (Mancero, 2009; Primo, 2004).

Sin embargo para la producción de plantas en vivero, la mejor alternativa es realizar la siembra directa en bolsas, debido al rápido crecimiento de la raíz principal utilizando los tratamientos pregerminativos mencionados (Primo, 2004).

### 2.3.4 CAMAS DE RECRÍA

Por lo general se emplean bolsas de 10x12 u 8x10 (el primer valor corresponde al diámetro y el último a la altura de la bolsa) con cuatro perforaciones en la parte inferior. El sustrato empleado consiste en una mezcla de tierra de chacra y arena en la proporción de 3:2; si se añade a la mezcla guano de corral descompuesto, la mezcla seguiría la proporción 3:2:1. Una vez que la mezcla se encuentre bien homogenizada, se debe proceder al llenado de las bolsas, apisonándolas para que tengan una buena consistencia.

Las bolsas llenas de sustrato deben colocarse en camas de siembra de 1x10 m, que deberán poseer un adecuado sombreado (pueden ser cubiertas con esteras o malla rachel). Previa la siembra y para facilitarla debe realizarse un riego pesado. Se deben sembrar dos semillas por

bolsa a una profundidad de dos a tres cm y se deben cubrir con una pequeña capa de arena o aserrín (BASFOR/ESFOR s.f. y Barriga s.f. citados por Mancero, 2009; SOLID OPD, 2010).

### 2.3.5 RIEGO

El volumen de agua a utilizar para el riego de las plantas, tanto en las camas de almacigo como en las de recría, varía de acuerdo; al clima, tamaño de camas, tipo de sustrato y la edad de las plantas. Su aplicación puede realizarse por aspersión o inundación.

En la primera etapa, almacigo después de la siembra, el riego debe hacerse controlando que el suelo se mantenga en capacidad de campo (diario), durante la etapa de almacigo, no es conveniente el riego en exceso (encharcado), porque en esta etapa la plántula es muy susceptible al ataque de enfermedades fungosas, principalmente “la chupadera” (causada por entre otras especies por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium sp.*), que se caracteriza por la aparición de manchas de color marrón en el cuello de la planta, para finalmente podrirse y causarle la muerte (Villanueva, 2007; Primo, 2004).

Después de la germinación, el riego se debe realizar interdiario y después del repique, posterior a la aparición del segundo par de hojas, debe efectuarse cada dos a tres días según el clima, pero el sustrato debe permanecer húmedo. Durante los dos últimos meses el riego se realiza cada 15 días para preparar poco a poco al plantón a las condiciones de campo definitivo (Red Nacional para el Desarrollo Forestal, 1996, Primo, 2004, SOLID OPD, 2010).

### 2.3.6 -LUZ-

Conforme crecen las plantas, se debe ir retirando la sombra, de modo que cuando los plantones presenten ocho hojas (incluyendo los cotiledones) ya no deben tener sombra. Antes de que alcancen este número de hojas es conveniente quitar la sombra por horas (Villanueva, 2007).}

### 2.3.7 TIEMPO EN VIVERO

Las experiencias de propagación de “Tara” mencionan que las plantas deben estar entre cuatro y seis meses en vivero (incluyen los 8 a 20 días en promedio que demora la germinación de las plántulas) para su posterior transporte al terreno definitivo al alcanzar la altura requerida: entre 30 y 40 cm. Sin embargo, el tiempo de producción depende de las condiciones climáticas a las que se encuentren sometidos los plantones, es así que la altitud es un factor a tomar en cuenta;

entre los 800-2500 msnm, el tiempo de producción es de 4 a 6 meses; mientras que entre los 2600-3000 msnm, el tiempo es de 5 - 10 meses. (SOLID OPD, 2010; Mancero, 2009; Primo, 2004; Red Nacional para el Desarrollo forestal, 1996).

### **2.3.8 LABORES CULTURALES**

Una de las principales actividades que debe contemplarse es la remoción de las bolsas al interior de las camas de recría por los menos una o dos veces cada dos meses, esto para evitar que las raíces salgan de la bolsa y penetren al suelo y de este modo controlar el crecimiento de la raíz y la lignificación o endurecimiento del tallo. Así mismo permite clasificar los plantones de acuerdo a su tamaño lo que a su vez permitirá una óptima utilización del riego y la luz y separar las bolsas con las plántulas que no desarrollaron o murieron (Vigo et.al., 2007; SOLID OPD, 2010; Red Nacional para el Desarrollo Forestal, 1996).

## **2.4 REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DE LA ESPECIE**

De acuerdo a lo indicado por Villanueva (2007), la aplicación de nutrientes durante el establecimiento de los plantones acelera el desarrollo de los mismos e incrementa la supervivencia al ser instalados en campo definitivo (debido al incremento del vigor).

Solid OPD (2010), indica que el abonamiento de inicio o fondo se realiza al momento de instalación de una plantación, este consiste en la incorporación de abono orgánico descompuesto (compost), que se mezcla con la primera capa de tierra. Se recomienda emplear tres palas de abono descompuesto o compost por plantón instalado.

Por otra parte, una vez instalados los plantones en campo, Mancero (2009), recomienda aplicar mínimo dos kilogramos de guano de corral descompuesto, compost o rastrojo de cosecha, o dos puñados de humus de lombriz por plantón. Inmediatamente después de la materia orgánica se coloca una mezcla de fertilizantes que consista en; 100 gramos de fósforo (equivalente 220 gramos de fosfato diamónico); 100 gr de potasio (equivalente a 167 gramos de cloruro de potasio) o de las fuentes comerciales que existan en cada zona por plantón.

En caso de realizarse siembra directa, a los seis meses se deben aplicar 50 g de nitrógeno por plantón (equivalentes a 110 g de fosfato de urea) y después de nueve meses nuevamente deben aplicarse 50 g de nitrógeno por plantón (equivalentes a 110 g de urea). En caso se instalen plantones, se deben aplicar 50 g de nitrógeno por plantón (equivalentes a 110 g de urea) y después de seis meses otros 50 g de nitrógeno por plantón (equivalente a 110 gramos de urea). (Mancero, 2009)

Cuando las plantas se encuentran en secano se recomienda abonar al inicio de las lluvias. La cantidad puede ser entre 15 a 20 kilogramos de compost y cuatro a seis kg de guano de isla por año; con tendencia a incrementar la cantidad de acuerdo a la fertilidad del suelo, edad y la producción de las plantas. (Solid OPD.2010)

Al primer año de plantada y en condiciones favorables, se debe alcanzar como mínimo un metro y 20 centímetros de altura e iniciar su producción al segundo año. De ser necesario, es conveniente aplicar de vez en cuando (de preferencia al inicio de la temporada de lluvias o antes de éstas si se tiene riego), una fertilización foliar, cuando la planta este pequeña (hasta los dos años) con BAYFOLAN y/o NITROFOSKA, y una fertilización y aplicación.

La recomendación mínima es de 10 kg de materia orgánica descompuesta (guano de corral + humus de lombriz); 100 g de nitrógeno (equivalentes a 170 g de urea); 300 g de fósforo (equivalentes a 650 g de fosfato diamónico) y 200 g de potasio (equivalentes a 400 gramos de cloruro de potasio); una mejor formulación se obtendrá de los análisis del suelo. (Mancero, 2009)

Una buena práctica también es hacer una remoción superficial del suelo bajo toda el área de la copa del árbol. Se debe considerar una fertilización con NPK, en menor porcentaje de nitrógeno porque la "Tara" lo fija con bacterias nitrificantes; la fertilización debe ser partida al inicio de la temporada de lluvias y a la mitad de la temporada de lluvias. Mancero, 2009)

Cuando la planta tenga mayor edad en algunas plantaciones con escaso contenido de nutrientes y en suelos marginales se aplica N-P-K (36-92-60 g/planta) con 200 g de Fosfato diamónico y 100 g de cloruro de potasio, distribuido en cuatro hoyos alrededor de la planta, y se añade mínimo 10 kg de materia orgánica descompuesta compost/ planta/campaña (dos campañas al año). (Mancero, 2009)

Por otra parte, los requerimientos anuales por árbol de los tres elementos principales; nitrógeno, potasio y fósforo superan los 90, 90 y 75 g/ árbol respectivamente, a partir del cuarto año del cultivo (en el cual alcanza su nivel óptimo de producción). (Villanueva, 2007).

## **2.5 ABONOS ORGÁNICOS**

### **2.5.1 DEFINICIÓN**

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos degradados al máximo de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra. (FONAG, 2010; Enriquez, 2009)

Estos pueden consistir en residuos de cultivos; cultivos para abonos verdes (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados, bioles, entre otros. (Trinidad, s.f.)

Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición contribuyen con la formación de humus y enriquecen al suelo con este componente además modifican algunas de las propiedades y características del suelo.

Entre dichas características se pueden mencionar, la reacción (pH), cargas variables, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana que aporta al sustrato contribuyen, haciéndolo más propio para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos. (Trinidad s.f.)

### **2.5.2 BENEFICIOS DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS**

Vivanco (2003) citado por Segura (2006), FAO (2002), Silva (s.f.), Trinidad (s.f.) y Félix et.al. (2008) indican que los beneficios generados por este tipo de abonos son los siguientes:

- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes minerales necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno, entre otros.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia, al mejorar la estructura del suelo y facilitar la formación de agregados estables.
- A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
- Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- En la mayoría de casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre partículas del suelo, así como las sustancias segregadas por dichos organismos como los mucílagos liberados por bacterias entre otros.
- Puede incrementar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. Desde 20 por ciento al 70 por ciento de la CIC de los suelos es generada por la presencia de materia orgánica
- Pueden prevenir y controlar la presencia y severidad de las enfermedades del suelo mediante el incremento de la capacidad biológica del suelo para amortiguar patógenos y el incremento de la capacidad de los hospedantes para provocar el rechazo de los patógenos, principalmente.

- Al aplicar materiales orgánicos (estiércoles, bioles, abonos verdes, etc.) al suelo, se promueve el crecimiento de raíces y la absorción de nutrimentos con repercusión en el rendimiento.

### 2.5.3 TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

#### A) *ABONO ORGÁNICO FERMENTADO BOCASHI*

Es un abono orgánico fermentado, producto del proceso de degradación anaeróbica o aeróbica de materiales de origen animal y vegetal, el cual es más acelerado que el compostaje, permitiendo obtener el producto final de forma más rápida. (Arias 2001, citado por FONAG, 2010)

El principal uso que se le da al bocashi es para el mejoramiento del suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y la cantidad de materia orgánica. (Shintani; et al. 2000 citado por FONAG, 2010)

#### B) *HUMUS*

El humus o lombricompost es un producto granulado, oscuro, liviano e inodoro, rico en enzimas y sustancias hormonales; posee un alto contenido de microorganismos, lo que lo hace superior a cualquier otro tipo de fertilizante orgánico conocido. (FONAG, 2010)

#### C) *ESTIÉRCOL*

Los estiércoles son los excrementos sólidos y líquidos de los animales, mezclados con los residuos vegetales que se han utilizado como cama. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica y, por tanto, la fertilidad y la productividad del suelo. (Brechelt, 2004)

#### D) *BIOL*

El biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido al contenido de fitoreguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas, mejora la floración, activa el

vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultaran en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal. (SISTEMA BIOBOLSA, s.f.)

#### *E) COMPOST*

En un fertilizante orgánico que suministra los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, no tiene efectos negativos para los seres humanos, animales, medio ambiente y es prácticamente imposible sobre dosificarlo. (Brechelt, 2004)

Según el procedimiento y la composición del material empleado para su elaboración, varía la estructura interna del compost y esto influye en el proceso de descomposición. La riqueza en nutrientes del compost depende también del contenido de nutrientes de la materia prima. (Brechelt, 2004)

#### *F) MULCH*

El mulch es una tecnología, en la cual se coloca material orgánico encima de la superficie de la tierra, influyendo sus características físicas, químicas y biológicas para mejorar la productividad del sustrato. Este abono no puede aumentar significativamente los nutrientes en el suelo de forma inmediata, pero su incorporación requiere poco trabajo y una capa de bastante material evita el crecimiento de malas hierbas y casi totalmente la erosión, fomenta la fauna y mantiene la humedad en el suelo. (Brechelt, 2004)

#### *G) ABONOS VERDES*

Los abonos verdes se definen como cultivos de cobertura. La finalidad es incorporarlos después de un cierto tiempo al suelo y así devolverle los nutrientes absorbidos. Generalmente se siembran sólo leguminosas o en combinación con cereales, las cuales son cortadas en la época de la floración e incorporadas al suelo. Debido a la fijación de nitrógeno de la atmósfera por las leguminosas, este método enriquece el suelo con nitrógeno y carbono, y también mejora sus propiedades físicas y biológicas, dando como resultado una mejor estructura del suelo. (Brechelt, 2004)



## 2.6 BIOFERTILIZANTES

### 2.6.1 DEFINICIÓN

Son productos formulados con base a uno o varios microorganismos benéficos (bacterias y hongos), que viven asociados o en simbiosis con las plantas y ayudan a su proceso natural de nutrición al proveer o mejorar la solubilidad y disponibilidad de nutrientes, además de ser regeneradores de suelo. Estos microorganismos se encuentran de forma natural en suelos que no han sido afectados por el uso excesivo de fertilizantes químicos u otros agroquímicos, que disminuyen o eliminan dicha población. (Morales. s.f.; Acuña,s.f.)

Martínez-Viera et.al. (2010), indica que los biofertilizantes y bioestimuladores se elaboran en función a microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas. Al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de los nutrientes que necesitan para su desarrollo así como suministrar sustancias hormonales promotoras del crecimiento.

Estos productos no contaminan ni degradan la capacidad productiva del suelo, por el contrario, son regeneradores de la población microbiana; asimismo presentan una función protectora del sistema radicular de la planta contra microorganismos patógenos. Por otro lado, se debe enfatizar que los efectos de los biofertilizantes en el desarrollo radicular, mayor solubilidad y conductividad de nutrientes, se traducen en un mayor aprovechamiento de la humedad del suelo y, por lo tanto, en el uso más racional del agua y una mayor resistencia a la sequía. (Morales. s.f.)

Por otra parte, diferentes autores han hecho incapié en la formulación de biofertilizantes elaborados a partir de cepas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV), las cuales representan una amplia variedad de bacterias del suelo, que cuando crecen en asociación con las plantas estimulan su crecimiento y desarrollo. (Grageda-Cabrera et. al. 2012)

Existen una gran variedad de biofertilizantes elaborados con base en microorganismos como bacterias y hongos, con diversas funciones y atendiendo a tipo de cultivos específicos. Así, los

biofertilizantes más difundidos se basan en hongos micorrícicos y bacterias de los géneros *Azospirillum* y *Rhizobium*. (Brechelt, 2004).

Bashan (2008) citado por Grageda-Cabrera et. al. (2012), indica que la producción de biofertilizantes es una práctica adoptada en países desarrollados e incluye además a los géneros *Azospirillum*, *Azobacter*, *Pseudomonas* y género que actúan como agentes de biocontrol como *Trichoderma*.

### 2.6.2 PRINCIPALES EFECTOS DE LOS BIOFERTILIZANTES

Una vez incorporados al suelo se aceleraran todos los procesos microbianos y aumenta la cantidad de nutrientes asimilables por la planta, así como sustancias generadas por los microorganismos y otros relacionados.

Una biofertilización correcta, ayuda a una fertilización tradicional, reduciendo el uso de energía de la planta a la hora de absorber los distintos nutrientes, disminuye la degradación del agroecosistema y reduce la pérdida de nutrientes del suelo por lixiviados, sobre todo de nitrógeno. (Infoagro, 2009)

#### A) *EN EL PH*

Toda materia orgánica al ser incorporada al suelo, sufre un proceso de descomposición, formando ácidos orgánicos e inorgánicos por lo tanto tienden a acidificar el medio, bajando el pH del suelo (Cabezas, 2001).

Tisdale y Nelson (1998) citado por Ayala (2014), afirman que el carbono, nitrógeno, azufre y fósforo que se libera en forma de ácidos durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, realizan una acción disolvente sobre los minerales del suelo, liberando de éste modo nuevas cantidad de elementos nutritivos al suelo.

#### B) *EN LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO*

La materia orgánica al transformarse en humus, aumenta la capacidad de cambio de iones al suelo y con la arcilla, constituye la parte activa del complejo adsorbente regulador de la nutrición de la planta, incrementando la fertilidad potencial del suelo, donde suelos con alto contenido de materia orgánica tiene mayor capacidad de adsorción catiónica que aquellos con

bajo contenido de materia orgánica, además actúa protegiendo a los macro y micronutrientes de la lixiviación (Núñez, 1965).

### *C) FITOREGULADORES Y FITOESTIMULANTES*

Barrio (2001) citado por Ayala (2014), afirma que en los últimos años se observa en el mercado de insumos agrícolas una oferta creciente de productos a base de micronutrientes y sustancias orgánicas como alternativas para mejorar los rendimientos de los cultivos, sin embargo su uso es limitado debido a que generalmente son muy caros o se requiere aplicarlos en grandes cantidades para poder observar sus efectos.

Por otro lado, los bioles son una rica fuente no sólo de nutrientes sino también de hormonas y diferentes sustancias orgánicas provenientes de la fracción húmica de la materia orgánica descompuesta, y debido a la facilidad para su elaboración y sus costos bajos en la producción comercial, representan una alternativa interesante para la obtención de micronutrientes como hormonas y vitaminas que se usan sobre todo en la agricultura de gran escala y altos insumos.

Entre los principales fitoreguladores y sustancias orgánicas relacionadas con la producción de las plantas, se pueden mencionar:

- Los fitoreguladores: Son sustancias elaboradas en base a hormonas vegetales naturales o de bioactivos sintéticos, que al ser aplicados a los cultivos en pequeñas dosis; regulan, estimulan o detienen el crecimiento de las plantas (Suquilanda, 1995).
- Las auxinas: Se originan en el ápice del tallo y en los tejidos jóvenes y se mueve principalmente hacia abajo en el tallo. Sus actividades incluyen: la formación de órganos, organización de tejidos, alargamiento celular, síntesis de ARN y de las proteínas, entre otros. Las auxinas se utilizan para mejorar el enraizamiento, aumentar el rendimiento del fruto, y para la inducción de la partenocarpia, etc. (Bidwell, 1993; Pedraza, et.al. 2010).
- Las Giberelinas: Se sintetiza en muchas partes de las plantas pero especialmente en las áreas de activo crecimiento como los embriones o tejido meristemático. Además se mueven en forma pasiva con la corriente de transporte por el xilema o floema. Sus

principales acciones son: el alargamiento celular, división celular, inducción de enzimas, entre otras (Bidwell, 1993).

- Las Citoquininas: Se forman en las raíces y se transportan a las hojas y tallos, a pesar de que no se mueven en la planta con tanta facilidad como la giberelina o auxinas, sus efectos son: división celular, alargamiento celular, formación de órganos, etc. (Bidwell, 1993).

En lo que respecta a los medios por los cuales las BPCV pueden mejorar el estado nutricional de las plantas son: a. fijación biológica de N<sub>2</sub>, b. producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias, c. disponibilidad de nutrimentos en la rizosfera, d. incremento en el área superficial de la raíz y e. control de microorganismos patógenicos (Lugtenberg y Kamilova, 2009 citados por Grageda-Cabrera et. al. 2012).

Estos efectos son especialmente significativos en los estadios iniciales del desarrollo vegetal ya que son los más vulnerables para el establecimiento de las plántulas. Cuanto menor sea el período transcurrido entre la imbibición y la emergencia de la plántula, mayores serán las posibilidades de supervivencia que tendrá la misma (Barassi et al., 2008 citado por Pedraza, et.al. 2010).

#### *D) CONTROL DE ORGANISMOS PATÓGENOS*

Hongos y bacterias de la rizosfera pueden producir sustancias aleloquímicas o antibióticos que impiden el desarrollo de enfermedades causadas por patógenos edáficos en las plantas. Así mismo se genera la estimulación del sistema de defensa de las plantas. La resistencia inducida es de amplio espectro y puede ser de largo duración, sin embargo en rara proporción controla por completo la enfermedad. (Cano, 2011)

#### *E) CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL NITRÓGENO*

Guerrero (1990) citado por Segura (2006). El nitrógeno se encuentra en el suelo en forma orgánica y en forma mineral. En forma orgánica se encuentra formando humus que contiene alrededor de 4 por ciento del nitrógeno. El humus se mineraliza progresivamente por la acción de los microorganismos del suelo en una proporción del 1 al 4 por ciento anual, esto dependerá

de las condiciones climáticas y otros factores, convirtiéndose entonces en Nitrógeno mineral, primero en forma amoniacal (amonificación) y luego en forma nítrica (nitrificación).

Comúnmente el nitrógeno orgánico representa entre el 85 por ciento y 95 por ciento del nitrógeno total. Los compuestos nitrogenados que se acumulan en los suelos, en forma de restos de animales y vegetales tienen en su mayoría naturaleza proteica (proteínas, ácidos nucleicos, quitina y peptidoglucanos. Así entre el 20 y 40 por ciento de nitrógeno en los suelos se presenta en forma de aminoácidos. (Fassbender et.al. 1987 y Coyre, 2000)

De esta manera, la mineralización del nitrógeno y por ende su conversión a formas inorgánicas disponibles para las plantas, consiste en un conjunto de procesos de transformación a través de los cuales los componentes nitrogenados orgánicos, de residuos orgánicos o materia orgánica, se transforman en formas inorgánicas nitrogenadas tales como  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ , y  $\text{NO}_3^-$ . (Fassbender et.al. 1987).

Mediante la amonificación las macromoléculas de las proteínas y los ácidos nucleicos son despolimerizados por la acción de las enzimas proteolíticas, en peptonas y polipéptidos por la acción de las enzimas proteolíticas, los cuales se descomponen en aminoácidos. (Fassbender et.al. 1987)

Entre las bacterias aeróbicas que participan en esta primera fase de la amonificación se encuentran: *Bacillus Subtilis*, *B. cereus*, *B. mesentericus*, *B. megaterium* y *Pseudomonas sp.*, y entre las anaeróbicas: *Clostridium putrificum*, *C. sporogenes* y *C.tetani*. (Fassbender et.al. 1987). Entre los hongos participan: *Cephalothecium roseum*, *Trichoderma köningi*, *Aspergillus so.* , y *Penicillium sp.* (Fassbender et.al. 1987)

Los aminoácidos resultantes de la amonificación pueden ser: Metabolizados por los microorganismos (inmovilizados), inmovilizados en las capas intermedias de la arcilla, incorporados en la fracción de humus, reaccionar con la materia orgánica, utilizados por las plantas y seguir siendo mineralizados hasta amonio mediante el proceso de nitrificación. En este último proceso participa nuevamente una serie de microorganismos como *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp.*, *Clostridium*, *Esclerichia* y *Streptococcus*. (Fassbender et.al. 1987;Coyre, 2000)

La nitrificación es la oxidación microbiana del  $\text{NH}_4^-$  en  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NO}_3^-$ . Así mismo la nitrificación quimioautotrófica es exclusivamente bacteriana y es llevada a cabo por un grupo selecto de bacterias y consiste en el proceso predominante en los suelos neutros y alcalinos y se realiza a mayor velocidad que la heterotrófica. (Coyre, 2000)

La transformación a nitritos es realizada por bacterias de los grupos Nitrosomas, Nitrososoccus, Nitrosospira y Nitrosoglea. La transformación a nitratos es realizado por bacterias como Nitrobacter y Nitrocystis. (Fassbender et.al. 1987). Sin embargo la nitrificación quimioautotrófica es exclusivamente bacteriana y es llevada a cabo por un grupo selecto de bacterias a una velocidad mucho mayor que la nitrificación heterotrófica llevada a cabo por hongos y algunas bacterias. (Coyre,2000)

La denitrificación del sustrato agrupa una serie de procesos biológicos o abiologicos que conducen a la reducción de nitratos, o que produce pérdidas de nitrógeno presente.

La denitrificación biológica es producida por microorganismos denitrificantes heterotróficos. Asi se han registrado 21 géneros de bacterias denitrificantes, entre las cuales se pueden mencionar: Pseudomonas sp (el más importante es P. denitrificans), Xanthomonas sp., Achromobacter sp., Bacterium sp. y Bacillus sp., y algunos microorganismos autótrofos como Micrococcus denitrificans y Thiobacillus como Micrococcus denitrificans y Thiobacillus denitrificans. (Fassbender et.al. 1987)

La velocidad de denitrificación biológica depende de las condiciones edafológicas. Esta ocurre cuando el  $\text{O}_2$  es limitante y en condiciones de alta humedad cerca a la capacidad de campo). En lo que respecta al pH, la denitrificación es mínima en valores cercanos a 4,8 y aumenta paulatinamente para llegar a su grado máximo en valores entre 8,0 y 8,6 de pH. (Fassbender et.al. 1987)

#### *F) CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL FÓSFORO*

El fósforo en los sustratos es un elemento estable y de baja solubilidad, lo que en ocasiones genera deficiencias en la disponibilidad del elemento para las plantas a pesar de la continua mineralización de este a partir de compuestos orgánicos del suelo. (Fassbender et.al. 1987)

Jaramillo (2002) indica que en el ciclo del fósforo hay algunos microorganismos, principalmente hongos y bacterias que son capaces de solubilizar compuestos insolubles de fósforo. Alexander (1981) indica que en el caso del fósforo inorgánico, las bacterias capaces de solubilizar estos compuestos se encuentran en mayor cantidad en la superficie de las raíces. Los géneros principales dedicados a esta labor son *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Penicillium*, *Aclerotium* y *Aspergillus*. (Coyre, 2000)

Alexander (1981) menciona que estos géneros crecen en medio con  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , apatita o materiales insolubles semejantes de los cuales asimilan el elemento y los solubilizan liberando cantidades superiores a su propia demanda nutricional. De esta forma las plantas absorben el fósforo en forma de ácido fosfórico, el cual es utilizado como una fuente de energía para todos los procesos bioquímicos. (Fassbender et.al. 1987).

El principal mecanismo microbiológico por el cual los compuestos insolubles de fósforo son movilizados es la producción de ácidos orgánicos los cuales reaccionan con el fosfato mineral y generan fosfato soluble. (Alexander, 1981)

La mineralización e inmovilización de este elemento está relacionadas con las reacciones análogas a las del nitrógeno. La liberación de fosfato es más rápida bajo condiciones que favorecen la amonificación. Las especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Cunninghamella*, *Arthobacter*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* y *Bacillus* se indican como microorganismos encargados de la mineralización. (Alexander, 1981 y Coyre, 2000)

#### *G) CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL POTASIO*

En el suelo, una parte de este elemento es soluble y otra se encuentra combinada con la estructura de varios minerales (biotita, moscovita, microclino entre otros) donde no es intercambiable. Sin embargo puede solubilizarse por acción de los ácidos orgánicos e inorgánicos liberados por los microorganismos. Las especies de bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* y los géneros de los hongos *Aspergillus*, *Mucor* y *Penicillium* son los encargados de esta acción. (Alexander, 1981)

El potasio en la solución del suelo es directamente disponible por la planta, y en condiciones específicas puede ser percolado, lo que puede generar una pérdida de K en el suelo. La cantidad

de potasio percolado depende del contenido en el sustrato, intensidad del riego y la cobertura vegetal. (Fassbender et.al. 1987).

#### *H) PRODUCCIÓN DE SIDERÓFOROS*

Los microorganismos de la rizosfera pueden afectar la nutrición mineral de las plantas en forma desfavorable cuando compiten por nutrientes, cuando inmovilizan los nutrientes minerales o cuando consumen los solutos orgánicos que las raíces liberan para movilizar nutrientes solubles escasos en la solución del suelo (Wirén et al., 1993 citado por Loredó-Osti, et.al. 2004).

En relación con las bacterias promotoras del crecimiento, los efectos son favorables, debido a que algunas de ellas tienen la capacidad de producir compuestos quelatados que incrementan la solubilidad del Fe en la rizosfera. Estos compuestos son denominados Sideróforos. (Crowley et al., 1988 citado por Loredó-Osti, et.al. 2004).

Los sideróforos son compuestos de bajo peso molecular con alta afinidad por el hierro ( $Fe^{3+}$ ); también pueden tener afinidad por el manganeso y molibdeno; secretados por las raíces de las plantas y las bacterias que actúan capturando elementos, como el hierro. Su producción ha sido asociada con diversas bacterias libres, especialmente del grupo de las Pseudomonas (Loredó-Osti, et.al. 2004; Armenta, 2010).

Las plantas y los microorganismos incrementan la liberación de exudados en la rizosfera, en especial ácidos orgánicos, en condiciones de estrés. Un ejemplo de lo anterior es la liberación de ácidos orgánicos en respuesta a una deficiencia de hierro (Jones et al., 1996). Este hecho afecta la distribución de bacterias en las zonas de la raíz en función del estado nutricional del hierro en las plantas (Yang y Crowley, 2000 citado por Loredó-Osti, et.al. 2004).

#### 2.6.3 BENEFICIOS DE LOS BIOFERTILIZANTES

Los microorganismos mediante su actividad propician efectos en la estimulación del crecimiento y desarrollo por su asociación libre o simbiótica, así como protección contra microorganismos patógenos. (Hiltner 1904, citado por Alarcón 2000)



Alarcón (2000), menciona que la importancia de la aplicación de biofertilizantes no solo radica en los beneficios observados en el crecimiento vegetal, sino que también pueden ser elementos importantes en la actividad de los agroecosistemas y del ambiente, ya que su aplicación influye directamente en la disminución de la aplicación de pesticidas que participan como agentes de la contaminación.

Por otra parte, Cervantes. (2009), indica que las enmiendas húmicas favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo de cultivo. El desarrollo radicular, de la planta con aporte de enmiendas húmicas es enorme, y esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos, y esto se traduce en mayor producción.

Entre otras funciones de los microorganismos del suelo se pueden mencionar; fomentar la estabilidad de los agregados de los suelos cultivables, reciclaje de los residuos orgánicos, producción de sustancias beneficiosas en la zona rizosférica de las plantas, fijación de nitrógeno atmosférico, transformación del fósforo del suelo, control de microorganismos dañinos y como materia prima para la obtención de productos naturales (Dibut, et.al. 2006).

Mejoran la estructura del suelo por su contribución a la formación de agregados estables y actúan como mejoradores ecofisiológicos por incrementar la resistencia al estrés tanto biótico como abiótico (Bowen y Rovira, 1999 citados por Grageda-Cabrera et. al. 2012)

De-Bashan et.al. (2007), indica que los efectos positivos de la inoculación se reflejan en diversos parámetros morfológicos de la raíz. Entre estos se pueden mencionar; el incremento en la longitud (particularmente en la zona de elongación), en el número y longitud de las raíces laterales, lo cual incrementa el volumen, incremento en el peso seco de la raíz, en el número, densidad y aparición temprana de pelos radiculares, en el área de superficie radicular, cambios en los arreglos celulares de la corteza, estimulación de la exudación radicular y cambios en la morfología externa de las raíces.

## 2.7 TIPOS DE BIOFERTILIZANTES

### 2.7.1 BACTERIAS LÁCTICAS

Es un grupo muy heterogéneo de bacterias Gram + que tienen en común la capacidad de producir ácido láctico por fermentación de azúcares. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos y acelera la rápida descomposición de la materia orgánica. Así mismo, aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. (Ramírez, 2006)

La fermentación es el proceso del cual dependen como única forma de generación de energía. Por ende presentan limitada capacidad biosintética, por lo que requieren de factores de crecimiento complejos como vitaminas del grupo B, purinas, pirimidinas y aminoácidos. Crecen en presencia o ausencia de O<sub>2</sub>, poseen gran tolerancia a la acidez y viven en ambientes asociados a plantas y tracto intestinal (principalmente) (Universidad de la Pampa s.f.)

Debido a la fermentación láctica se forman microorganismos como:

#### A) *BACTERIAS LÁCTICAS*

Este grupo reúne un número de géneros que se caracteriza por su capacidad de fermentar los glúcidos produciendo ácidos lácticos, estas bacterias se agrupan por las siguientes características (Madigan, 2004):

Su capacidad de biosíntesis es débil lo que explica su poli auxotropía para diversos aminoácidos, bases nitrogenadas, vitaminas y ácidos grasos. Pero también presenta poli auxotropía en su metabolismo fermentativo al ser incapaces de sintetizar el núcleo hemo de las porfirinas al estar normalmente desprovistas de citocromo y en consecuencia son incapaces de realizar cualquier respiración aeróbica o anaeróbica.

Son bacterias anaerobias facultativas micro aerófilas, únicamente capaces de fermentar en anaerobiosis.

Los principales géneros de estas bacterias son *Streptococcus* sp., *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* y presentan fermentación homoláctica mientras que la

especies del género *Bifidobacterium* realizan fermentación acética y láctica (Leveau et al., 2000).

## *B) LOS LACTOBACILOS*

Debido a la variedad del género *Lactobacillus*, las especies están presentes en medios muy diferentes. Los mesófilos (*Lactobacillus casei*, subespecie *casei*, *L. planctarum*, *L. curvatus*, *L. brevis*), se caracterizan por un amplio espectro de fermentación y están presentes en la leche, en quesos, en leches fermentadas, vegetales fermentados, los productos de panificación, carnes frescas o fermentadas, los salchichones y el tubo digestivo del hombre y de los animales. (Bossio, 2004)

### 2.7.2 MICROORGANISMOS EFICACES (EM)

Es un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos benévolos que coexisten en un medio líquido. Estos microorganismos efectivos, al entrar en contacto con materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes lo que a su vez cambia la micro y macro fauna del suelo o sustrato y mejora el equilibrio natural. (EM™ Research Organization, 2013; Ramírez, 2006)

Los grupos básicos que conforman este cultivo pertenecen a tres géneros principalmente: Bacterias lácticas, bacterias fototróficas (proporcionan oxígeno) y Levaduras. Estos microorganismos secretan sustancias benéficas y su efecto se multiplica con las sinergias establecidas entre los mismos. (Ramírez, 2006)

#### *A) LOS MICROORGANISMOS DEL EM*

##### *a) Bacterias ácido lácticas*

Producen ácido láctico a partir de azúcares que son sintetizados por las bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico puede suprimir microorganismos nocivos como el *Fusarium* sp. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca. Las especies principales son *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, y *Streptococcus lactics*. (Ramírez, 2006)

b) *Levaduras*

Degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de EM, así como de plantas superiores.

Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias bioactivas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las producidas por las raíces de la planta y provenientes de la materia orgánica. Las sustancias bioactivas, incrementan la actividad celular y el número de raíces. Las especies más abundantes son *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* (Ramírez, 2006)

c) *Bacterias fotosintéticas*

Pueden fijar el nitrógeno atmosférico y el bióxido de carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, también sintetizan sustancias bioactivas. Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos durante todo el día. Las especies más abundantes son *Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*. (Ramírez, 2006)

d) *Actinomicetos*

Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas. Las especies más abundantes son *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*. (Ramírez, 2006)

e) *Hongos de fermentación*

Actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esterres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización (eliminación de los compuestos que generan malos olores) y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos. Las especies más abundantes son *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. (Ramírez, 2006)

### 2.7.3 BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO

Las rizobacterias promotoras de crecimiento (PGPR) son, como su nombre lo indica, bacterias de vida libre o simbiótica que mediante algunos mecanismos benefician a las plantas en diferentes aspectos como el incremento de la germinación, colonización de raíces, estimulación del crecimiento de las plantas, control biológico, inducción de la resistencia a patógenos, producción de fitohormonas y mejoramiento en la asimilación de agua y nutrientes. Algunos de estos microorganismos pueden ser utilizados en la agricultura y la horticultura para proteger a las plantas de las enfermedades, mejorar su rendimiento sobretodo en condiciones de estrés generando una mayor producción de estas.

Algunos microorganismos del suelo: *Azospirillum* sp., *Enterobacter* sp., *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Klebsiella* sp., *Alcaligenes faecalis*, *Serratia* sp., cianobacterias y bacterias que oxidan el azufre han sido reportadas como aquellas que fomentan el crecimiento de las plantas, ya que ellas promueven el crecimiento de las raíces secundarias, y actúan como protectores en contra de microorganismos fitopatógenos mediante la liberación de hormonas y sideróforos (Ogata, 2006)

## 2.8 FACTORES QUE CONTROLAN EL DESARROLLO DE MICROORGANISMOS

La eficiencia de la simbiosis depende de los microorganismos, la planta hospedadora y las condiciones ambientales (Hardarson, 1993; Okon y Kapulnik, 1986; Kiely et al, 2006 citados por Grageda-Cabrera, 2012).

Los principales factores abióticos que influyen sobre la supervivencia de los microorganismos en el suelo cuando éstos son inoculados son; la humedad del suelo, el régimen de temperatura, el pH, la textura, el O<sub>2</sub> y la disponibilidad de nutrimentos (Davies y Whitbread, 1989 citados por Loredó-Osti et.al., 2004).

Dentro de los factores bióticos se encuentran: la predación por protozoarios, el antagonismo microbiano y la competencia y el estado fisiológico en el que se introduce la bacteria cuando se presentan condiciones de estrés como sequía o ausencia de nutrimentos. Con respecto a esto último, algunas bacterias de vida libre forman estructuras de resistencia por ejemplo: el género

Bacillus forma esporas, Azotobacter, Derris y Azomonas tienen la capacidad de enquistarse, y en el caso del género Azospirillum se ha encontrado que forman estructuras similares a un quiste, que permite que esta bacteria se encapsule y sobreviva en condiciones de desecamiento y de altas temperaturas (Elmerich et al., 1992 citado por Loredó-Ostí et al., 2004).

### 2.8.1 LA PLANTA HOSPEDERA Y LA RIZOSFERA (FACTORES BIÓTICOS)

Se define como volumen de suelo influenciado por la presencia de raíces de una planta viva, cuya extensión puede variar de acuerdo al tipo de suelo, la especie de planta, su edad y otros factores. (Jaramillo, 2002; Pedraza et al., 2010; Ogata, 2006)

Ogata (2006) indica que las raíces de las plantas liberan gran cantidad de exudados que representan más del 10 – 20 por ciento de sus fotosintatos, lo que permite una estimulación significativa de la densidad y actividad microbiana y genera constante dinámica. Así mismo Lee y Pankhurst (1992) citados por Jaramillo (2002), indican que si se consideran las raíces muertas, las raíces pueden aportar 30 o 40 por ciento de las entradas de materia orgánica al suelo dispuestas directamente a la rizosfera.

Estos compuestos vegetales constituyen la principal fuente de energía y carbono para los microorganismos del suelo. Los hongos, actinomicetos y muchas bacterias son capaces de producir enzimas extracelulares que hidrolizan polímeros y dan lugar a compuestos más sencillos que pueden ser utilizados por ellos y otros microorganismos que no posean la capacidad celulolítica o proteolítica. De esta manera se expande el uso de los compuestos carbonados a un grupo más amplio de organismos del suelo (Pedraza, et al. 2010)

Pritchett (1991) citado por Jaramillo (2002), indica que el proceso de respiración de la raíz puede aumentar la acidez de la rizosfera y acelerar así la solubilización de compuestos inorgánicos poco solubles, aumentando su disponibilidad, como en el caso del fósforo, potasio, magnesio y calcio.

Así mismo Pedraza et al. (2010), indica que los productos resultantes de la degradación aerobia de compuestos carbonados son los compuestos reducidos del carbono, como alcoholes y ácidos.

Así Bowen (1993), Rovira et.al. (1979) citados por Jaramillo (2002) indican que las sustancias que escapan de las raíces a la rizosfera son las siguientes:

*A) EXUDADOS*

Materiales que salen pasivamente (sin gasto de energía) de las células jóvenes e intactas de la raíz; tiene bajo peso molecular, son una fuente inmediata de energía para los microorganismos e incluyen azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos, entre otros compuestos. Las proporciones en que se presenten los diferentes compuestos dependen de la composición del citoplasma.

*B) SECRECIONES*

Son compuestos de alto peso molecular expulsados activamente por las células jóvenes e intactas de la raíz (polisacáridos generalmente). Estos al mezclarse con polisacáridos de origen bacterial recubren la raíz con un mucílago que se conoce como mucigel.

*C) LISATOS*

Compuestos orgánicos liberados al suelo por la destrucción de las células envejecidas. La magnitud de su aporte se incrementa a medida que se incrementa la edad de las células radiculares.

Debido a la variedad de sustancias que se pueden producir en la rizosfera, algunas poblaciones son más favorecidas que otras, debido al nivel de adecuación de su metabolismo a la composición de los exudados. Así se aprecia que la estructura y la diversidad de las poblaciones microbianas en la rizosfera difieren significativamente de las del suelo.

Estas variaciones cuantitativas y cualitativas de la microflora del suelo son descritas como los efectos de la rizosfera, los cuales varían de acuerdo a los exudados radiculares, el estado de desarrollo de la planta y la posición del sistema radicular. Estas interacciones no afectan solo a los microorganismos, sino también afecta el crecimiento y la salud de las plantas. (Ogata, 2006)

Loredo-Osti, et.al. (2004), indica que en relación con el desarrollo de la raíz, el éxito en la introducción de bacterias promotoras de crecimiento depende de su establecimiento y persistencia a lo largo de la estación de crecimiento de la raíz. La persistencia es difícil cuando

la estación de crecimiento es larga, por la dificultad que representa su distribución uniforme a través del suelo (Schippers et al., 1987 citado por Loredó-Ostí et al., 2004). El crecimiento y desarrollo del sistema radical afecta significativamente a las poblaciones bacterianas del suelo por la disponibilidad de una fuente de carbono, derivada de compuestos orgánicos liberados por la raíz y la disponibilidad de oxígeno, en el caso de los organismos aeróbicos. (Bowen y Rovira, 1999 citado por Loredó-Ostí et al., 2004).

Los microorganismos involucrados en la asociación pueden influenciar el grado de efectividad. Otra característica importante de los inoculantes es su capacidad para sobrevivir en el soporte y en el suelo, para colonizar la rizosfera y para migrar en el suelo, ya que en algunas ocasiones hay una gran cantidad de cepas nativas que son inefectivas. También, los cultivares de las plantas hospedadoras y las condiciones de producción varían grandemente en términos de efectividad de la simbiosis (Khalid et al., 2004; Peña-Cabriales et al., 1993 citados por Grageda-Cabrera, 2012).

Sin embargo, la presencia de los microorganismos en el suelo no indica que participen activamente en la dinámica de los elementos, ya que su contribución depende de su estado fisiológico, su actividad enzimática y la concentración y disponibilidad de los compuestos a utilizar. Esta actividad metabólica depende a su vez de las condiciones circundantes, determinadas por las propiedades fisicoquímicas del suelo y por los otros organismos que comparten el hábitat. (Pedraza, et al., 2010)

#### 2.8.2 CONDICIONES AMBIENTALES

Grageda-Cabrera (2012), indica que entre los factores agronómicos y ambientales que afectan la efectividad de la biofertilización se incluyen; la temperatura, humedad, acidez y los componentes químicos del suelo, tales como el contenido de micro elementos en cantidades suficientes.

Abbott y Robson, (1991) y Bowen y Rovira (1999) citados por Grageda-Cabrera (2012) indican que las concentraciones de N, P, Ca, S, Mg, Mo, Fe y Co, en un determinado sustrato pueden disminuir rápidamente la población de cualquier especie microbiana introducida. Así mismo, generalmente, la fertilización inhibe o disminuye la efectividad de la relación planta-microorganismo. Así mismo, Orozco (1999) citado por Jaramillo (2002) indican que



concentraciones inadecuadas de Boro y Vanadio, también afectan el desarrollo de los microorganismos.

En lo que respecta a los microorganismos encargados de la nitrificación los factores que más afectan su actividad son la temperatura y la humedad. Así por cada aumento en 10 °C de la temperatura media del suelo, la cantidad de Nitrógeno es dos a tres veces más baja. De la misma manera el contenido de humedad ideal para la mineralización es de 50 y 75 por ciento de la capacidad de almacenamiento de agua (Coyre, 2000)

El pH, por otra parte es también un factor decisivo en la nitrificación, este proceso es más rápido en los suelos que van de neutros a alcalinos y las bacterias nitrificantes son raras o inexistentes en ambientes ácidos. Los valores de nitrificación disminuyen marcadamente cuando el pH se encuentra por debajo de 6 y no se registran cuando el pH es 5, así mismo en el suelo la acumulación de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> es resultado de concentraciones elevadas de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y un pH elevado. (Coyre, 2000)

Fassbender et.al. (1987) indica que las condiciones óptimas para la nitrificación se dan a temperaturas de alrededor de 25 °C a 35 °C, pH ligeramente ácido y niveles intermedios de humedad. Así mismo el humedecimiento y secado de los suelos provoca cambios en el complejo orgánico lo que facilita el ataque microbiano y la acumulación de nitratos.

Orozco (1999) citado por Jaramillo (2002) indica que las condiciones de acidez o de alcalinidad son muy variables para los diferentes organismos. Los géneros *Beijerinckia*, *Derxia*, *Acetobacter*, *Rhizobium tropici* y *Azomonas* se desarrollan mejor en suelos ácidos (pH<6), mientras que bacterias como *Azobacter* y *Azospirillum* prefieren suelos con pH >6.

Así mismo, indica que la temperatura óptima depende de cada bacteria y en sistemas asociativos y simbióticos parece afectar más a la planta que al microorganismo; en términos generales, bacterias de ambientes tropicales presentan un rango óptimo de crecimiento y de fijación comprendido entre 32 y 40 °C. (Jaramillo, 2002)

La colonización de la raíz es el proceso por el cual las bacterias que sobreviven a la inoculación y se multiplican en respuesta a los exudados de la semilla, se transfieren al sistema radical en vías de desarrollo y logran multiplicarse en las raíces. (Loredo-Osti et.al., 2004)

El proceso por el cual las bacterias se mueven hacia la raíz y la colonizan, no es muy claro. No obstante, se han propuesto algunos factores que favorecen este proceso, como: mayor disponibilidad de carbono, condiciones favorables de humedad, tiempo de generación y quimiotaxis (movimiento de microorganismos hacia la raíz debido a una mayor concentración de nutrientes u otras sustancias que estimulen su desarrollo), aerotaxis, adhesión y la capacidad de movimiento (Loredo-Osti et.al., 2004).

### 2.8.3 CICLO DE VIDA DE LOS MICRORGANISMOS EN EL SUELO

Loredo-Osti, et.al. (2004), indica que cuando las bacterias son inoculadas en el suelo, en la primera semana tienen una fase de crecimiento exponencial; a partir de la cual el número de colonias por gramo de suelo se reduce, hasta alcanzar la fase estacionaria, con una población de 33 a 50 unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco.

Sin embargo Benintende, (s.f.), indica que el desarrollo de los microorganismos en un nuevo sustrato se inicia con la fase de latencia. Esta etapa se caracteriza por un aparente reposo en el que las células sintetizan las enzimas necesarias para la actividad metabólica que deben llevar adelante. Cuando se hacen mediciones del número de células en distintos tiempos dentro de esta fase, el valor no cambia sustancialmente. En cambio, interiormente las células trabajan activamente adaptando el equipo enzimático al medio de cultivo.

La bacteria se prepara para hacer uso de los nutrientes que este medio le aporta, por lo tanto es la fase de adaptación al medio en la que se aprecia incremento de la masa celular pero no del número de células. La duración de esta etapa depende de la edad del inóculo debido a la acumulación de materiales tóxicos y a la falta de nutrientes esenciales dentro de la célula durante el crecimiento anterior. En general, inóculos viejos alargan la fase de latencia. (Benintende, s.f.)

Pasado este período, el cultivo entra en la denominada fase de crecimiento exponencial, donde la velocidad de crecimiento es máxima. La velocidad de crecimiento que alcanza un cultivo, depende del tipo de microorganismo que se trate y diversos factores ambientales como son la temperatura, el pH, oxigenación, etc. (Benintende, s.f.)

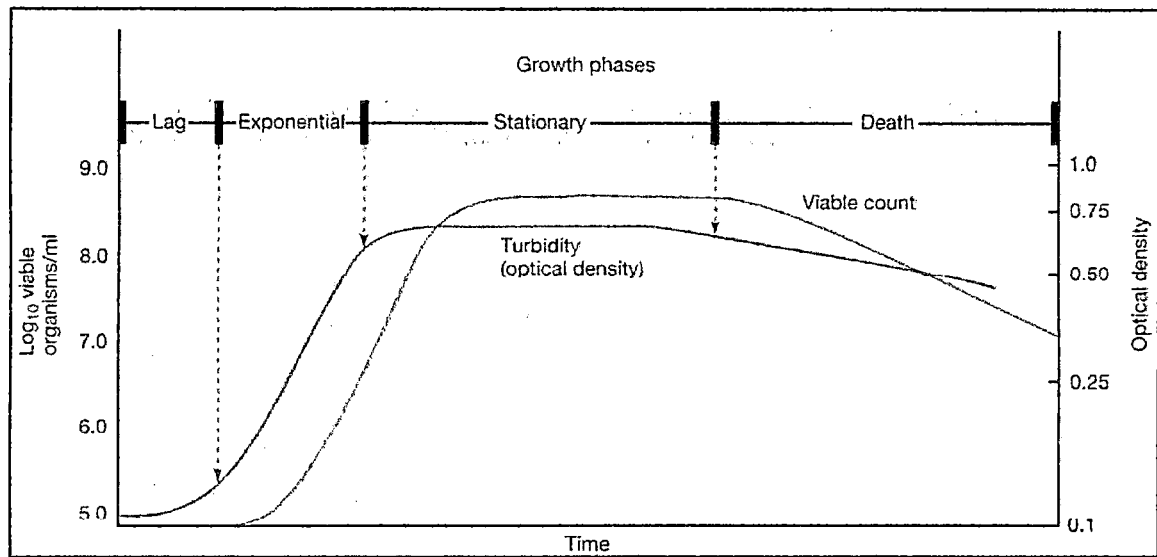
La fase estacionaria, se presenta por agotamiento del suministro de algún nutriente esencial o por acumulación de productos metabólicos que sean tóxicos. También puede ser por la disminución de la oxigenación o cambios en las condiciones de pH del medio de cultivo (acidificación o alcalinización) y se prolonga mientras no haya condiciones adversas que mermen las poblaciones. (Benintende, s.f.; Loredó-Ostí et al., 2004)

En esta fase se equilibran el número de células nuevas con el número de células que mueren. Por último, el cultivo entra en la fase de muerte, en la que el número de células que mueren se va haciendo mayor. (Benintende, s.f.)

El estado fisiológico de las cepas también influye en la supervivencia. Cuando el inóculo se produce con bacterias obtenidas en aislamientos que se encuentren en la primera semana de crecimiento, éstas tienen mayor oportunidad de establecerse y sobrevivir en la rizosfera, comparadas con aquéllas que se obtienen de aislamientos que tienen más de cinco semanas (Vandenhove et al., 1993 citado por Loredó-Ostí et al., 2004).

Por último, el cultivo entra en la fase de muerte, en la que el número de células que mueren se va haciendo mayor. La pendiente de esta fase puede ser más o menos pronunciada de acuerdo al tipo de microorganismo de que se trate. Suelen presentarse pendientes menos bruscas cuando el microorganismo presenta alguna forma de resistencia (esporas, glicocalix). (Benintende, s.f.)

Dos factores básicos que contribuyen a la complejidad de la respuesta de la planta a la inoculación son la variedad de la planta cultivada, ya que cada una responde de distinta manera a la inoculación y el nivel de fertilización con nitrógeno. Los rendimientos más altos se han obtenido con niveles de fertilización de nitrógeno más bajos de lo normal (75 por ciento de la cantidad de fertilizante nitrogenado utilizado normalmente (de-Bashan et al. 2007).



**Figura 1** Fases del desarrollo microbiano

*Fuente: Madigan, 2011*

Coyne (2000), indica que existen tres clases de metabolismos microbianos; la respiración, la fermentación y el crecimiento fototrófico:

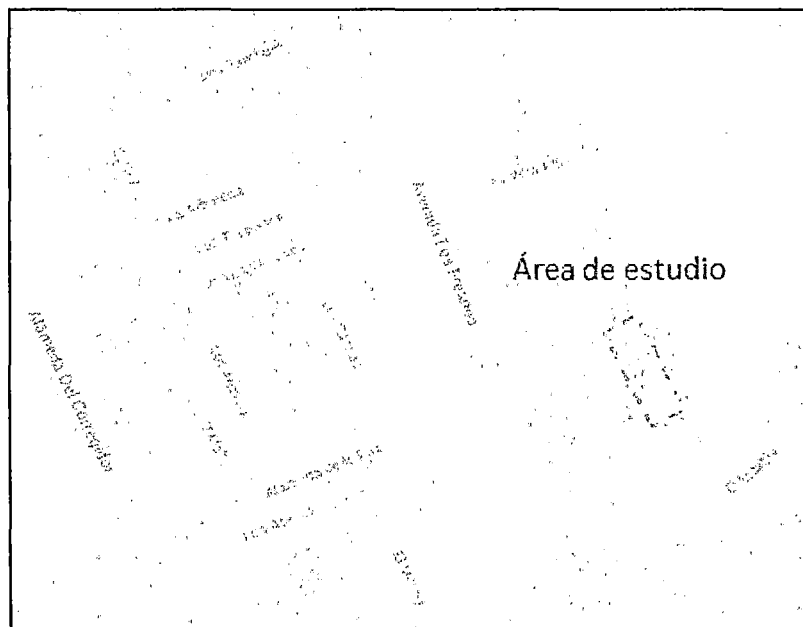
La respiración anaerobia utiliza la oxidación de una fuente de electrones orgánica o inorgánica acoplada a la reducción de oxígeno como último receptor de electrones para generar energía. En la membrana celular microbiana hay una cadena respiratoria que mueve el  $H^+$  desde el interior de la célula al exterior de la misma, a medida que los electrones procedentes de la oxidación de un donador de electrones pasan por el oxígeno. La enzima ATP sintetasa aprovecha el gradiente de pH que se desarrolla en el proceso. (Coyne, 2000)

En vista de que el  $H^+$  es trasladado al exterior de la célula, el interior de ésta desarrolla un pH más elevado en relación con el exterior de la misma. Este gradiente puede usarse para hacer que la célula trabaje, de modo que esta se desplace o adquiera nutrientes, así como para que genere ATP. La respiración anaeróbica emplea el mismo principio, con la diferencia de que el receptor final de electrones no es el oxígeno, sino otro ion como el  $NO_3^-$ , el  $Fe^{3+}$  o el  $Mn^{4+}$ .(Coyne, 2000)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN

El ensayo se realizó en el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el Distrito de la Molina, las Viñas Bajas, provincia y departamento de Lima. El vivero está ubicado a  $12^{\circ} 05' S$  y  $76^{\circ} 57' W$  a 234.7 m.s.n.m con una precipitación de 18.3 mm, en una zona de vida desierto desecado Sub – tropical (dd-S) según Holdridge (1960).



**Figura 2** Ubicación del área de estudios

El ensayo se realizó en el periodo noviembre 2013 – abril 2014, los variables de las variables climáticas registrados durante este periodo y bajo las cuales se desarrollaron los plantones se pueden apreciar en el ANEXO 9.

### 3.2 INSTALACIONES

Se escogió un área plana al interior de vivero, la cual fue limpiada, deshierbada, nivelada con el fin de asegurar que presente buen drenaje para poder instalar las camas de recría.

Se contó con un área de preparación de sustratos y almacenamiento temporal de herramientas y materiales empleados y un área de producción. Esta última constó de 2 camas de recría de dimensiones 11 m de largo X 1.5 m de ancho X 0.2 m de profundidad aproximadamente, ambas separadas por un área de paso de 1 m de ancho. (Ver Figura 1). El área de producción contó con un tinglado de Malla *Raschel*, que dejaba pasar el 50 por ciento de luz, y cubría completamente las camas de recría.

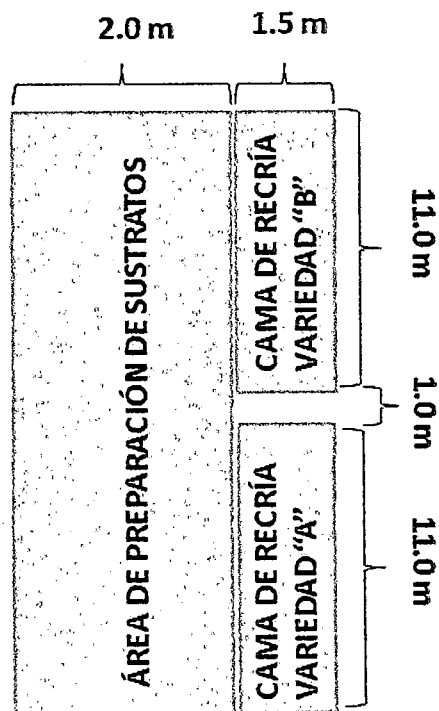


Figura 3 Distribución de las instalaciones

### **3.3 SEMILLAS**

#### **A) SEMILLA "A"**

La cosecha se realizó en noviembre de 2013 en el Vivero administrado por la Facultad de Ingeniería forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina ubicado en el distrito de la Molina, provincia y departamento de Lima.

El porcentaje de germinación que presentaron fue de 59 por ciento al momento del ensayo (dato proporcionado por el Laboratorio de Silvicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina)

#### **B) SEMILLA "B"**

La cosecha se realizó en mayo de 2013 en el departamento de Ancash, provincia de Huarney. Los árboles a partir de los cuales se realizaron las colectas son regados con agua tratada hasta ser apta para riego, proveniente de la Minera Antamina.

El porcentaje de germinación que presentaron fue de 31 por ciento al momento del ensayo (dato proporcionado por el Laboratorio de Silvicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina)

### **3.4 PROPAGACIÓN DE LAS SEMILLAS**

La siembra de semillas se realizó en noviembre de 2013. Previó a la siembra se realizó la inmersión de las semillas en agua hasta que estas mostraron un incremento de su volumen. Se sembraron dos semillas por bolsa a una profundidad de 1 cm en bolsas de 5'' de ancho x7'' de alto empleando un sustrato formulado en base a tierra de chacra y compost (dentro del compost se considera un porcentaje de musgo que se incorpora), con una proporción de 4:1 respectivamente. Se dispusieron las bolsas en las camas de recría de modo que se mantenga la humedad y se pueda realizar la redistribución de las bolsas cuando fuere necesario.

A los 30 días de la siembra, se seleccionaron 140 bolsas con plantas germinados (que presentaban de 2 a 4 hojas verdaderas) de la procedencia A y 140 bolsas con plantones germinados (que presentaban de dos a cuatro hojas verdaderas) de la procedencia B. Los cuales fueron distribuidos como se muestra en la figura 4.

### **3.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS**

De las 140 bolsas por procedencia seleccionadas se tomaron al azar 35 bolsas (bolsa con planta) para cada uno de los 3 tratamientos y 1 grupo de 35 bolsas (bolsa con planta) para la muestra control. Empleando un marcador indeleble se codificó cada una de las bolsas de acuerdo con lo indicado en la Figura 4. Finalmente las bolsas fueron distribuidas en las camas de recría. Cabe indicar que antes de realizar el movimiento de las bolsas se verifico que estas se encontraran en capacidad de campo (producto de un riego previo).

Tratamientos:

BLAC – A (B.Lac 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante B. Lac; es decir 0.5 de B. Lac diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plántones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA A.

BLAC – B (B.Lac 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante B. Lac; es decir 0.5 de B. Lac diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plántones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA B.

SHI – A (M. ShA 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante M. ShA; es decir 0.5 de M. ShA diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plántones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA A.

SHI – B (M. ShA 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante M. ShA; es decir 0.5 de M. ShA diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plántones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA B.

EM – A (E.M. 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante E.M.; es decir 0.5 de E.M. diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plántones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA A.



EM – B (E.M. 10 por ciento): Concentración al 10 por ciento del biofertilizante E.M.; es decir 0.5 de E.M. diluidos en 4.5 litros de agua aplicados a plantones germinados a partir de semillas de la PROCEDENCIA B.

CONTROL – A: Sólo se aplicó agua.

CONTROL – B: Sólo se aplicó agua.

Las características iniciales del sustrato empleado para todas las bolsas se muestran en el ANEXO 3.

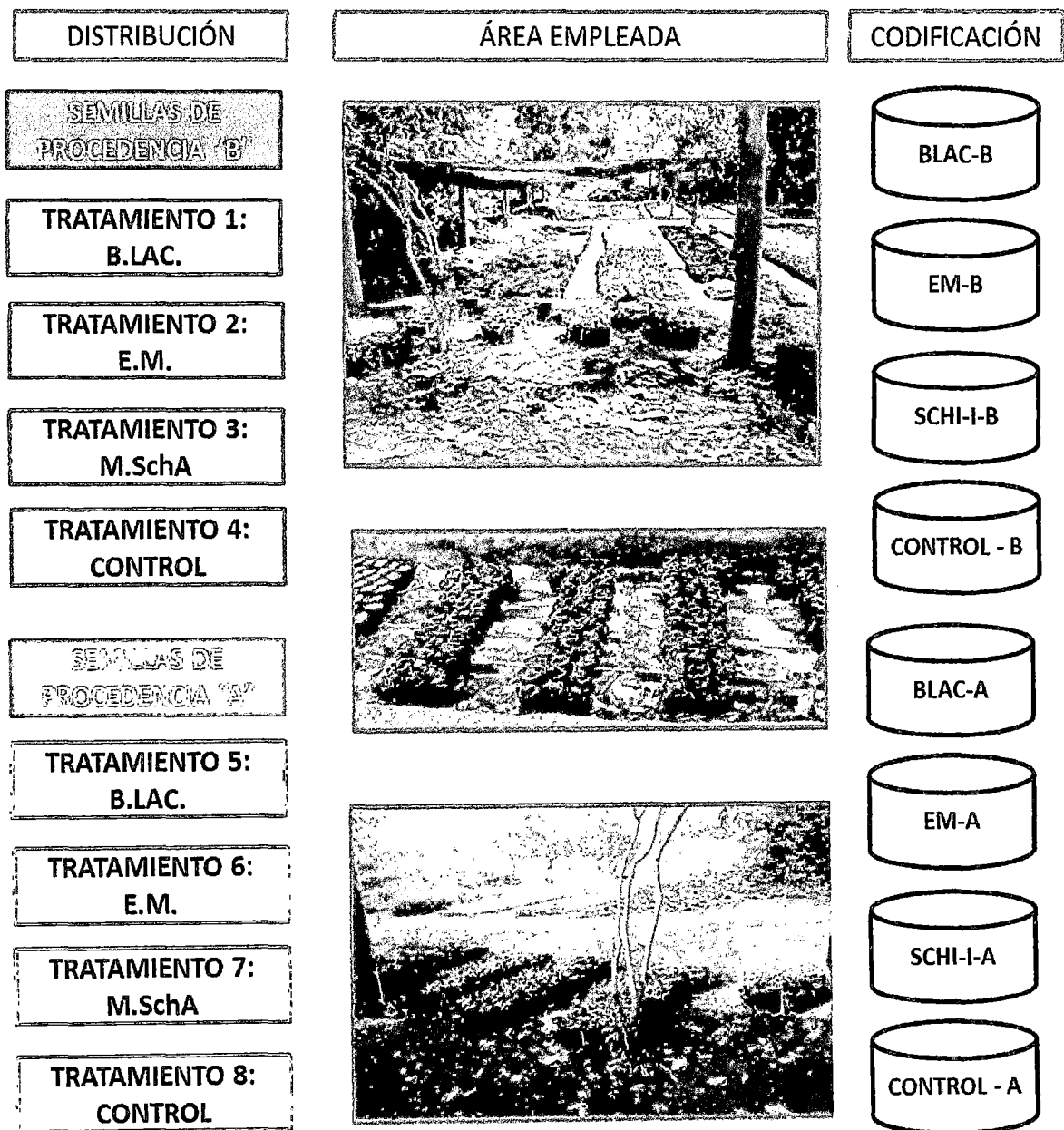


Figura 4 Distribución de las plantas en las camas de cría

### 3.6 ABONAMIENTO

Una vez distribuidas las plantas por tratamiento se inocularon empleando una solución de biofertilizante y agua aplicados mediante riegos realizados en cuatro etapas.

La primera aplicación de biofertilizante se realizó inmediatamente después de haber distribuido las plantas por tratamiento de acuerdo a la Figura 4. La concentración de biofertilizante empleada para la primera aplicación fue de uno por ciento, pues una mayor concentración de los biofertilizantes en la solución podría haber afectado las raíces tiernas con quemaduras leves. Las últimas tres aplicaciones de biofertilizantes se realizaron durante el primer mes de desarrollo de las plantas, empleando una concentración de 10 por ciento de biofertilizante, la concentración empleada se determinó de acorde a lo indicado por Ayala (2010).



Figura 5 Aplicación de los tratamientos

### 3.6.1 BIOFERTILIZANTES

#### A) *BACTERIAS LÁCTICAS (B.LAC.)*

Producido en el laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, del cual se aplicó 1 litro/semana durante el primer mes de desarrollo, distribuidos en los diferentes tratamientos.

Los datos de los efectos de este biofertilizante, así como experiencias anteriores registradas figuran en el ANEXO 8.

#### B) *MICROORGANISMOS EFICIENTES (E.M)*

Producidos en el laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, del cual se aplicó 1 litro/semana durante el primer mes de desarrollo, distribuidos en los diferentes tratamientos.

Los datos de los efectos de este biofertilizante, así como experiencias anteriores registradas figuran en el ANEXO 8.

#### C) *MICROORGANISMOS DE SHIHUAHUACO DE ZONA ALTA (M. SHA)*

Aislados a partir de un consorcio de cepas de bacterias y hongos desarrollados a partir de rizósfera de árboles shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) de bosque natural, del cual se aplicó 1 litro/semana durante el primer mes de desarrollo, distribuidos en los diferentes tratamientos.

Los datos de los efectos de este biofertilizante, así como experiencias anteriores registradas figuran en el ANEXO 8.

## 3.7 MANTENIMIENTO

### 3.7.1 RIEGOS

Se realizaron cada siete o 10 días, a lo largo de los cuatro meses (duración del ensayo), la periodicidad varió dependiendo de las condiciones del ambiente (horas de sol e intensidad). Por

riego, se aplicaron en total 40 l de agua/riego y 20 l de agua/cama los cuales se suministraron empleado regaderas de 5 l de capacidad.

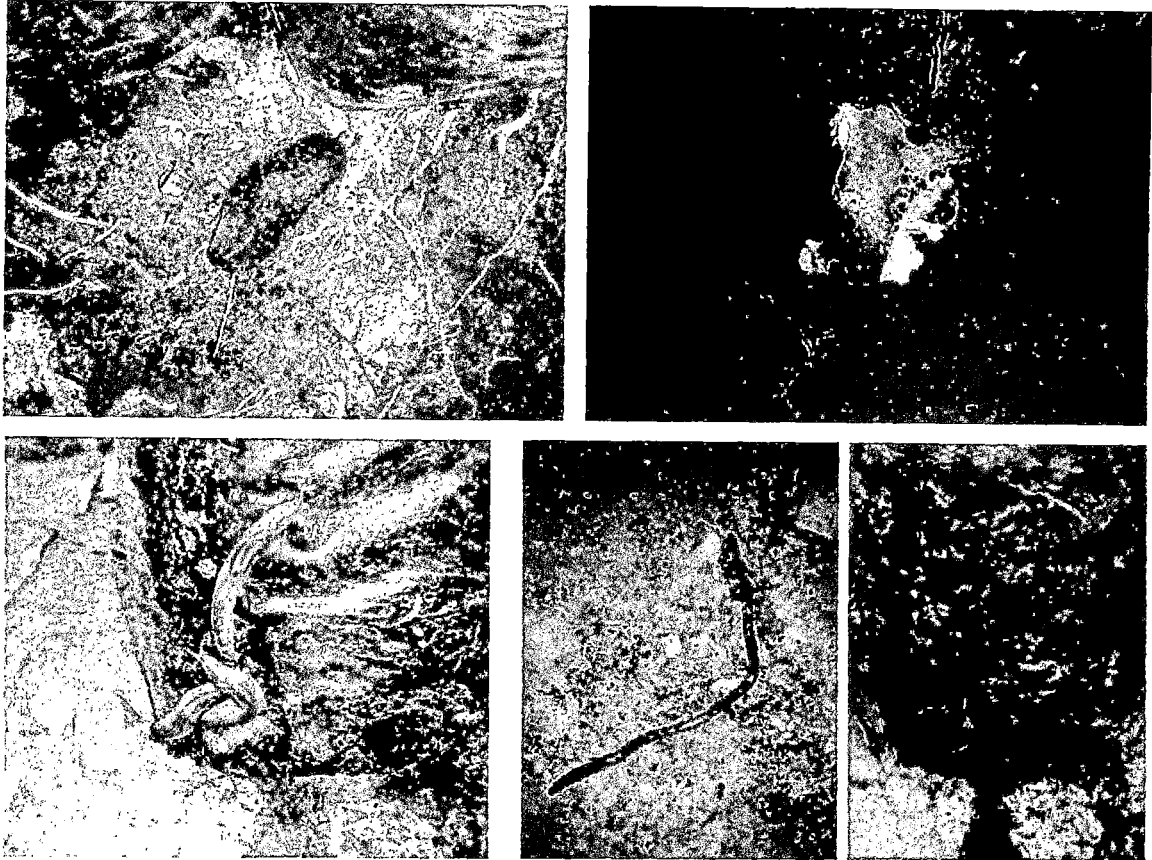
### 3.7.2 MOVIMIENTO DE BOLSAS

A las 8 semanas de acomodadas las plantas de acuerdo a lo indicado en la Figura 4, se realizó el movimiento de las plantas al interior de las camas de recría, la poda de raíces que salían de las bolsas y la poda de ramas.

La poda de las plantas se realizó bajo los siguientes criterios; en los casos en los que se observaron dos plantas desarrollando en una bolsa se podó al individuo menos vigoroso (más pequeño o seco), en lo respecta a las ramas, sólo se dejaron las tres o cuatro ramas más cercanas al ápice (esto último para mayor eficiencia en el uso de la luz).



**Figura 6** Movimiento y transporte de bolsas al interior de las camas de recría



**Figura 7** Fauna hallada durante el mantenimiento realizado

### **3.8 REGISTRO DE VARIABLES Y TOMA DE MUESTRAS**

#### **3.8.1 VARIABLES DASOMÉTRICAS (VARIACIÓN DE LA ALTURA Y DIÁMETRO DE CUELLO DE LAS PLÁNTULAS)**

##### **A) ALTURA DE LA PLANTA Y DIÁMETRO DE CUELLO**

Una vez distribuidas las plantas de acuerdo a lo indicado en la Figura 4, se tomó una medida inicial de ambas variables (altura y diámetro de las plantas). Así mismo, al finalizar el periodo estimado de desarrollo de los plantones, se procedió a registrar ambas variables.

*B) RAÍCES (LONGITUD DE LA RAÍZ SECUNDARIA Y NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS)*

Una vez culminado el periodo estimado de desarrollo de los plantones, se seleccionaron al azar cinco por cada tratamiento. Se procedió a cortar la bolsa en uno de los extremos y verter el contenido sobre una bolsa extendida en un área plana, cuidando de no quebrar la raíz. Empleando las manos, se limpió el sustrato adherido a la raíz.

A parte se llenó un balde de 20 l de capacidad con agua hasta el 75 por ciento de su capacidad total y se sumergió la raíz en el balde, esto para terminar de limpiar la raíz del sustrato restante.

Empleando una tijera de podar se realizó un corte por encima del cuello de la raíz para separar el tallo de la raíz. La raíz se depositó en una bolsa de plástico codificada, estas bolsas se llenaron previamente con agua para evitar la desecación durante su transporte al laboratorio. Este procedimiento se realizó en horas de la tarde y las bolsas conteniendo las raíces se almacenaron bajo sombra durante todo el procedimiento para evitar el desecamiento de las raíces.

Una vez en gabinete se procedió a abrir las bolsas y verter las raíces en un balde con agua para identificar la raíz principal y realizar el conteo de las raíces secundarias. Una vez culminado el conteo de raíces secundarias, se sacaron las raíces del agua para secarlas y así poder realizar la medición de la longitud de la raíz principal.

Se emplearon dos hojas bond por cada raíz. La primera hoja bond fue empleada como base y se codificó empleando el marcador indeleble de acuerdo a lo indicado en la figura 4. La raíz se extendió en la hoja base priorizando la mejor visibilidad de la raíz principal, la segunda hoja bond se colocó encima de la raíz. Entre las muestras (hoja bond base, raíz y segunda hoja bond) se colocaron dos paños de papel absorbente de tamaño A4. Una vez culminado el proceso realizado con las todas las muestras, se hizo un paquete empleando dos superficies de cartón de tamaño A4 y pabilo como se muestra en la figura 9. El paquete se expuso a un lugar aireado y se revisó con una frecuencia de tres días hasta que se alcanzara la humedad a la cual no dañara el escáner.

Pasado el periodo de secado, se procedió al escaneado de las muestras a resolución 600 ppp, para posteriormente medir la longitud de la raíz principal empleando el programa IMAGE PRO PLUS V 4.5.

### **3.8.2 TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MACRO NUTRIENTES A NIVEL DE SUSTRATO**

La toma de muestras para el registro inicial de los la concentración de macronutrientes a nivel de sustrato se realizó inmediatamente después de distribuidas las plantas de acuerdo a lo mostrado en la figura 4. Se seleccionaron al azar cinco plantas por cada uno de los tratamientos y todo el sustrato contenido en ellas fue vaciado en un plástico extendido en un área plana. Se llenó medio kilogramo de sustrato en dos bolsas codificadas. Las muestras fueron almacenadas temporalmente bajo sombra para luego ser llevadas para su análisis al laboratorio de suelos, agua y planta de la UNALM.

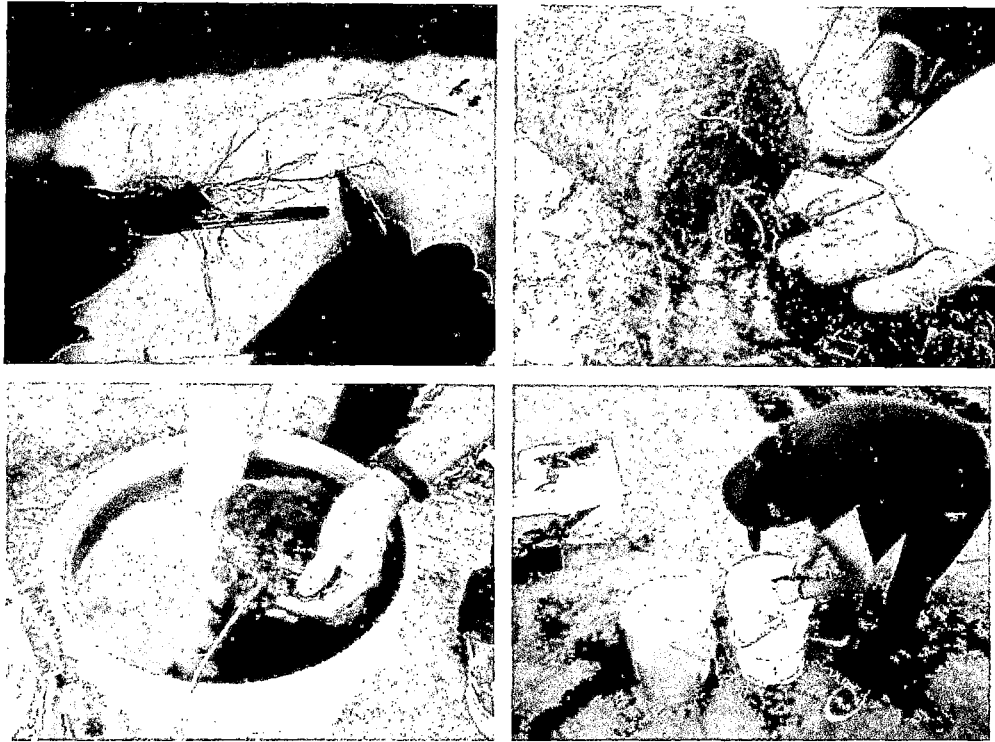
### **3.8.3 TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MACRO NUTRIENTES A NIVEL FOLIAR**

En lo que respecta a la concentración de macro y micronutrientes a nivel foliar, una vez que se separó el tallo de la raíz, (procedimiento para toma de datos de raíz) se cortaron las ramas de los tallos de las plántulas y se colocaron en bolsas de plástico debidamente codificadas. Las muestras se almacenaron temporalmente bajo sombra para luego ser llevadas para su análisis al laboratorio de Suelos, agua y planta de la UNALM.

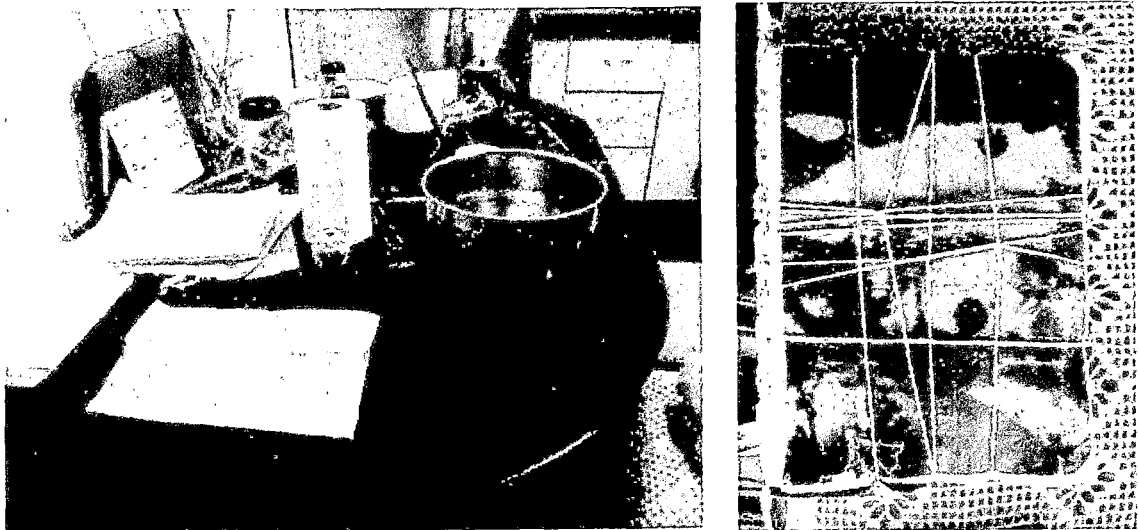
### **3.8.4 TOMA DE MUESTRA PARA EVALUAR LA CONCENTRACIÓN DE MICROBIANA A NIVEL DE SUSTRATO**

Para la toma de muestra de concentración microbiana en sustrato, se procedió a llenar 10 gramos de sustrato vertido en la bolsa codificada. La muestra se almacenó temporalmente bajo sombra para luego ser llevadas para su análisis al laboratorio de Microbiología de la UNALM.





**Figura 8** Procesamiento de raíces en campo; determinación de la raíz principal y limpieza de las raíces.



**Figura 9** Procesamiento de raíces en gabinete; materiales para la preparación de las raíces secundarias para el secado.

### 3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA) y el Test de Duncan. Para analizar las variables dasométricas y las variables relacionadas a la medición de la raíz se empleó el program Infostat/L.

El diseño estadístico empleado fue de bloques completos al azar con 30 repeticiones:

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$ : Observación correspondiente de la  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo repetición o bloque

$\mu$ : Efecto de la media general

$T_i$ : Efecto correspondiente al  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$ : Efecto correspondiente al  $j$ -ésimo bloque o repetición

$E_{ij}$ : Error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo bloque o repetición

En lo que respecta a las variables de concentración de macronutrientes en sustrato, concentración de macronutrientes a nivel foliar y concentración microbiana en sustrato, se analizaron los valores entregados por los respectivos laboratorios.

### 3.10 VARIABLES ANALIZADAS

- Incremento de la altura de la plántula: La altura de plántula se define como la distancia de la base del tallo de la plántula al extremo de la yema apical. La variable evaluada será la diferencia entre la altura inicial de la plántula y la altura final. Se registró en centímetros.
- Incremento del diámetro del cuello: El diámetro del cuello se define como el diámetro del tallo en el extremo más cercano al sustrato. La variable evaluada será la diferencia entre el diámetro final del cuello de la plántula y el diámetro inicial registrado. Se registra en milímetros.

- Número de raíces secundarias: El conteo se realizó a partir de la identificación de una raíz principal. La variable evaluada fue el número de raíces secundarias. Se registra en cantidad
- Longitud de la raíz principal: La longitud se considera a partir del cuello de la raíz hasta el extremo de la cofia. . La variable evaluada será la longitud de la raíz. Su registro se realizará en cm.
- Variación del pH del sustrato: Su registro será realizado por el laboratorio de Suelos, agua y planta de la UNALM. La variable evaluada será la diferencia entre el pH inicial del sustrato y el valor de pH final registrado para cada sustrato.
- Variación del porcentaje de Materia orgánica en el sustrato: Su registro fue realizado por el laboratorio de Suelos, agua y planta de la UNALM. La variable evaluada fue la diferencia entre el porcentaje inicial registrado en el sustrato y el valor de concentración final registrado para cada sustrato. Su registro se realizará en porcentaje.
- Variación de la concentración de N, P y K en el sustrato: Su registro fue realizado por el laboratorio de Suelos, agua y planta de la UNALM. La variable evaluada será la diferencia entre la concentración de cada uno de estos macronutrientes inicial del sustrato y el valor de concentración final registrado para cada sustrato. Su registro se realizará en ppm.
- Concentración de N, P y K a nivel foliar: Su registro fue realizado por el laboratorio de Suelos, agua y planta de la UNALM. La variable evaluada será la concentración de cada uno de estos macronutrientes. Su registro se realizará en porcentaje.
- Variación del número de UFC de Bacterias: Su registro fue realizado según el protocolo del laboratorio de Microbiología de la UNALM. La variable evaluada será la diferencia entre el número de UFC inicial del sustrato y el valor de UCF final registrado para cada sustrato. Su registro se realizará en unidades formadoras de colonias (UFC)
- Variación del número de UFC de Hongos: Su registro fue realizado según el protocolo del laboratorio de Microbiología de la UNALM. La variable evaluada será la diferencia

entre el número de UFC inicial del sustrato y el valor de UCF final registrado para cada sustrato. Su registro se realizó en unidades formadoras de colonias (UFC)

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De acorde a lo indicado por Rincón (1989), los efectos generados por la fertilización heterogénea son más fáciles de apreciar durante las primeras etapas de desarrollo de los plántones, debido a que se puede ejercer mejor control sobre las otras variables que influyen sobre su desarrollo. Así durante el desarrollo de los plántones, estas otras variables se controlaron realizando el ensayo en la misma estación del año (condiciones de T° y pp iguales para todos los tratamientos las cuales se pueden apreciar en el ANEXO 9) y realizando las mismas actividades culturales (riego, podas y otras necesarias) para todos los tratamientos.

Los tres biofertilizantes fueron ensayados en plántones de dos procedencias diferentes (PROCEDENCIA A y PROCEDENCIA B) las cuales fueron obtenidas a partir de semillas colectadas de diferentes localidades y con diferente periodo de almacenamiento para así poder apreciar la influencia de esta variable en el comportamiento de los parámetros evaluados.

Sin embargo cabe resaltar que los coeficiente de variabilidad en el caso de las variables incremento de altura (62.23 por ciento), diámetro de cuello promedio (42.71 por ciento) y número de raíces secundarias (48.17 por ciento) se encuentran cercanos al 50 por ciento o por encima, esto debido a la alta variabilidad presentada por los plántones germinados a partir de las semillas de las PROCEDENCIAS A y B las cuales se colectaron a partir de árboles en estado natural. Sólo en el caso de la variable longitud de la raíz principal se puede apreciar un valor menor de coeficiente de variabilidad de 25.33 por ciento, el cual muestra un comportamiento más uniforme de los datos registrados.

#### 4.1 INCREMENTO DEL DIÁMETRO DEL CUELLO, INCREMENTO DE LA ALTURA Y PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

**Cuadro 2** Efecto de los biofertilizantes en el promedio del incremento del diámetro del cuello, la altura y el porcentaje de supervivencia en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>SUPERVIVENCIA (%)</b>
<b>BLAC-A</b>	0.65	5.98	97
<b>BLAC-B</b>	0.73	4.88	89
<b>SHI - A</b>	0.69	6.09	95
<b>SHI - B</b>	1.31	5.22	86
<b>EM-A</b>	0.66	5.52	95
<b>EM-B</b>	0.56	4.46	89
<b>CONTROL-A</b>	0.98	5.84	97
<b>CONTROL -B</b>	0.41	2.27	63

*Fuente: Elaboración propia*

En el ANVA, cuadro N° 1 del ANEXO 1, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, además se observa que existe diferencia significativa en la interacción de los diferentes biofertilizantes y las procedencias de semillas empleadas. El coeficiente de variabilidad es de 62.23 por ciento.

**Cuadro 3** Análisis de Duncan de la variación del incremento del diámetro del cuello en plántones de “Tara”, durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>DUNCAN</b>
<b>BLAC-A</b>	0.65	AB
<b>BLAC-B</b>	0.73	B
<b>SHI -A</b>	0.69	B
<b>SHI -B</b>	1.31	D
<b>EM-A</b>	0.66	B
<b>EM-B</b>	0.56	AB
<b>CONTROL-A</b>	0.98	C
<b>CONTROL -B</b>	0.41	A

*Fuente: Elaboración propia*

En el comparativo de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad, en el en el cuadro 3, se observó que no son estadísticamente similares los tratamientos BLAC-B, SHI -A, EM-A con los tratamientos SHI -B, CONTROL-A y CONTROL -B, observándose en la figura 9 que el tratamiento SHI -B es el que presenta mayor incremento promedio de diámetro de cuello (1.31 mm) y el que menor incremento promedio de diámetro de cuello presenta es el CONTROL-B (Testigo) 0.41 mm.

Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados de acuerdo a lo observado en el cuadro 3 y la figura 10, en lo que respecta a la PROCEDENCIA A, no se puede afirmar que los biofertilizantes aplicados produzcan un efecto positivo en el incremento del diámetro de cuello pues el CONTROL – A (testigo) presenta un incremento promedio de diámetro de cuello superior al de los tratamiento que incluían la aplicación de biofertilizantes. Sin embargo en el caso de la PROCEDENCIA B, no se puede negar que la aplicación de los biofertilizantes producen un efecto positivo, siendo el tratamiento SHI -B el que presenta en promedio un mayor incremento en el diámetro de los plántones.

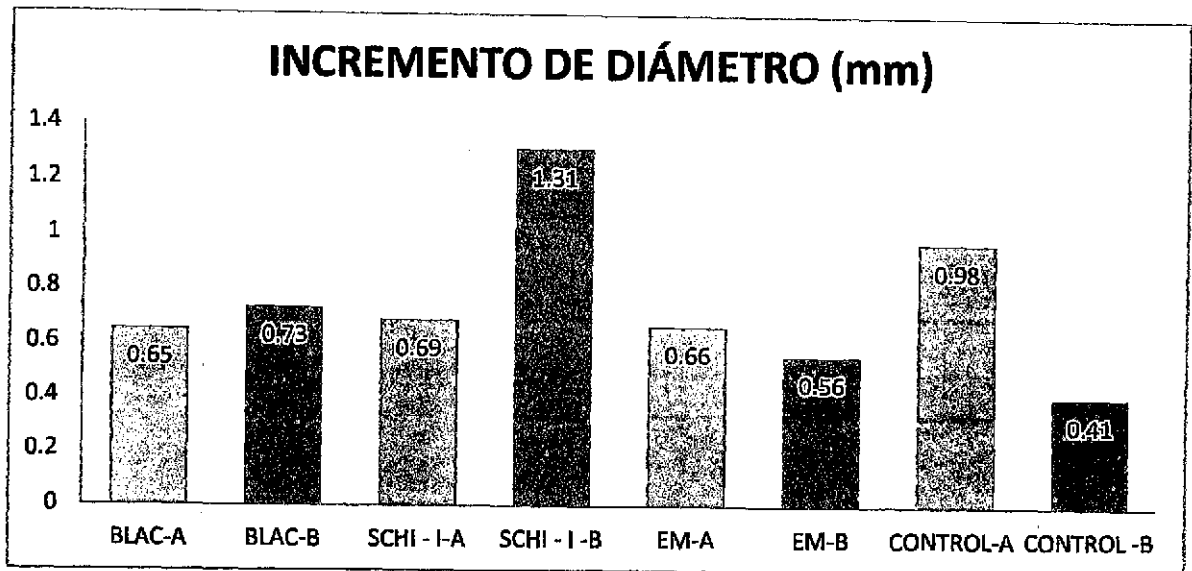


Figura 10 Efecto de los biofertilizantes en el promedio del incremento del diámetro del cuello en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero

En el ANVA, cuadro N° 3 del ANEXO 1, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, además se observa que existe diferencia significativa en la interacción de los diferentes biofertilizantes y las procedencias de semillas empleadas. El coeficiente de variabilidad es de 42.71 por ciento.

Cuadro 4 Análisis de Duncan del incremento de la altura de en plántones de "Tara", durante su desarrollo en vivero

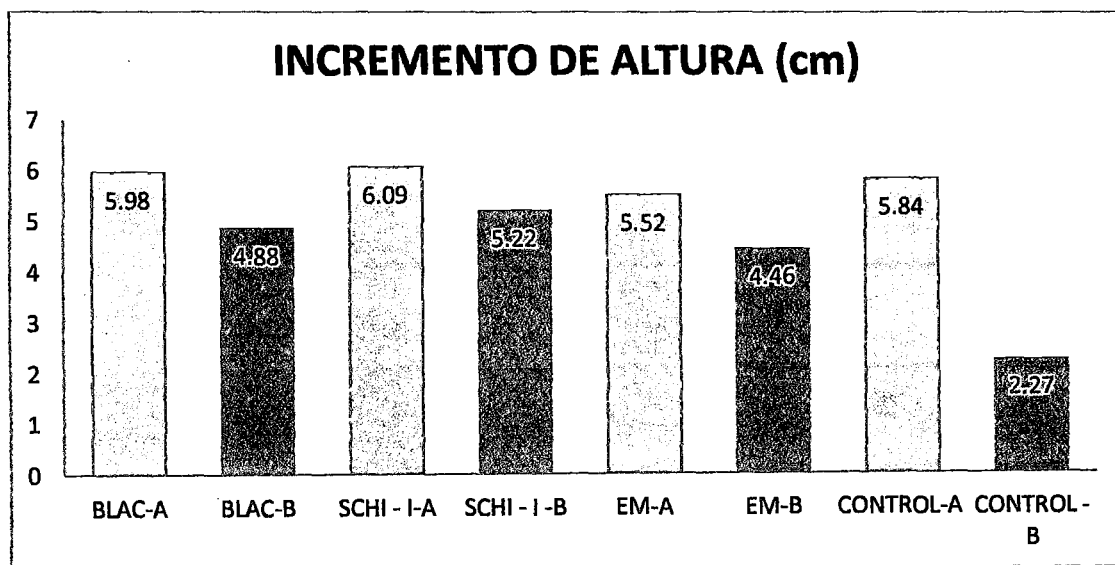
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DUNCAN
BLAC-A	5.98	C
BLAC-B	4.88	BC
SHI-A	6.09	C
SHI-B	5.22	BC
EM-A	5.52	BC
EM-B	4.46	B
CONTROL-A	5.84	C
CONTROL-B	2.27	A

Fuente: Elaboración propia



En el comparativo de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad, cuadro 4, se observó que no son estadísticamente similares los tratamientos BLAC-A, SHI -A, CONTROL-A con los tratamientos EM-B y CONTROL -B, observándose en la figura 10 que el tratamiento SHI - A es el que presenta mayor incremento promedio de altura (6.09 cm) y el que menor incremento de altura presenta es el CONTROL-B (Testigo) 2.27 cm.

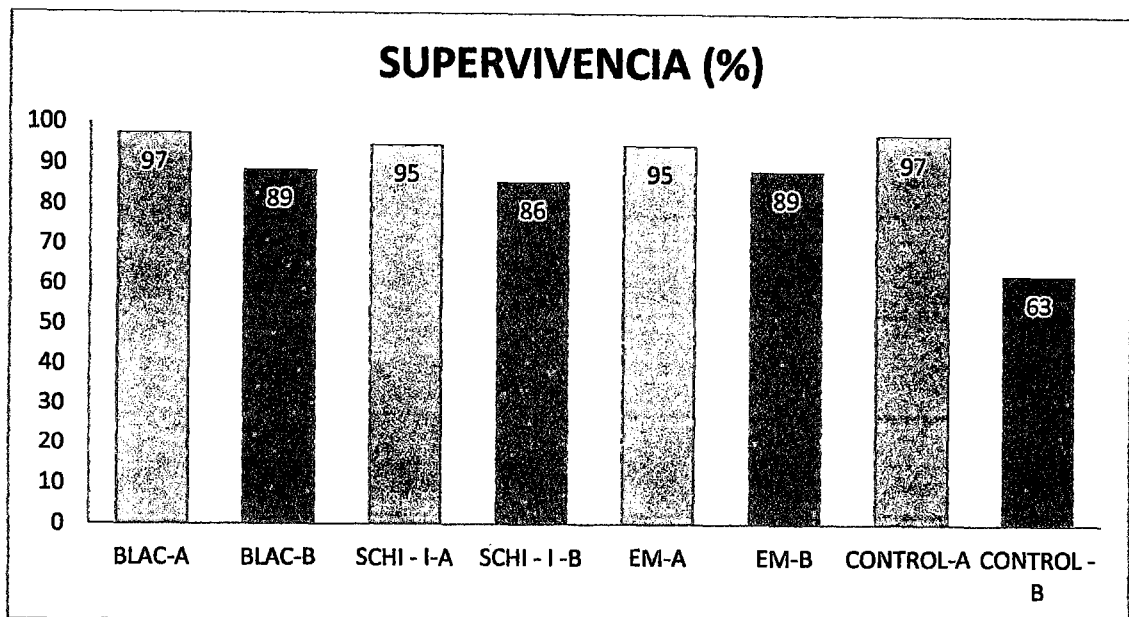
Respecto a la interacción entre las procedencias de semillas y los diferentes tipos de microorganismos empleados observados en el cuadro 4 y la figura 11, se aprecia que en lo que respecta a la PROCEDENCIA A, no se puede afirmar que la aplicación de los biofertilizantes generen incrementos en la altura significativamente diferentes, cuadro 4 del ANEXO 1. Sin embargo en lo que respecta a la PROCEDENCIA B, los tratamientos EM - B, BLAC - B y el CONTROL-B (testigo) presentan efectos diferentes entre ellos en el incremento de la altura, siendo SHI -B el tratamiento que presenta mayor incremento promedio en la altura y el CONTROL - B (testigo) el que se presenta un incremento mayor.



**Figura 11** Efecto de los biofertilizantes en el promedio del incremento de la altura en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

Como una variable alternativa como se observa en la figura 12, se registró el porcentaje de supervivencia de los plántones, para ayudar a explicar el efecto de las procedencias de las semillas en el comportamiento del incremento del diámetro de cuello y el incremento de la altura.

43706



**Figura 12** Efecto de los biofertilizantes en el porcentaje de supervivencia de plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Con respecto al valor promedio del incremento del diámetro del cuello, en la PROCEDENCIA A, se observa un mayor incremento del diámetro de cuello en el tratamiento CONTROL-A (testigo). Mientras que en lo que respecta a la variable incremento de altura promedio, no existe una evidencia para afirmar que algún tratamiento genere un incremento diferente al generado en el testigo.

En tanto, los tratamientos ensayados en la PROCEDENCIA B arrojaron incrementos diferentes tanto en la variable incremento del diámetro de cuello promedio como la variable incremento de altura, siendo en ambos casos el tratamiento SHI -B el que mejores resultados generó.

Al respecto, Ramírez (2006), indica que los biofertilizantes, son un conjunto de microorganismos benévolos que coexisten en un medio líquido y cuyo efecto en conjunto se multiplica a partir de sinergias establecidas entre ellos.

Sin embargo de acuerdo a lo indicado por Bowen (1993), Rovira et.al. (1979) citados por Jaramillo (2002) y Ogata (2006), el nivel de adecuación del metabolismo de los microorganismos al sustrato depende, entre otros factores, del grado de adecuación del metabolismo de los microorganismos a los exudados.

Esto último se relaciona directamente con los diferentes mecanismos de los cuales se valen los microorganismos para fomentar el incremento de algunas características propias del desarrollo de los plantones, entre ellas el incremento del diámetro del cuello y altura.

Wirén et al. (1993) citado por Loredo-Osti, et.al. (2004), indica que los microorganismos alojados en la rizosfera también pueden afectar la nutrición de las plantas en forma desfavorable al competir por los nutrientes o al consumir los solutos orgánicos que las plantas liberan al suelo para movilizar nutrientes escasos en la solución suelo.

Sin embargo en caso se quisiera explicar el comportamiento diferenciado de los biofertilizantes en los plantones usando este argumento, se debe considerar además lo observado en la figura 11, que muestra que el porcentaje de supervivencia de los plantones de la PROCEDENCIA A es muy similar entre los diferentes tratamientos y se encuentra por encima del 95 por ciento, lo cual indica que la aplicación de los biofertilizantes no afecta la supervivencia de los plantones.

Mientras que en el caso de la PROCEDENCIA B, se puede apreciar que el porcentaje de supervivencia es más variable y que el testigo presenta una mortandad cercana a la mitad de plantones (63 por ciento), sin embargo en los plantones en los que se aplicaron los biofertilizantes se apreció una disminución de la mortandad e incrementos en las variables; incremento de diámetro de cuello e incremento de altura.

Esto último sumado a que los bloques (procedencias de semillas diferentes) presentan una diferencia significativa con respecto a su comportamiento frente a los biofertilizantes (cuadro 2 del ANEXO 1), permite indicar que el tiempo de almacenamiento y la procedencia de las semillas de "Tara" pueden haber generado un efecto sobre el comportamiento de los plantones a la aplicación de los biofertilizantes.

Así, Khalid et al., (2004); Peña-Cabriales et al, (1993) citados por Grageda-Cabrera, (2012) indican que los microorganismos inoculados ejercen influencia en la efectividad de su acción, dependiendo del alcance de su acción sobre el sustrato, también indica que se debe tomar en cuenta a las cepas inactivas nativas. Estas últimas pueden haber presentado mejores condiciones para su desarrollo en el caso de la PROCEDENCIA A, por lo cual pudieron haber generado una resistencia mayor a las poblaciones microbianas incorporadas en los biofertilizantes.

Se puede añadir que los efectos en el incremento de la altura y el diámetro de cuello son más notorios en la PROCEDENCIA B, la cual presenta un porcentaje de supervivencia más bajo.

Así mismo, Mancero (2009) y Vigo (2007), al referirse al tiempo empleado para realizar el tratamiento pregerminativo de las semillas de "Tara", mencionan que las semillas con mayor tiempo de almacenamiento (PROCEDENCIA B), requieren mayor tiempo de inmersión con respecto a las semillas que presentan menor tiempo de almacenamiento (PROCEDENCIA A). Este aspecto es un indicador indirecto de la calidad de la semilla y su capacidad de desarrollo, siendo así los plántones de la PROCEDENCIA B más susceptibles durante su desarrollo a factores como enfermedades que afecten su supervivencia.

Así Jones et.al. (1996), indica que las plantas y microorganismos incrementan la liberación de exudados en la rizosfera en condiciones de estrés, lo cual generaría mayor disponibilidad de estas sustancias para los nuevos microorganismos (biofertilizantes) incorporados al sustrato y favorecería su desarrollo. Por ende en el caso de que la PROCEDENCIA B hubiera estado sometida a estrés debido a las características de la semilla (mayor tiempo de almacenamiento y diferente origen), los efectos que el metabolismo de las poblaciones incorporadas (biofertilizantes) pudieran generar sobre los plántones de la PROCEDENCIA B son mayores que los generados en los plántones de la PROCEDENCIA A.

Por otra parte, los diferentes porcentajes de supervivencia, también se pueden explicar por lo indicado por Villanueva (2007) y Primo (2004) los cuales mencionan que el volumen de riego a emplear durante el desarrollo de los plántones es variable y que en caso se excediera el volumen necesario, se podría generar un problema de "Chupadera" el cual podría afectar la supervivencia de los plántones. Sin embargo cabe resaltar que durante el ensayo el labor de riego se realizó empleando la cantidad, calidad de agua y frecuencia igual para los plántones de ambas procedencias.

Así mismo, Cano (2011) indica que los hongos y bacterias alojados en la rizosfera de los plántones tratados con biofertilizantes pueden generar sustancias aleloquímicas o antibióticas que pueden impedir el desarrollo de enfermedades tales como la chupadera (causada por entre otras especies por *Rhizoctonia solani* y *Fusarium sp*). Esto podría explicar los porcentajes de supervivencia mayores en los tratamientos que contemplan el uso de biofertilizantes frente a los testigos, en los casos en los que se genera.

## 4.2 NÚMERO DE RAÍCES SECUNDARIAS Y LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL

**Cuadro 5** Efecto de los biofertilizantes en la longitud de la raíz principal y número de raíces secundarias en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL (cm)</b>	<b>NÚMERO PROMEDIO DE RAÍCES SECUNDARIAS</b>
<b>BLAC-A</b>	37.50	42.8
<b>BLAC-B</b>	34.43	36.8
<b>SHI-A</b>	33.80	39.2
<b>SHI-B</b>	29.66	30.4
<b>EM-A</b>	31.75	44.2
<b>EM-B</b>	24.38	36.8
<b>CONTROL-A</b>	31.17	29
<b>CONTROL -B</b>	31.02	22.6

*Fuente: Elaboración propia*

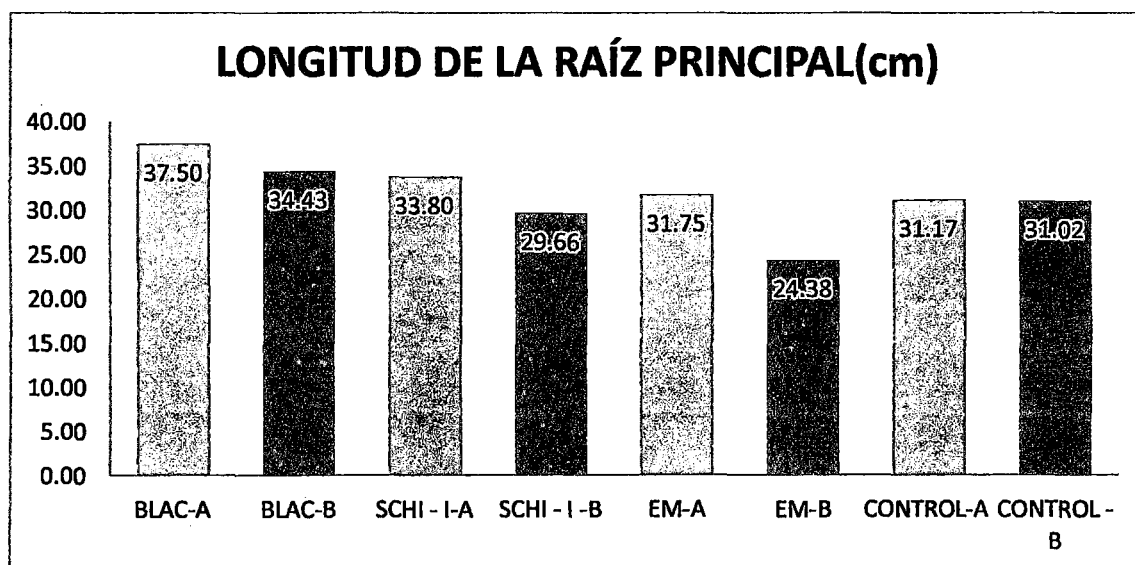
En el ANVA, cuadro N° 5 del ANEXO 1 y la figura 13, se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, así mismo que no hay interacción de los diferentes biofertilizantes y las procedencias de las semillas empleadas. El coeficiente de variabilidad es de 48.17 por ciento.

**Cuadro 6** Análisis de Duncan del incremento de la altura de en plantones de “Tara”, durante su desarrollo en vivero

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DUNCAN
<b>BLAC-A</b>	5.98	C
<b>BLAC-B</b>	4.88	BC
<b>SHI-A</b>	6.09	C
<b>SHI-B</b>	5.22	BC
<b>EM-A</b>	5.52	BC
<b>EM-B</b>	4.46	B
<b>CONTROL-A</b>	5.84	C
<b>CONTROL-B</b>	2.27	A

*Fuente: Elaboración propia*

En el comparativo de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad en el cuadro 6, se observó que son estadísticamente similares los tratamientos aplicados en la PROCEDENCIA A y PROCEDENCIA B de semilla.



**Figura 13** Efecto de los biofertilizantes en la longitud de la raíz principal durante su desarrollo en vivero.

En el ANVA, cuadro N° 7 del ANEXO 1, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, además se observa que no existe diferencia significativa en la interacción de

los diferentes biofertilizantes y las procedencias de las semilla empleadas. El coeficiente de variabilidad es de 25.33 por ciento.

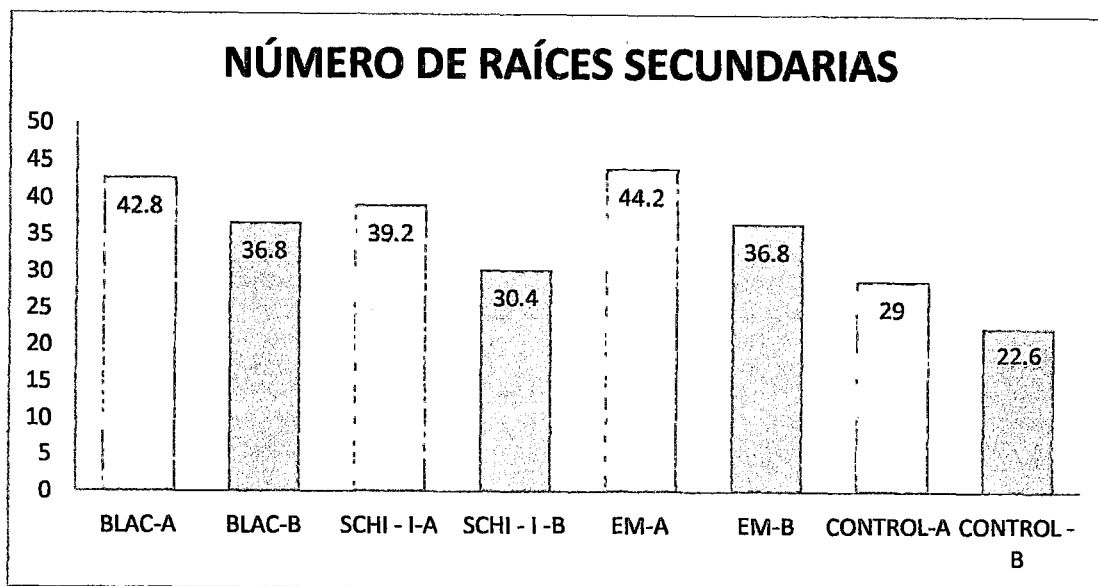
**Cuadro 7** Análisis de Duncan del número de raíces secundarias en plántones de “Tara”, durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>DUNCAN</b>
<b>BLAC-A</b>	22.6	CD
<b>BLAC-B</b>	29	BCD
<b>SHI -A</b>	30.4	BCD
<b>SHI -B</b>	36.8	ABC
<b>EM-A</b>	36.8	D
<b>EM-B</b>	39.2	BCD
<b>CONTROL-A</b>	42.8	AB
<b>CONTROL -B</b>	44.2	A

*Fuente: Elaboración propia*

En el comparativo de medias de Duncan al 0.05 de probabilidad en el cuadro 7, se observó que no son estadísticamente similares los tratamientos EM-A con el CONTROL –B (testigo), observándose en la figura 14 que el tratamiento EM-A es el que presenta mayor número promedio de raíces secundarias (44.2) y el que menor número promedio de raíces secundarias es el CONTROL-B (Testigo) 22.6.

Respecto a la interacción entre la procedencias de las semillas y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 3 y la figura 13, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el tratamiento BLAC -A es el que presenta mayor número promedio de raíces secundarias y el CONTROL – A (testigo) es el que presenta menor número promedio de raíces secundarias. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, los tratamientos BLAC-B y EM-B son los que presentan mayor número promedio de raíces y el CONTROL –B (testigo) es el que presenta menor número promedio de raíces secundarias.



**Figura 14** Efecto de los biofertilizantes en el promedio número de raíces secundarias en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

En lo que respecta a la variable longitud promedio de la raíz principal, se puede apreciar que ninguno de los biofertilizantes produce efecto significativo en los plántones diferentes al observado en los testigos de cada procedencia de semilla. Por otra parte, en lo que respecta a la variable número promedio de raíces secundarias, se aprecia que en la PROCEDENCIA A, el tratamiento que genera un mayor número promedio de raíces secundarias es el EM – A.

Al respecto Ramírez (2006), indica que las levaduras (microorganismos que se encuentran como componente del EM), generan sustancias bioactivas que actúan sobre la planta y otros microorganismos; favoreciendo el desarrollo de las plantas a través del incremento de la actividad celular y el número de raíces lo cual puede explicar el incremento superior del número promedio de raíces secundarias generado por el tratamiento EM-A. Sin embargo este resultado no se correlaciona con lo observado en la PROCEDENCIA B, en la cual se aprecia que todos los tratamientos generan el mismo incremento del número promedio de raíces secundarias, el cual difiere del incremento generado en los plántones empleados como CONTROL-B (testigo).

Con respecto a la variación de las características radiculares de las plantas por acción de los microorganismos, Bidwell (1993) y Pedraza, et.al. (2010), indican que las auxinas son los fitoestimuladores en los cuales se puede basar la acción de los biofertilizantes sobre el sistema radicular de la planta, ya que estos se emplean usualmente para fomentar el enraizamiento.



Las giberelinas, por otra parte, estimulan el crecimiento en los tejidos meristemáticos de las raíces las cuales se encuentran en constante producción de células. Así mismo, De-Bashan et.al. (2007), indica que los efectos de la inoculación se reflejan en diversos parámetros morfológicos de la raíz, como la longitud de la raíz, incremento del peso de la masa radicular entre otras.

#### 4.3 INCREMENTO DEL PH DEL SUSTRATO Y DISMINUCIÓN PORCENTUAL DE LA MATERIA ORGÁNICA

**Cuadro 8** Efecto de los biofertilizantes en el incremento del pH y la disminución de la M.O %, en plantones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

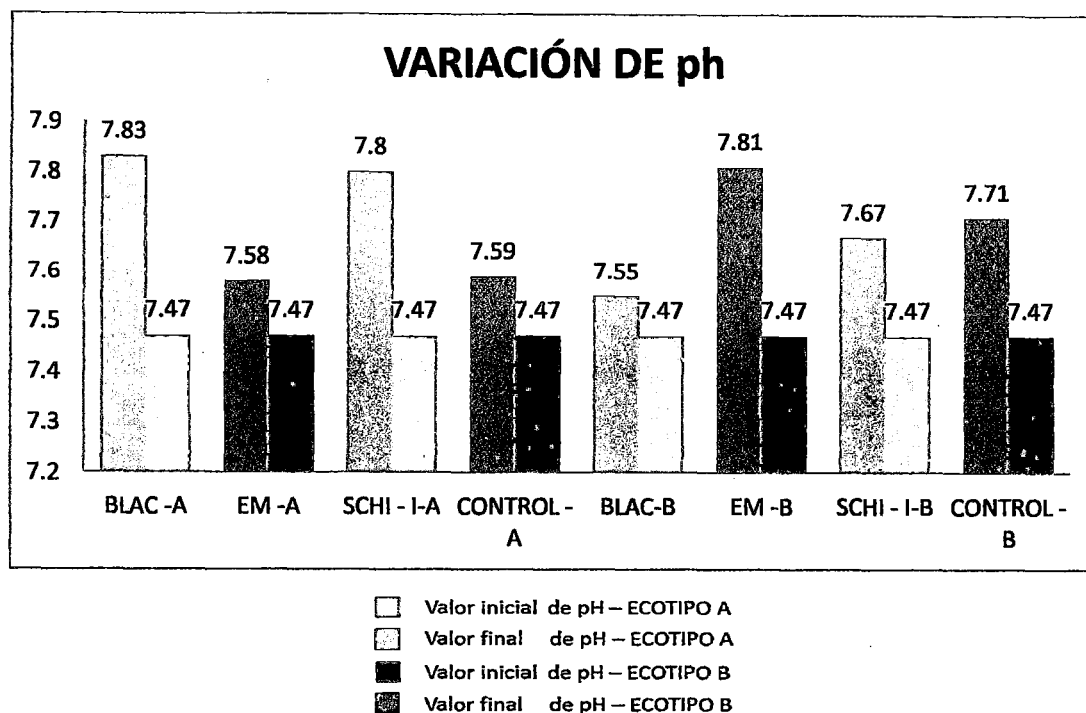
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>pH</b>	<b>M.O. %</b>
<b>BLAC-A</b>	0.36	0.06
<b>BLAC-B</b>	0.08	0.85
<b>SHI-A</b>	0.33	0.18
<b>SHI-B</b>	0.31	0.41
<b>EM-A</b>	0.11	0.9
<b>EM-B</b>	0.34	0.25
<b>CONTROL-A</b>	0.12	0.42
<b>CONTROL -B</b>	0.24	0.53

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se muestra en los ANEXO 3 y ANEXO 4, los valores de pH registrados en el sustrato, antes de iniciado el ensayo se encontraban dentro del rango de pH 7.1 – 7.8 de la clase ligeramente alcalinos (de acorde a la tabla de interpretación entregado en el INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO – FERTILIDAD), adjunto en el ANEXO 2. Así mismo, con respecto a los valores registrados en los diferentes sustratos una vez finalizado el ensayo, cabe indicar que en todos los casos estos valores se encontraron dentro de la clase Ligeramente alcalino.

De acorde a lo mostrado en el cuadro 3 y la figura 15. Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 3, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el tratamiento BLAC -A es el que presenta mayor incremento del pH y el EM - A es el que presenta menor incremento del pH. En lo que

respecta de la PROCEDENCIA B, el tratamiento EM - B es el que presenta mayor incremento del pH y el BLAC - B es el que presenta menor incremento del pH.

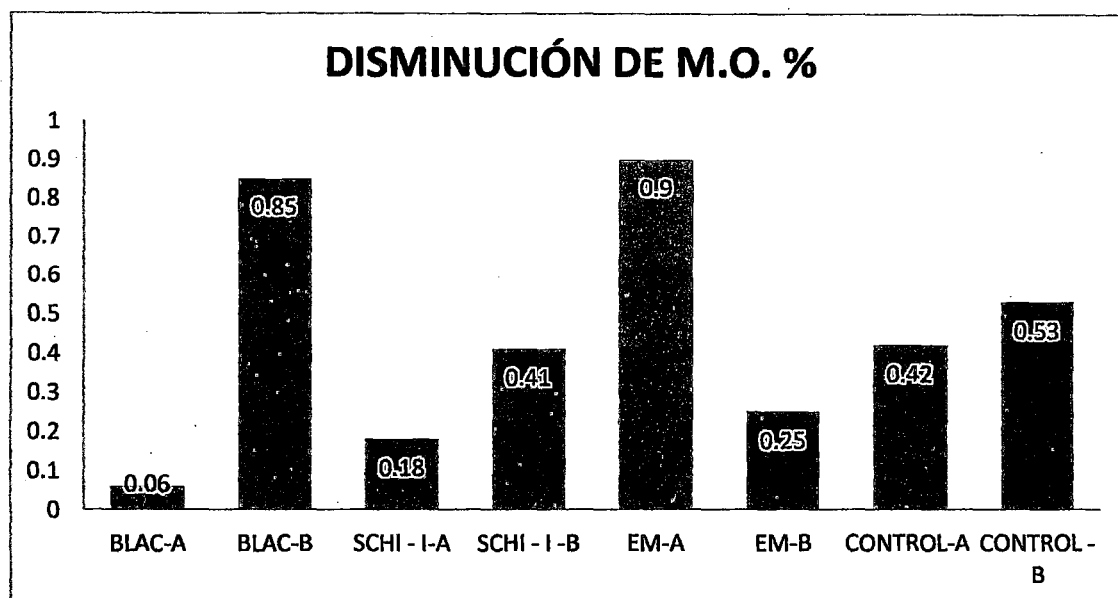


**Figura 15** Efecto de los biofertilizantes en la variación del pH en plantones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Tal como se muestra en los ANEXO 3 y ANEXO 4, la variación de M.O. % registrados en el sustrato, antes de iniciado el ensayo se encontraban dentro del rango de 2 – 4 por ciento correspondiente a la clase medio (de acorde a la tabla de interpretación entregado en el INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO – FERTILIDAD), adjunto en el ANEXO 2. Así mismo, con respecto a los valores registrados en los diferentes sustratos una vez finalizado el ensayo, cabe indicar que en todos los casos estos valores se encontraron dentro de la clase medio.

De acorde a lo mostrado en el cuadro 3 y la figura 16. Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 3, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el tratamiento EM -A es el que presenta mayor disminución de M.O % con respecto al valor inicial y el BLAC - A es el que presenta menor disminución de M.O % con respecto al valor inicial. En lo que respecta a la

PROCEDENCIA B, el tratamiento BLAC - B es el que presenta mayor disminución de M.O % con respecto al valor inicial y el EM - B es el que presenta menor disminución de M.O % con respecto al valor inicial.



**Figura 16** Efecto de los biofertilizantes en la variación de M.O. % en plantones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

#### 4.4 VARIACION DE LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO Y POTASIO

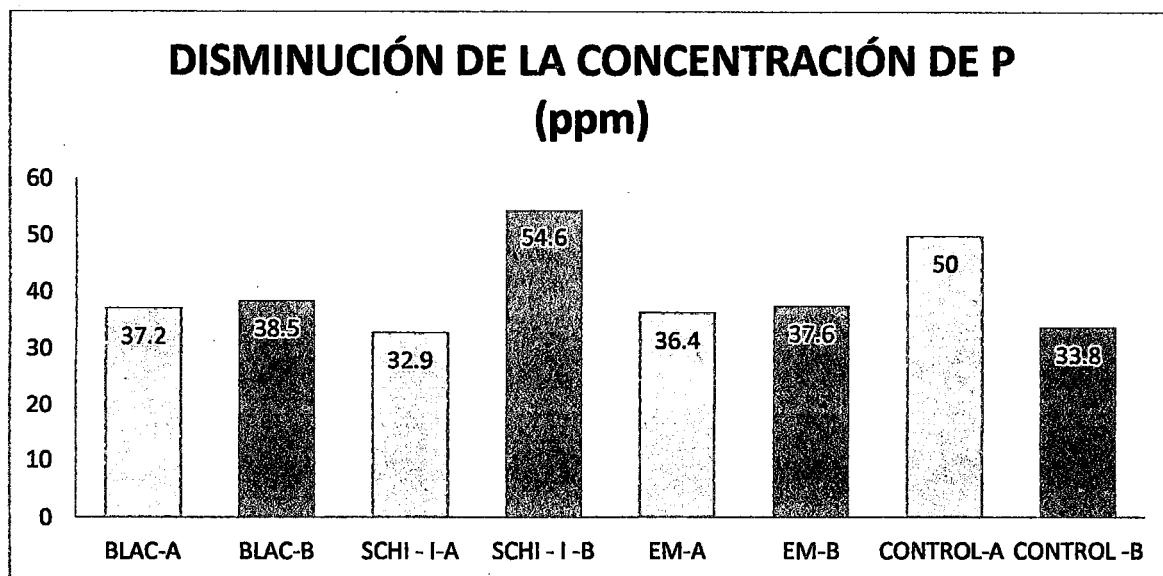
**Cuadro 9** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la disminución de la concentración de Fósforo y la variación de la concentración de Potasio en el sustrato de plantones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DISMINUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE P (ppm)</b>	<b>VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE K (ppm)</b>
<b>BLAC-A</b>	37.2	164
<b>BLAC-B</b>	38.5	150
<b>SHI-A</b>	32.9	110
<b>SHI-B</b>	54.6	-22
<b>EM-A</b>	36.4	224
<b>EM-B</b>	37.6	120
<b>CONTROL-A</b>	50	186
<b>CONTROL-B</b>	33.8	52

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se muestra en los ANEXO 3 y ANEXO 4, la concentración de P (ppm) registrados en el sustrato, antes de iniciado el ensayo se encontraban dentro del rango de > 14.0 correspondiente al nivel alto (de acorde a la tabla de interpretación entregado en el INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO – FERTILIDAD), adjunto en el ANEXO 2. Así mismo, con respecto a los valores registrados en los diferentes sustratos una vez finalizado el ensayo, cabe indicar que en todos los casos estos valores se encontraron dentro del nivel alto.

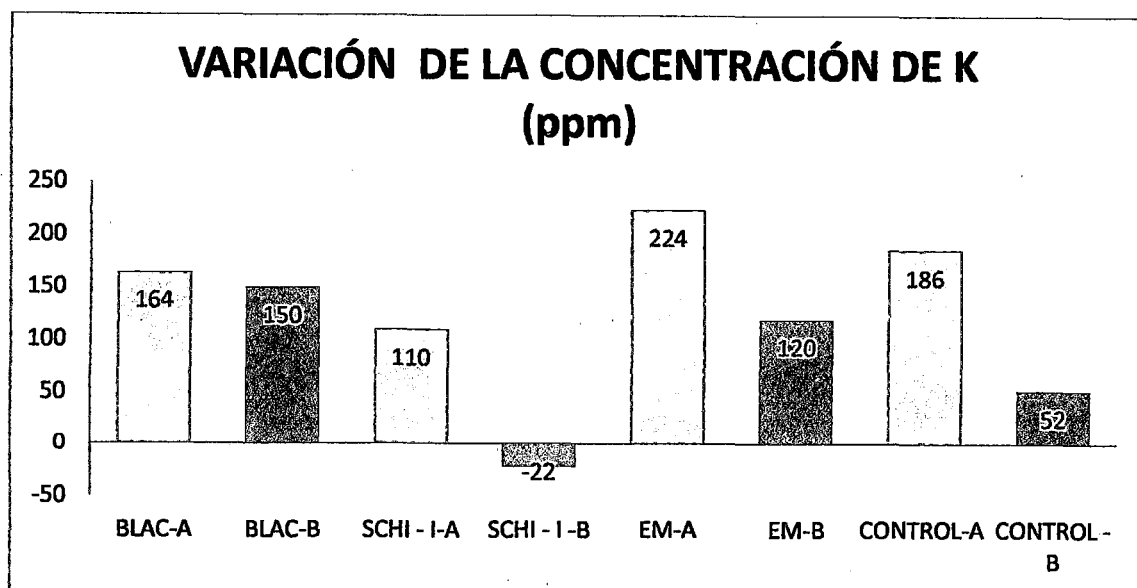
Respecto a la interacción entre las procedencias de las semillas y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 4 y la figura 17, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el CONTROL –A (testigo) es el que presenta mayor disminución de la concentración de P disponible en el suelo con respecto al valor inicial y el BLAC - A es el que presenta menor disminución de la concentración de P disponible en el suelo con respecto al valor inicial. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento SHI - B es el que presenta mayor disminución de la concentración de P disponible en el suelo con respecto al valor inicial y el CONTROL – B (testigo) es el que presenta menor disminución de la concentración de P disponible en el suelo con respecto al valor inicial.



**Figura 17** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de Fósforo (ppm) en el sustrato en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Tal como se muestra en los ANEXO 3 y ANEXO 4, la variación de K (ppm) registrados en el sustrato, antes de iniciado el ensayo se encontraban dentro del rango de > 240 correspondiente al nivel alto (de acorde a la tabla de interpretación entregado en el INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO – FERTILIDAD), adjunto en el ANEXO 2. Así mismo, con respecto a los valores registrados en los diferentes sustratos una vez finalizado el ensayo, estos valores se encontraron dentro del nivel alto.

Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 4 y la figura 18, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el CONTROL –A (testigo) es el que presenta mayor disminución de la concentración de K disponible en el suelo con respecto al valor inicial y el EM - A es el que presenta menor disminución de la concentración de K disponible en el suelo con respecto al valor inicial. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento BLAC - B es el que presenta mayor disminución de la concentración de P disponible en el suelo con respecto al valor inicial y el SHI - B es el que presenta menor disminución de la concentración de K disponible en el suelo con respecto al valor inicial.



**Figura 18** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de Potasio (ppm) en el sustrato en plántulas de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

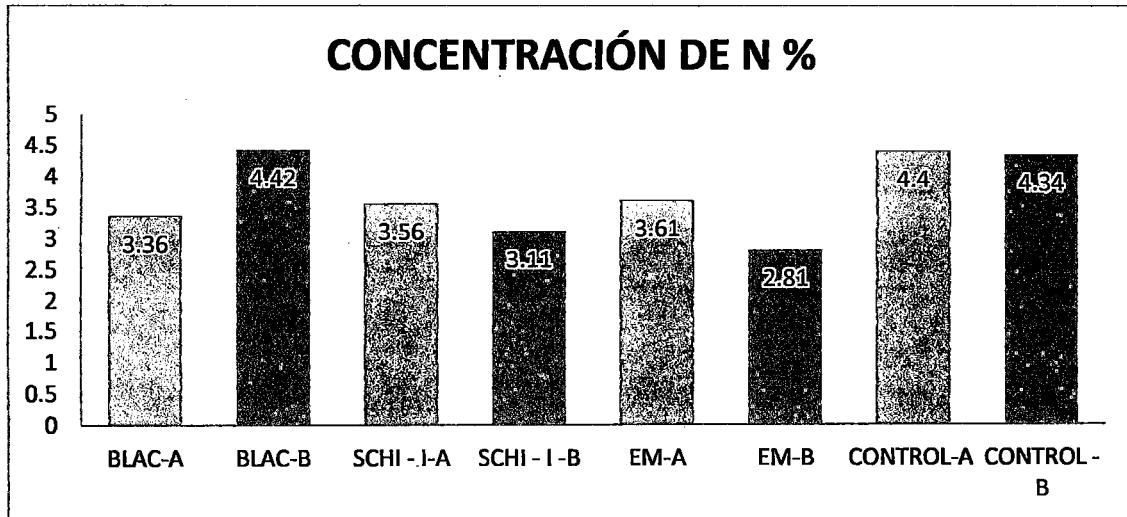
**Cuadro 10** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de N, P y K a nivel foliar en plántulas de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

TRATAMIENTO	N %	P %	K %
BLAC-A	3.36	0.25	2.76
BLAC-B	4.42	0.29	2.54
SHI-A	3.56	0.29	5
SHI-B	3.11	0.24	2.61
EM-A	3.61	0.23	4.65
EM-B	2.81	0.18	2.15
CONTROL-A	4.4	0.35	5.7
CONTROL-B	4.34	0.34	2.2

*Fuente: Elaboración propia*

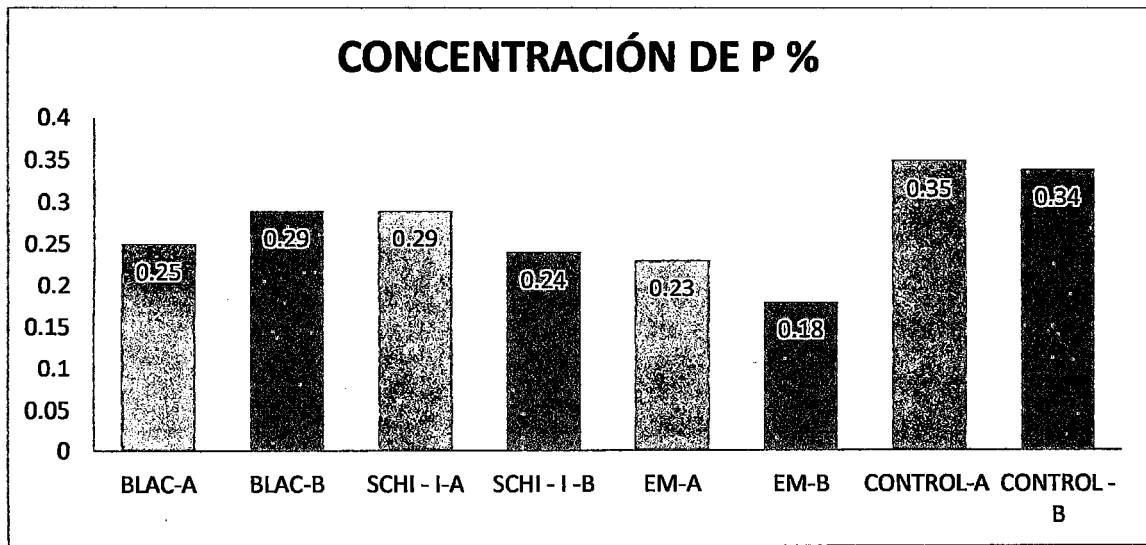
Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 5 y la figura 19, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el CONTROL -A (testigo) es el que presenta mayor concentración de N% a nivel foliar y el BLAC - A es el que presenta menor concentración de N% a nivel foliar. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento BLAC - B es el que presenta mayor

concentración de N% a nivel foliar y el EM - B es el que presenta menor concentración de N% a nivel foliar.



**Figura 19** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de Nitrógeno (%) a nivel foliar en plantones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.

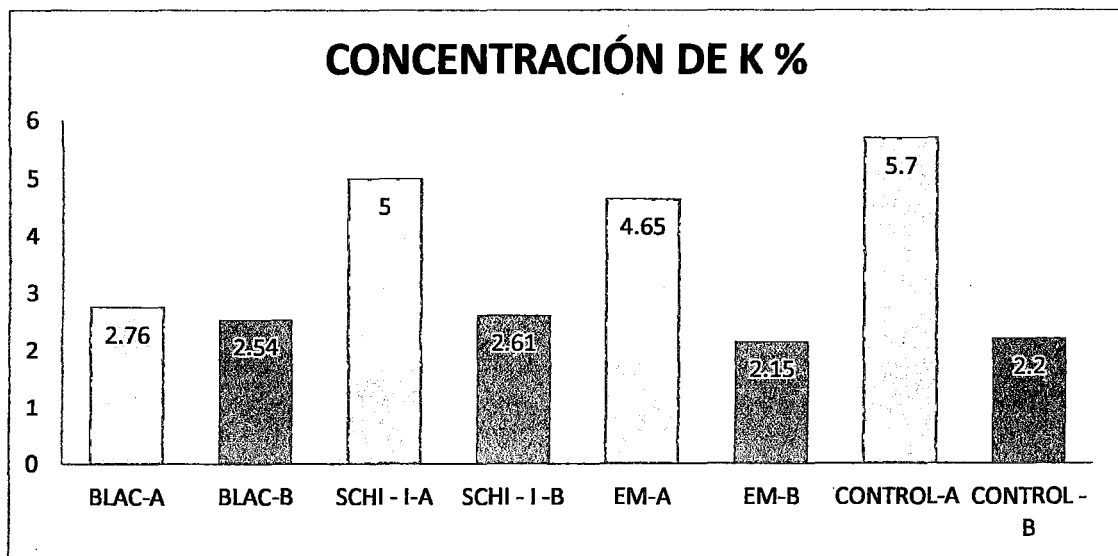
Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 5 y la figura 20, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el CONTROL -A (testigo) es el que presenta mayor concentración de P% a nivel foliar y el EM - A es el que presenta menor concentración de P% a nivel foliar. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el CONTROL - B (testigo) es el que presenta mayor concentración de P% a nivel foliar y el EM - B es el que presenta menor concentración de P% a nivel foliar.



**Figura 20** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de Fósforo (%) a nivel foliar en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 5 y la figura 21, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el CONTROL -A (testigo) es el que presenta mayor concentración de K % a nivel foliar y el BLAC - A es el que presenta menor concentración de K % a nivel foliar. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento SHI - B es el que presenta mayor concentración de K% a nivel foliar y el EM - B es el que presenta menor concentración de K% a nivel foliar.





**Figura 21** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la concentración de Potasio (%) a nivel foliar en plantones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Con respecto al fósforo se observa que a nivel de sustrato en la PROCEDENCIA A, el tratamiento que produce mayor disminución de la concentración de este elemento es CONTROL – A, y a nivel foliar se aprecia que el tratamiento que presenta mayor concentración de fósforo es CONTROL - A.

En lo que respecta la PROCEDENCIA B, se observa que a nivel de sustrato el tratamiento que produce mayor disminución de la concentración del P es SHI - B, y a nivel foliar se aprecia que el tratamiento que presentan mayor concentración de fósforo es CONTROL -B.

Al respecto, Fassbender et.al. (1987), indica que la cantidad de P disponible en suelo es limitante para el desarrollo de las plantas y que su disponibilidad puede incrementarse mediante la liberación de ácidos orgánicos, generados por la raíz y los microorganismos del suelo. Sin embargo este resultado permite inferir que en lo que respecta al fósforo, que el balance del consumo de los microorganismos del suelo y el incremento de la disponibilidad del elemento que generan estos microorganismos es negativa para los plantones pues hay mayor concentración del elemento tanto a nivel de sustrato como a nivel foliar en el caso de los testigos.

Con respecto al potasio se observa que a nivel de sustrato, en la PROCEDENCIA A, el tratamiento que produce mayor incremento de la concentración de este es EM - A, y a nivel

foliar se aprecia que el tratamiento que presenta mayor concentración de potasio es CONTROL - A.

En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, se observa que a nivel de sustrato el tratamiento que produce mayor disminución de la concentración de este es BLAC - B, y a nivel foliar se aprecia que el tratamiento que presentan mayor concentración de potasio es SHI -B.

En este sentido se puede apreciar que la mayor disponibilidad en el sustrato de este elemento no asegura que se incremente su presencia a nivel foliar pues de acorde a lo indicado por Alexander (1981), la disponibilidad de este elemento se puede incrementar gracias a la liberación de ácidos orgánicos generados por la raíces y microorganismos y lo indicado por Fassbender et.al. (1987), el cual menciona que es un elemento que puede perderse por la aplicación de cierta cantidad de riego.

Por otra parte, con respecto a la concentración de N a nivel foliar. En lo que respecta a la PROCEDENCIA A, la concentración es mayor en el caso del CONTROL -A (testigo) y menor en el caso BLAC-A. Mientras que en los plantones de la PROCEDENCIA B, es mayor en el caso del BLAC-B y menor en el EM - B.

En lo que respecta a la PROCEDENCIA A, se puede apreciar que el incremento de la concentración de nitrógeno es mayor en los plantones a los cuales no se incorporó ningún biofertilizante y menor en el caso de plantones a los que se aplicó EM. Al respecto Fassbender et.al. (1987) y Coyne (2000), indican que los aminoácidos producto de la amonificación pueden ser inmovilizados por acción de los microorganismos lo cual disminuiría su disponibilidad en el sustrato.

Las diferentes concentraciones de nitrógeno detectados como producto de la aplicación de los biofertilizantes BLAC, SHI y EM se pueden explicar por lo mencionado por Fassbender et.al. (1987) y Coyne (2000), los cuales indican que los aminoácidos pueden ser inmovilizados en diferentes proporciones dependiendo de las condiciones particulares del sustrato; estas condiciones son generadas entre otros factores por la presencia y acción específica de los microorganismo, los cuales en estos plantones estuvieron formados por los microorganismos incorporados y las cepas nativas.

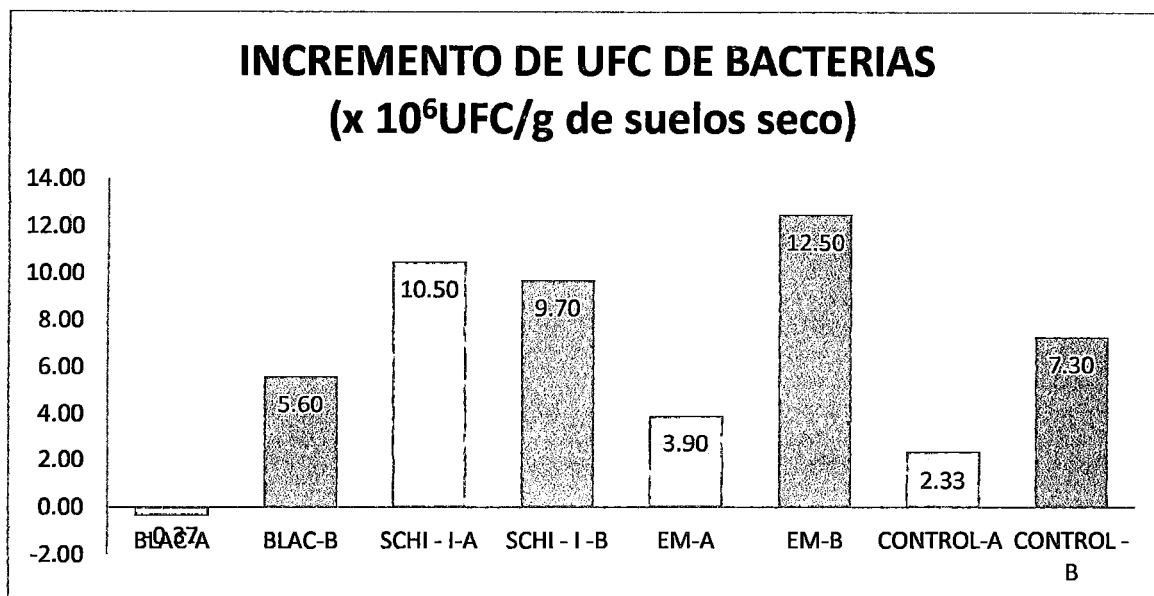
#### 4.5 VARIACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLINAS (UFC) DE BACTERIAS Y HONGOS

**Cuadro 11** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la cantidad de Bacterias y Hongos (UFC) en el sustrato en plantones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>BACTERIAS (<math>\times 10^6</math> UFC/g de suelos seco)</b>	<b>HONGOS (<math>\times 10^5</math> UFC/g de suelos seco)</b>
<b>BLAC-A</b>	-0.37	1.15
<b>BLAC-B</b>	5.60	1.07
<b>SHI-A</b>	10.50	1.07
<b>SHI-B</b>	9.70	1.37
<b>EM-A</b>	3.90	1.30
<b>EM-B</b>	12.50	1.20
<b>CONTROL-A</b>	2.33	0.97
<b>CONTROL -B</b>	7.30	1.23

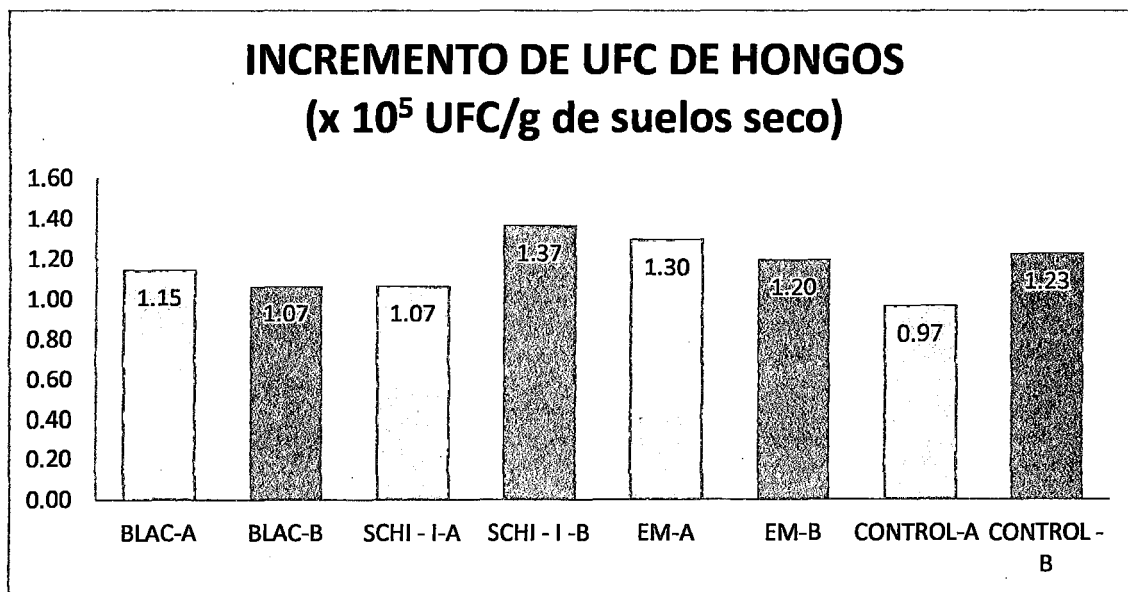
*Fuente: Elaboración propia*

Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 6 y la figura 22, se observa que en el caso del PROCEDENCIA A, el tratamiento SHI-A es el que presenta mayor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias con respecto al valor inicial y el BLAC - A es el que presenta una disminución de Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias con respecto al valor inicial. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento EM-B es el que presenta mayor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias con respecto al valor inicial y el BLAC - B es el que presenta menor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias con respecto al valor inicial.



**Figura 22** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la cantidad de Bacterias (UFC) en el sustrato en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

Respecto a la interacción entre la procedencia de la semilla y los diferentes tipos de microorganismos empleados, en el cuadro 6 y la figura 23, se observa que en el caso de la PROCEDENCIA A, el tratamiento EM-A es el que presenta mayor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos con respecto al valor inicial y el CONTROL - A (testigo) es el que presenta una disminución de Unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos con respecto al valor inicial. En lo que respecta a la PROCEDENCIA B, el tratamiento SHI - B es el que presenta mayor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos con respecto al valor inicial y el BLAC - B es el que presenta menor incremento de Unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos con respecto al valor inicial.



**Figura 23** Efecto de los biofertilizantes en la variación de la cantidad de Hongos (UFC) en el sustrato en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.

En lo que respecta al BLAC, aplicado tanto en la PROCEDENCIA A o la PROCEDENCIA B, se puede apreciar que se genera una disminución de la población en UFC contabilizadas al final de tratamiento (mayor cantidad de población en el sustrato antes de incorporado el biofertilizante) a medida que los valores de pH se incrementan. Esto coincide con lo indicado por la Universidad de la Pampa (s.f.) que menciona que la acidificación del medio donde se encuentran los microorganismos es una de las consecuencias de su metabolismo, al tornarse este medio alcalino por la confluencia de diferentes factores limita el desarrollo de los microorganismos que no presenten ese rango de pH como ideal o permisible para su desarrollo. Así mismo Ramírez (2006), indica que las bacterias lácticas requieren de factores de crecimiento complejos, los cuales pueden haberse hallado en el sustrato en cantidades suficientes durante los primeros periodo de su desarrollo pero no haber sido generados en cantidades necesarias para abastecer al nuevo volumen de población.

Con respecto a esto último, Loredó-Ostí, et.al. (2004) indica que una vez incorporadas al suelo las bacterias experimentan una fase de crecimiento exponencial a partir del cual el número de colonias se reduce hasta alcanzar la fase estacionaria, la cual se presentan por agotamiento del suministro de algún nutriente esencial o cambios en las condiciones de pH en los medios de cultivo. Benintende, s.f.; Loredó-Ostí et.al., 2004 indican, que el periodo de latencia se prolonga en tanto no se presenten condiciones adversas que mermen las poblaciones.

Sin embargo se debe considerar lo indicado por Orozco (1999) citado por Jaramillo (2002) acerca de las condiciones de pH las cuales son particulares para cada tipo de microorganismo. Así mismo, Fassbender et.al. (1987) que indica que las bacterias que generan la nitrificación realizan este proceso de forma más óptima a mayores valores de pH. Esto último permite inferir que debido al incremento de pH, las bacterias nitrificantes se desarrollaron en forma óptima compitiendo por los recursos con las bacterias lácticas en etapa de latencia siendo el factor que generó una merma en la población de BLAC.

En lo que respecta al biofertilizante SHI, se puede indicar que genera un mayor incremento de UFC de bacterias en los plantones de la PROCEDENCIA A y en lo que respecta a las UFC de hongos, genera un mayor incremento en los plantones de la PROCEDENCIA B. Pero en ambos casos este incremento de UFC se asocia con uno de los mayores incrementos de pH mostrados por los tratamientos. Esto no coincide por lo mencionado por Coyne (2000), acerca de que la actividad de los hongos, la cual es mayor en medios relativamente ácidos ( $\text{pH} < 6$ ) por lo cual indica que los hongos presentes en la comunidad de microorganismos SHI son tolerantes a las condiciones de alcalinidad generadas en el sustrato como producto del desarrollo de los plantones y las interacciones generadas.

Con respecto al biofertilizante EM, se puede apreciar que se genera el mayor incremento de UFC de bacterias en los plantones de la PROCEDENCIA B. Esto al ser comparado con lo indicado por Ramírez (2006), indica que en esta etapa del desarrollo de los plantones, las comunidades de bacterias que prefieren medios alcalinos se encuentran en mejores condiciones para realizar su actividad, sin embargo cabe resaltar que el éxito de la aplicación de EM se basa en los beneficios generados en conjunto por los diferentes géneros de microorganismos que lo conforman. Por ende habría que determinar los rangos de pH a partir de los cuales las condiciones del medio afectan la actividad de los microorganismos y por ende su efectividad.

Por otra parte, Pedraza, et.al. (2010), indica que la participación de los microorganismos en el suelo depende de su estado fisiológico, su actividad enzimática y la concentración y disponibilidad de los compuestos a utilizar.

En este sentido y de acuerdo a lo indicado en la figura 15, se aprecia que en lo que respecta a la PROCEDENCIA A, el tratamiento que genera mayor disminución de materia orgánica en el sustrato es el EM-A (mayor consumo de materia orgánica debido a su desarrollo) y el que genera menor disminución es el BLAC-A. Mientras que en el caso de la PROCEDENCIA B,

se aprecia que el tratamiento que genera mayor disminución de la materia orgánica es el BLAC-B y el que genera menor disminución es el EM –B.

De acuerdo lo indicado por Pedraza, et.al. (2010), la concentración y disponibilidad de los compuestos a utilizar es un indicador de la actividad de las poblaciones de microorganismos en suelo. Sin embargo se observa en el que en el caso del EM, aplicado en los plantones de la PROCEDENCIA –B, la disminución de la materia orgánica presente en el suelo es una de las menores (con respecto a la disminución generada por los otros tratamientos) y no se correlaciona con la cantidad de UFC de hongos y bacterias que sostuvo pues estos valores se encuentran entre los más altos.

Mientras que en el caso de la PROCEDENCIA A, se puede apreciar que la disminución de la cantidad de materia orgánica es la mayor registrada y que esta sostuvo a una población menor de UFC de bacterias y a una población similar DE UFC de hongos observada en los plantones de la PROCEDENCIA B.

Esta situación se repite en lo observado para los tratamientos en los cuales se empleó BLAC como biofertilizante (BLAC-A y BLAC-B) y en el caso de los testigos (CONTROL-A y CONTROL-B)

Pero los tratamientos en los cuales se empleó SHI como biofertilizante difieren de esta situación. Así en el caso del SHI -A se aprecia un mayor número de UFC de bacterias y menor número de UFC de hongos con respecto a lo observado en SHI -B. Sin embargo la disminución de la materia orgánica (consumo de los microorganismos) es mayor en el caso de SHI -B.

## 5. CONCLUSIONES

- El biofertilizante que genera mayores incrementos en la altura y el diámetro de cuello en los plantones de la PROCEDENCIA – B es el SHI. Puesto que en los plantones de la PROCEDENCIA A, el mayor incremento de diámetro de cuello se observó en el testigo y no se apreció una diferencia significativa de incremento de altura entre los diferentes tratamientos.
- La longitud de la raíz principal no mostró diferencias significativas frente a la aplicación de los biofertilizantes en los plantones de las dos diferentes procedencias.
- El biofertilizante que generó mayor incremento del número de raíces secundarias es el EM, observado en los plantones de la PROCEDENCIA – A, puesto que en los plantones de la PROCEDENCIA B no se observaron diferencias significativas del número de raíces secundarias entre los tratamientos.
- A nivel foliar, la aplicación de los biofertilizantes no generó mayor concentración de Fósforo con respecto al testigo. Mientras que a nivel de sustrato, en los plantones de la PROCEDENCIA – A ninguno de los biofertilizantes generó una mayor disminución de la concentración de Fósforo que el testigo y en los plantones de la PROCEDENCIA –B, el SHI es el que generó una mayor disminución de la concentración de Fósforo.
- A nivel foliar, la aplicación de los biofertilizantes no generó mayor concentración de Potasio con respecto al testigo. Mientras que a nivel de sustrato en todos los plantones se apreció un incremento de la concentración de Potasio a excepción de los plantones de la PROCEDENCIA B a los que se aplicó SHI.
- A nivel foliar, el testigo mostró mayor concentración de Nitrógeno en los plantones de la PROCEDENCIA A; mientras que en los plantones de la PROCEDENCIA –B, el BLAC mostró mayor concentración de Nitrógeno.



## **6. RECOMENDACIONES**

- Las procedencias de las semillas de *Caesalpinia spinosa*, a partir de las cuales se generaron los plantones cuyas características diferenciales son la procedencia de las semillas y tiempo de almacenamiento, pueden haber tenido algún efecto en los resultados encontrados por lo que es necesario realizar estudios de comportamiento fisiológico de la semilla desde la cosecha hasta la germinación.
- Debido a que la concentración de los biofertilizantes (concentración de biofertilizantes en la solución empleada para el riego) fue la misma en todos los tratamientos, se recomienda realizar ensayos aplicando otras concentraciones de biofertilizante para poder hallar, en caso existiera, el mayor efecto de los biofertilizantes sobre el desarrollo de los plantones.
- Dado que no se conocen las especies de microorganismos de hongos y bacterias que forman parte de los productos empleados, se recomienda realizar un estudio de caracterización de estas poblaciones, así como un estudio del contenido de macronutrientes presentes en el medio de cultivo en el que se encuentran dichos microorganismos al momento de aplicarse en solución.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

- Acuña, O .s.f.** El uso de biofertilizantes en la agricultura (en línea). CR. Consultado el 16 de ene. 2014. Disponible en: <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-yconcienciacion/cenat/biofertilizantes.pdf>
- Aguirre, J.; Irizar, M.; Durán A.; Grajeda O.; Peña, M.; Loredó C.; Gutiérrez A.** 2009. Los fertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México (en línea). Centro de Investigación Regional Pacífico Sur Campo Experimental Rosario Izapa. (en línea). Chiapas, MX. Consultado el 16 de ene. 2014. Disponible en [http://www.redsicta.org/rhizobium\\_Pdf/BIOFERTILIZANTES%20MICROBIANOS.pdf](http://www.redsicta.org/rhizobium_Pdf/BIOFERTILIZANTES%20MICROBIANOS.pdf)
- Alarcón, A.** 2000. Biofertilizantes: importancia y utilización en la Agricultura Técnica en México. Agricultura Técnica en México. 26 (2): 191-203.
- Alexander, M.** (1980). Introducción a la microbiología del suelo (en línea). AGTEditor, S.A. México D.F. 489 p. Asociación Nacional de Fertilizantes (ANFFE). La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual Productiva y sostenible. (en línea) . MX. Consultado el 16 de ene. 2014. Disponible en <http://www.eneral.info/pdf/p17-5.pdf>
- Armenta, A.; García, C.; Camacho, R.; Camacho, R.; Apodaca, M.; Montaya, G.; Nava, E.** 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Universidad Autónoma Indígena de México. Ra Ximhai, 6 (1): 51-56. (en línea). MX. Consultado el 03 jul. 2014. Disponible en <file:///C:/Users/Maylhi/Downloads/Dialnet/BiofertilizantesEnElDesarrolloAgricolaDeMexico-3205749.pdf>

**Ayala, D.** 2010. Efecto de dos biofertilizantes en el estado sanitario y establecimiento de plántones de *Acacia longifolia*. Tesis Ing. Forestal. Lima – Perú. UNALM. 116 p.

**Ayala, D.** 2014. Evaluación del efecto de dos biofertilizantes en el vigor de Shihuahuaco (*Dypterix* spp) y biomasa microbiana de suelos degradados en selva. Tesis Mg. En suelos. Perú. UNALM.

**Bailetti, F.; Gamarra, A.; García, W.; Venegas, B.**2004. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de "Tara ". *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze para la obtención de polvo ultra fino y su exportación a la Comunidad Económica Europea. Trabajo de Investigación Ing. Agr.; Ing. Zootecnista. Lima – Perú. UNALM. 190 p.

**Benintende, S.; Sánchez, C. s.f.** Microorganismos del suelo (en línea) .AR. Consultado el 09 set. 2014. Disponible en [http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/unidad\\_3\\_crecimiento\\_bacteriano.pdf](http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/unidad_3_crecimiento_bacteriano.pdf)

**Bidwell, R.** 1993. Fisiología vegetal. AGT EDITOR S.A. Mexico BIOEM - EM Microorganismos Eficaces. (en línea). MX. Consultado el 03 de febrero de 2014. Disponible en: <http://www.bioem.com.pe/>

**Bossio, F.** 2004. Obtención de un biofertilizante basado en residuos de pescado y roca fosfatada”. Tesis Ing. Agr. UNALM- Perú. Lima. PE.

- Brechelt, A. 2004.** Manejo Ecológico del Suelo. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL) - República Dominicana. Ed. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). (en línea). Santiago de Chile, CL. Consultado el 03 de febrero de 2014. Disponible en: [http://bioinsumosagric.ucoz.com/\\_ld/0/90\\_Manejo\\_Ecologic.pdf](http://bioinsumosagric.ucoz.com/_ld/0/90_Manejo_Ecologic.pdf)
- Cano, M. 2011.** Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. A review of interaction of beneficial microorganisms. *Mycorrhizae, Trichoderma spp. and Pseudomonas spp.* U.D.C.A Act. & Div.Cient. 14 (2):15-31. (en línea). Bogotá, CO. Consultado el 10 de julio de 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03>
- Cabello, I. 2009.** Monografía para el cultivo de la “Tara” *Caesalpinia Spinosa* (Molina) Kuntze. Perúbiodiverso. (en línea). Lima, PE. Consultado el 4 de set. 2014. Disponible en <http://perubiodiverso.pe/assets/Monograf%C3%ADa-del-cultivo-de-la-tara1.pdf>
- Cabezas, A. 2001.** Evaluación biológica de la disponibilidad de nutrientes mediante la técnica del elemento faltante con aplicación foliar en suelo de Costa Central. Tesis Ing. Agr. UNALM- Perú. Lima. Perú.
- Cervantes F. 2009.** Abonos Orgánicos. Profesor Titular del Centro de Formación Profesional Agraria E.F.A. Campomar (en línea). Madrid, ES. Consultado el 8 de jun. 2014. Disponible en [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- Coyne, M. 2000.** Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo. Trad. M. Rasskin. Madrid. ES. 416 p.

**De-Bashan, L.E.; Holguin, G., Glick, B.R; Bashan, Y.** 2007. Bacterias promotoras de crecimiento en plantas para propósitos agrícolas y ambientales. Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-microorganismo. Ed. Trillas. (en línea). México D.F., MX. Consultado el 4 de jun. 2014. Disponible en [file:///C:/Users/Maylhi/Downloads/00463529fa14fe2258000000%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Maylhi/Downloads/00463529fa14fe2258000000%20(4).pdf)

**De la Cruz.** 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. Revista del Instituto de Investigación FIG MMG. Vol.7. Num 14, 64-73-Lima-PE.

**Dibut, B.** 2006. Obtención y manejo de biofertilizantes como insumos indispensables de la agricultura sostenibles de la agricultura sostenible. Memoria Agricultura Orgánica. Fundación produce. (en línea). Sinaloa, MX. Consultado el 27 de enero de 2014. Disponible en: [http://www.fps.org.mx/divulgacion/images/stories/que\\_hacemos/publicaciones/test/Agricultura %20organica.pdf](http://www.fps.org.mx/divulgacion/images/stories/que_hacemos/publicaciones/test/Agricultura%20organica.pdf)

**ECOBONA .**2009. LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) en Perú, Bolivia y Ecuador. Análisis de la Cadena Productiva en la Región.

**Enriquez, J.** 2009 .Cambios físicos, químicos, biológicos del suelo y nutricionales en las plantas. (en línea). ES. Consultado 3 de set. 2014. Disponible en: <http://redsocialeducativa.euroinnova.edu.es/pg/blog/read/393728/cambios-fsicos-quimicos-biologicos-del-suelo-y-nutricionales-en-las-plantas>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT); IFA (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes).** 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. 4. ed. (en línea). París, FR. Consultado 04 de set. 2014. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

**Fasbender, W.** 1985. Química de suelos. Ed. IICA. (Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. 420 pp. (en línea). San José, CR. Consultado el 12 ago. 2012. Disponible en [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej10articulos PDF/Art%5 B1% 5D%2 04%20Abonos. pdf?origin=publication\\_detail](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej10articulos PDF/Art%5 B1% 5D%2 04%20Abonos. pdf?origin=publication_detail)

**Flores, 2005.** *Cesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “tara o taya” Perú. *Caesalpinia spinosa* la alternativa para el desarrollo de la sierra (en línea). PE. Consultado 10 jul. 2014. Disponible en [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf).

**IFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Disciplinarias en conservación y mejoramiento de ecosistemas Forestales).** 1995. Viveros Forestales. Coayacán, MX.

**Guerrero, R.** 2011. Determinación de la visibilidad y su correlación con el contenido de goma y tanino en la especie *Caesalpinia spinosa*. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. UNALM. 147 p.

**Infoagro.** 2009. Importancia de los Microorganismos del Suelo. Portal (en línea). Madrid, ES. Consultado 10 mar 2014. Disponible en [http://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos\\_beneficiosos\\_cultivos.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm)

**Jaramillo, D.** 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias de Medellín. CO. (en línea). Medellín, CO. Consultado 5 de jun 2014. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>.

**Leveau, J. Bouix, M** 2000. Microbiología industrial de interés industrial. Ed. Acribia S.A. Zaragoza ES. 578p.

**Loredo-Osti, C; López-Reyes, L.; Espinosa-Victoria, D.**2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *TERRA Latinoamericana*, 22(2):225-239. (en línea). Chapingo MX. Consultado 3 de ago 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322211.pdf>

**Mancero, L.** 2009. LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la Cadena Productiva en la Región: Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA. Serie Investigación y Sistematización 02. PROGRAMA REGIONAL ECOBONA-INTERCOOPERATION. (en línea). Chapingo, MX. Consultado el 9 de jun 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322211.pdf>

**Madigan, M.; Martinko, J.; Stahl, D.; Clark, D.** 2004. *Biología de los microorganismos*. 10.ed. Ed. Pearson- Prentice-Hall. Madrid ES.1089 p.

**Madigan, M.; Martinko, J.; Stahl, D.; Clark, D.** 2011. *Brock Biology of Microorganisms*. 13.ed. Ed. Pearson- Prentice-Hall. Madrid ES. 1155 p (en línea). Consultado 20 dic 2014. Disponible en <http://www.slideshare.net/scienceguruT/brocks-biology-of-microorganisms-13e>

**Martínez-Viera, R.; Dibut, B.; Ríos, Y.** 2010. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *cultrop*. 31(3). (en línea). La Habana, CU. Consultado 20 jun 2014. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362010000300009-&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362010000300009-&script=sci_arttext)

43706

- Marquina, R.** 2008. Evaluación del impacto socioeconómico del aprovechamiento de la tara (*Caesalpinia spinosa* Molina) en la comunidad campesina San Pedro de Pampay considerando el enfoque de género. Tesis Mag. Sc. Lima – Perú. 117 p.
- Morales, M.** s.f. ANÁLISIS - Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. (en línea). MX. Consultado 16 ene 2014. Disponible en: [http://www.pa.gob.mx/publica/rev\\_36/Marcel%20Morales%20Ibarra.pdf](http://www.pa.gob.mx/publica/rev_36/Marcel%20Morales%20Ibarra.pdf)
- Núñez, E. R. J.** 1965. Memoria del II congreso sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Tomo II. 60 p.
- Ogata, K.** 2006. Diversidad de microorganismos en la rizósfera de “tara” (*Caesalpinia spinosa*) (Molina) Kuntze y su efecto en el crecimiento del cultivo. Tesis para optar el Título de biólogo (en línea). Lima PE. Consultado 15 jul 2014. Disponible en [http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/lima/diversidad\\_de\\_microorganismos\\_en\\_la\\_rizosfera\\_de\\_tara.pdf](http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/lima/diversidad_de_microorganismos_en_la_rizosfera_de_tara.pdf)
- Pedrazal, R.; Teixeira, K.; Fernández, A.; García, I; Baca, B.; Azcón, R.; Baldani, V.; Bonilla, R.** 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. En: Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 11 (2):155-164. (en línea). CO. Consultado 10 de ene 2014. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/Microorganismos.pdf>
- Primo.** 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara: *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria* an integral and rational utility of Tara (*Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*). Revista del Instituto de Investigación FIGMMG. 7(14): 64-73



- Pritchett, W.** 1986. Versión española: Hurtado, J. Suelos Forestales: Propiedades, conservación y mejoramiento. Ed. LIMUSA. MX.
- ProFound – Advisers In Development.** 2008. Estudio de Mercado TARA: *CAESALPINIA SPINOSA*. Elaborado para SIPPO (Swiss import Promotion Programme)
- Ramírez, M.** 2006. Tecnología de microorganismos efectivos (EM) Aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química. Especialización Ingeniería Ambiental Bucaramanga. (en línea). CO. Consultado 15 jun2014. Disponible en file:///C:/Users/Maylhi/Downloads/MICROORGANISMOS%20EFICIENTES %20TESJS.pdf
- Red Nacional para el Desarrollo Forestal .**1996. *Caesalpinia spinosa*: La alternativa para el desarrollo de la sierra. Research Organization, 2013. EM - Microorganismos Eficaces (en línea). Lima, PE. Consultado 3 de feb. 2014. Disponible en <http://www.bioem.com.pe/>
- Reynel, C.; Morales, C.** 1990. Agroforestería tradicional en los Andes del Perú: un inventario de tecnologías y especies para la integración de la vegetación leñosa a la agricultura. Lima –Perú. Ministerio de Agricultura, Lima PE.
- Reynel, C; Pennington, T. D.** 2006. Árboles útiles del Ande peruano: Una guía de identificación, ecología y propagación de las especies de la Sierra y los Bosques Montanos en el Perú. Lima. 1ra. Edición. 473p.
- Rincón, E.**1989. Nutrición Mineral. En: Boletín de la sociedad botánica de México. Núm. 49. Comité editorial para el período 1988 – 1990. Bol. Soc. Bot. México 49:7 – 17.

**Sanzano, A.** (s.f.). Química del suelo: El fósforo. (en línea). Tucumán, AR. Consultado el 11 de ene 2014. Disponible en: <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fosforo%20del%20Suelo.pdf>

**Silva, A.** s.f. La materia orgánica del suelo. Consulta (en línea). Consultado el 5 de sep de 2014. Montevideo, UY. Disponible en <http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia+organica+del+suelo.pdf>

**SISTEMA BIOBOLSA. No hay desechos, solo recursos.** Manual de Biol aplicaciones de biol en diferentes cultivos agrícolas. (en línea). MX. Consultado el 5 mar 2014. Disponible en <http://sistemabiobolsa.com/wp-content/uploads/2013/08/Sistema-Biobolsa-Manual-del-BIOL-web.pdf>

**Solid OPD (Organización Privada de Desarrollo).** 2010. Marco referencial - Programa modular para el manejo técnico del cultivo de tara (en línea). Ayacucho, PE. Consultado el 11 de ene. de 2012. Disponible en: <http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Marco%20referencial%20-%20Tara.pdf>

**Suquilanda , M.** El biol: fitoestimulante orgánico. Ed. Fundagro. 37 pp. Quito GQ.

**Segura, J.** 2006. Evaluación del Efecto de los microorganismos efectivos (EM) en el rendimiento del maíz híbrido PM -212 en el valle de Yauca – Arequipa. Tesis Lic. Ing. Agr. Lima PE. UNALM. 128 p.

**Trinidad, A. s.f. Abonos orgánicos.** SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural (en línea). Texcoco, MX. Consultado 12 jun 2014. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos %20 organicos.pdf>

**Vigo, E; Quiroz, V. 2007.** Manual El cultivo de Tara en Cajamarca (en línea). Cajamarca, PE. Consultado el 14 de jun 2014. Disponible en: [http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/cajamarca/revista\\_cultivo\\_tara.pdf](http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/cajamarca/revista_cultivo_tara.pdf)

**Villanueva, C. 2007.** La tara: “El oro verde de los Incas para el mundo”. Ediciones AGRUM Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú

**Universidad de la Pampa - Facultad de Agronomía - Santa Rosa – Argentina. s.f.** (en línea). Argentina, AR. Consultado el 10 jun 2014. Disponible en <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/BACTERIAS-LACTICAS.pdf>

**Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. 2006.** PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTES DE LABORATORIO A CAMPO (en línea). Bogotá, CO. Consultado el 16 ene 2014. Disponible en: [https://www.google.com.pe/?gws\\_rd=cr&ei=KaDYUrqEOsykQeol4GYBQ#q= biofertilizantes&start=10](https://www.google.com.pe/?gws_rd=cr&ei=KaDYUrqEOsykQeol4GYBQ#q= biofertilizantes&start=10).

# ANEXO 1

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Cuadro 1: Efecto de los biofertilizantes en el análisis de variancia del incremento del diámetro del cuello en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.**

FUENTE	GL	CM	p-valor	Sign.
Modelo	7	2.33	< 0.0001	*
Procedencia	1	0.0042	0.8896	n.s
Biofertilizantes	3	1.78	< 0.0001	*
Procedencia y Biofertilizante	3	3.67	< 0.0001	*
Error	232	0.22	-	-
Total	239	-	-	-
C.V. (%)	62.23	-	-	-

**Cuadro 2: Efecto de los biofertilizantes en el análisis de variancia del incremento de la altura en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.**

FUENTE	GL	CM	p-valor	Sign
Modelo	7	46.72	< 0.0001	*
Procedencia	1	163.19	< 0.0001	*
Biofertilizantes	3	29.96	0.0003	*
Procedencia y Biofertilizante	3	24.66	0.0014	*
Error	232	4.62	-	-
Total	239	-	-	-
C.V. (%)	42.71	-	-	-

**Cuadro 3: Efecto de los biofertilizantes en el análisis de variancia en la longitud de la raíz principal en plántones de "Tara" durante su desarrollo en vivero.**

FUENTE	GL	CM	p-valor	Sign
Modelo	7	74.21	0.9403	n.s.
Procedencia	1	135.53	0.4516	n.s.
Biofertilizantes	3	105.83	0.7167	n.s.
Procedencia y Biofertilizante	3	22.16	0.9623	n.s.
Error	32	233.39	-	-
Total	39	-	-	-
C.V. (%)	48.17	-	-	-

**Cuadro 4: Efecto de los biofertilizantes en el análisis del número de raíces secundarias en plántones de “Tara” durante su desarrollo en vivero.**

<b>FUENTE</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sign</b>
<b>Modelo</b>	<b>7</b>	<b>271.51</b>	<b>0.0078</b>	<b>*</b>
<b>Procedencia</b>	<b>1</b>	<b>511.22</b>	<b>0.0164</b>	<b>*</b>
<b>Biofertilizantes</b>	<b>3</b>	<b>459.23</b>	<b>0.0029</b>	<b>*</b>
<b>Procedencia y Biofertilizante</b>	<b>3</b>	<b>3.89</b>	<b>0.9854</b>	<b>n.s.</b>
<b>Error</b>	<b>32</b>	<b>79.64</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>25.33</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total; método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COOCH<sub>3</sub>)N; pH 7.0
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al<sup>3+</sup>+ H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
  - a) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
  - b) Cl, Ca<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub> solubles: volumetría y colorimetría, SO<sub>2</sub> turbidimetría con cloruro de Bario.
  - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
  - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

### Equivalencias:

- 1 ppm=1 mg/kilogramo
- 1 milimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
- CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

## TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %				
Clasificación del Suelo	pH	A	=	arena	Fr.Ar.A	=	franco arcillo arenoso	Ca <sup>2+</sup>	=	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A,Fr	=	arena franca	Fr.Ar	=	franco arcilloso	mg <sup>-2</sup>	=	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A	=	franco arenoso	Fr.Ar.L	=	franco arcilloso limoso	K <sup>+</sup>	=	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.	=	franco	Ar.A	=	arcilloso arenoso	Na <sup>+</sup>	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L	=	franco limoso	Ar.L	=	arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	=	limoso	Ar.	=	arcilloso			
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4									
*fuertemente alcalino	>8.5									

INTERPRETACIÓN

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS - TABLA DE

ANEXO 2



**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 : DIANA AYALA MONTEJO

Departamento : LIMA  
 Distrito : LA MOLINA  
 Referencia : H.R. 43326-119C-13

Bolt.: 10660

Provincia : LIMA  
 Predio :  
 Fecha : 27/12/13

Lab	Número de Muestra Claves	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					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
21413		7.47	2.95	1.90	3.16	104.1	692	70	18	12	Fr.A.	8.80	4.32	2.47	1.72	0.29	0.00	8.80	8.80	100

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



*Sady García Bendezu*  
 Jefe del Laboratorio

ANÁLISIS INICIAL DE SUSTRATO

ANEXO 3

## METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub> - COOCH<sub>3</sub>)N; pH 7.0
10. Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH<sub>3</sub> - COONH<sub>4</sub>)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al<sup>+3</sup>+ H<sup>+</sup>: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, Co<sub>3</sub>=, HCO<sub>3</sub>=, NO<sub>3</sub> solubles: volumetría y colorimetría. SO<sub>4</sub> turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

### Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

## TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %		
Clasificación del Suelo	pH	A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso	Ca <sup>+2</sup>	=	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr	= arena franca	Fr.Ar	= franco arcilloso	mg <sup>+2</sup>	=	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcilloso limoso	K <sup>+</sup>	=	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.	= franco	Ar.A	= arcilloso arenoso	Na <sup>+</sup>	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L.	= franco limoso	Ar.L.	= arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	= limoso	Ar.	= arcilloso			
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4							
*fuertemente alcalino	>8.5							



# ANEXO 4

## ANÁLISIS FINAL DE SUSTRATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - FERTILIDAD

SOLICITANTE : DIANA AYALA MONTEJO  
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ LA MOLINA  
REFERENCIA : H.R. 45396  
BOLETA : 11076  
FECHA : 10/08/2014

Número Muestra	pH	CE <sub>(1:1)</sub>	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	
Lab	(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	meq/100	
147	Shi 1 A	7.80	2.56	1.98	2.98	77.5	802	0.00
148	EM A	7.58	4.08	1.60	2.25	67.7	915	0.00
149	B. Lac A	7.83	1.89	2.00	3.10	66.9	856	0.00
150	Control A	7.59	3.27	1.40	2.74	54.1	878	0.00
151	Shi 1 B	7.67	3.26	2.00	2.75	49.5	670	0.00
152	EM B	7.81	2.30	1.50	2.91	66.5	812	0.00
153	B. Lac B	7.55	4.31	1.60	2.31	65.6	842	0.00
154	Control B	7.71	2.19	1.30	2.63	70.3	744	0.00



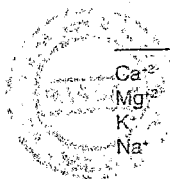
Dr. Sady García Bendezi  
Jefe del Laboratorio

## TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Reacción o pH	
<b>Clasificación del Suelo</b>	<b>CE(es)</b>	<b>Clasificación del Suelo</b>	<b>pH</b>
*muy ligeramente salino	<2	*Fuertemente ácido	<5.5
*ligeramente salino	2 - 4	*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*moderadamente salino	4 - 8	*Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
*fuertemente salino	>8	*Neutro	7.0
		*Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
		*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
		*Fuertemente alcalino	>8.5

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>%</b>	<b>ppm P</b>	<b>ppm K</b>
*bajo	<2.0	<7.0	<100
*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*alto	>4.0	>14.0	>240

Relaciones Catiónicas			Distribución de Cationes %		
<b>Clasificación</b>	<b>K/Mg</b>	<b>ca/Mg</b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>=</b>	<b>60 - 75</b>
*Normal	0.2-0.3	5	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>=</b>	<b>15 - 20</b>
*defc. Mg	<0.5		<b>K<sup>+</sup></b>	<b>=</b>	<b>3 - 7</b>
*defc. K	<0.2		<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>=</b>	<b>&lt;15</b>
*defc. Mg		>10			



## ANEXO 5

# ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO INICIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO BACTERIAS Y HONGOS TOTALES

SOLICITANTE : WENDY PEREZ PORRAS

MUESTRA DE : SUELO

PROCEDENCIA: LIMA/ LIMA/ LA MOLINA

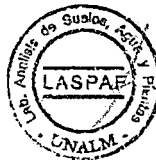
REFERENCIA : H.R. 44346

BOLETA : 10867

FECHA : 26/03/2014

Código de muestra	Código de campo	Humedad gravim (%)	Organismos mesófilos totales (UFC / g de suelo seco)	
			Bacterias	Hongos
56	sin código	11.32	$7.60 \times 10^6$	$2.03 \times 10^4$

UFC : Unidad formadora de colonia



Dr. Sandy García Bendejú  
Jefe de Laboratorio de Microbiología

# ANEXO 6

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FINAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO BACTERIAS Y HONGOS TOTALES

SOLICITANTE : WENDY PEREZ PORRAS

MUESTRA DE : SUELO

PROCEDENCIA: LIMA

REFERENCIA : H.R. 45369

BOLETA : 11075

FECHA : 16/06/2014

Código de muestra	Código de campo	Humedad gravim. (%)	Organismos mesófilos totales (UFC/ g de suelo seco)	
			Bacterias	Hongos
346	CONTROL A	14.19	$9.93 \times 10^5$	$1.17 \times 10^5$
347	B - LAC A	11.85	$7.23 \times 10^6$	$1.35 \times 10^5$
348	SHI - IA	16.05	$1.15 \times 10^7$	$1.50 \times 10^5$
349	EMA	12.59	$1.81 \times 10^7$	$1.27 \times 10^5$
350	CONTROL B	15.25	$1.49 \times 10^7$	$1.43 \times 10^5$
351	B LAC B	10.80	$1.32 \times 10^7$	$1.27 \times 10^5$
352	SHI - IB	11.46	$2.01 \times 10^7$	$1.40 \times 10^5$
353	EMB	16.39	$1.73 \times 10^7$	$1.57 \times 10^5$

UFC : Unidad formadora de colonia



Dr. Saúl García Bendeziú  
Jefe de Laboratorio de Microbiología

# ANEXO 7

## ANÁLISIS ESPECIAL FOLIAR



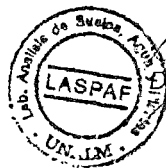
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN FOLIAR

SOLICITANTE : WENDY PEREZ PORRAS  
PROCEDENCIA : LIMA  
MUESTRA : HOJAS DE TARA  
REFERENCIA : H.R. 45771  
BOLETA\_ : 11175  
FECHA : 09/07/14

N° LAB	CLAVES	N %	P %	K %
3065	BLAC - VAR - A	3.36	0.25	2.76
3066	BLAC - VAR - B	3.51	0.23	4.65
3067	CONTROL - VAR - A	3.11	0.24	2.61
3068	CONTROL - VAR - B	4.34	0.34	2.20
3069	EM - VAR - A	3.56	0.29	5.00
3070	EM - VAR - B	4.40	0.35	5.70
3071	SCH - I - VAR - A	4.42	0.29	2.54
3072	SCH - I - VAR - B	2.81	0.18	2.15



*Sady García Bendezú*  
Sady García Bendezú  
Jefe de Laboratorio

## **ANEXO 8**

### **FICHA DE BIOFERTILIZANTE**

#### **FICHA TÉCNICA DE MICROORGANISMOS**

**Nombre : B. LAC “Bacterias Lácticas”**

**Composición: Consorcio de sepas de bacterias lácticas, bacterias desmineralizadoras de fósforo, y**

**Potasio.**

**Obtención: A partir de deshechos de productos lácteos y sus derivados, desperdicios de plátano y pescado.**

**Función:**

- **Fertilización en suelos degradados, mediante la desmineralización de nutrientes como: fósforo, nitrógeno y potasio, para su disponibilidad inmediata al consumo de la vegetación.**
- **Repeler a los agentes dañinos insectiles, hongos y actinomicetos.**
- **Promover la actividad de hormonas nativas para el desarrollo de brotes y rebrotes.**
- **Atracción de controladores biológicos.**
- **Atracción de polinizadores.**
- **Aumento de biomasa en el suelo.**

**Experiencias:**

**Recuperación de estrés hídrico, generación de brotes y rebrotes en *Acacia Longifolia*.**

**Nombre : E.M “Microorganismos eficientes”**

**Composición: Consorcio de sepas de bacterias a partir de desperdicios de arroz.**

**Obtención: A partir de deshechos de arroz.**

**Función:**

- **Incorporación de micro-fauna: Bacterias fijadoras libres de nitrógeno**
- **Promover la actividad de hormonas nativas para el desarrollo de brotes y rebrotes.**
- **Atracción de controladores biológicos.**
- **Atracción de polinizadores.**

**Experiencias:**

**Recuperación de estrés hídrico, generación de brotes y rebrotes en *Acacia Longifolia*.**

**Nombre : M. Sha “Microorganismos de shihuahuaco de zona alta”**

**Composición:** Consorcio de sepas de bacterias y hongos a partir de rizosfera de shihuahuaco.

**Obtención:** A partir de rizosfera

**Función:**

- **Incorporación de micro-fauna:** Bacterias fijadoras libres de nitrógeno, bacterias y hongos, desmineralizadoras de fósforo y potasio, hongos descomponedores e incorporadores de materia orgánica.
- **Promover la actividad de hormonas nativas para el desarrollo de radicular**
- **Atracción de controladores biológicos.**
- **Atracción de polinizadores.**

**Experiencias:**

- **Recuperación de estrés hídrico, generación de brotes, rebrotes en *Acacia Longifolia*.**
- **Adaptación y producción de frutales exóticos en zonas áridas.**
- **Fertilización y control de plagas en hortalizas.**
- **Establecimiento de plántones de especies ornamentales en 3 meses en zonas áridas.**
- **Remediación de suelos contaminados con desperdicios de petroleras**

**Nombre :** *M. Shi* "Microorganismos de shihuahuaco de zona inundable"

**Composición:** Consorcio de sepas de bacterias y hongos a partir de rizosfera de shihuahuaco.

**Obtención:** A partir de rizosfera

**Función:**

- **Incorporación de micro-fauna:** Bacterias fijadoras libres de nitrógeno, bacterias y hongos, desmineralizadoras de fósforo y potasio, hongos descomponedores e incorporadores de materia orgánica.
- **Promover la actividad de hormonas nativas para el desarrollo de brotes y rebrotes.**
- **Promover la actividad de hormonas nativas para la producción de pigmentos**
- **Mejora el vigor de la vegetación.**
- **Atracción de controladores biológicos.**
- **Atracción de polinizadores.**

**Experiencias:**

- **Recuperación de estrés hídrico, generación de brotes, rebrotes en *Acacia Longifolia*.**
- **Adaptación y producción de frutales exóticos en zonas áridas.**
- **Fertilización y control de plagas en hortalizas.**
- **Establecimiento de plántones de especies ornamentales en 3 meses en zonas áridas.**
- **Remediación de suelos contaminados con desperdicios de petroleras**

# D Y G SOLUCIÓN BIOORGANICA S.A.C

## FICHA TECNICA

### Bio-Fertilizante Orgánico para aplicación al suelo por fertirrigación

#### IMPORTANCIA DEL BIO-FERTILIZANTE

El bio-fertilizante (SF-1) contiene micro-organismo que le da una serie de ventajas a los diversos tipos de suelos agrícolas. Las principales ventajas son las que se señalan a continuación:

- Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados al modificar el espacio poroso del suelo, lo cual favorece la infiltración del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces.
- Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo; además aporta con la disponibilidad de nutrientes en el suelo para el crecimiento de las plantas.
- Fomenta el crecimiento radicular.
- Incrementa y fomenta la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una serie de procesos que le dan salud y favorecen el crecimiento adecuado de las plantas.
- Mejora la acción del aire en el suelo.
- Baja la erosión causada por las fuertes lluvias y el viento. La materia orgánica sobre los suelos permite esta acción favorable a los suelos agrícolas.
- Aumenta el crecimiento de las plantas, por los nutrientes que contiene.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Solubilidad en agua (10%)	Positivo
pH	4.5 a 5.0
Densidad	1.2 (g/cm <sup>3</sup> )

Para la aplicación de este Bio-Fertilizante es recomendable hacer un análisis de suelo o tejido foliar

Cartilla Técnica de nuestros productos

Correos: [bio.organicas@gmail.com](mailto:bio.organicas@gmail.com)  
[dmonteja\\_25@hotmail.com](mailto:dmonteja_25@hotmail.com)  
Teléfono: 963705676 / 985823158 / 016507714



# CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS



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



## INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : BOSQUES AMAZONICOS S.A.  
 PROCEDENCIA : LIMA  
 MUESTRA DE : BIOL  
 REFERENCIA : H.R. 33585  
 FECHA : 13/12/11

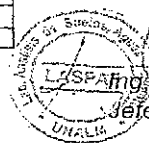
Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
961	R1	3.61	19.40	65.40	46.40	1106.00	100.36	4380.00
962	R2	3.6	16.90	53.60	37.70	1428.00	71.28	4440.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
961	R1	898.00	406.00	170.00
962	R2	742.00	326.00	140.00

Nº LAB	CLAVES	Fe Total mg/L	Cu Total mg/L	Zn Total mg/L	Mn Total mg/L	B Total mg/L
961	R1	17.80	0.46	1.50	0.10	6.12
962	R2	14.34	0.40	0.74	0.18	5.96

Nº LAB	CLAVES	Cd mg/L	Pb mg/L	Cr mg/L	S mg/L
961	R1	0.00	0.09	0.06	1040.00
962	R2	0.03	0.10	0.04	867.00

Nº LAB	CLAVES	N Nitrico mg/L	N Amoniacal mg/L
961	R1	322.40	288.00
962	R2	248.00	216.00



*Ing. Braulio La Torre Martínez*  
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Cada día trae una de nuestras producciones

Contactos: [bio.organicas@unalm.edu.pe](mailto:bio.organicas@unalm.edu.pe)  
[almontejo\\_23@hotmail.com](mailto:almontejo_23@hotmail.com)  
 Teléfono: 965705375 / 965823053 / 0116607715

## **PREPARACIÓN DE LA MEZCLA Y FORMA DE APLICACIÓN**

En el tanque de aspersión o tanque auxiliar deposite agua limpia por lo menos hasta la mitad, luego vierta la cantidad recomendada del producto agitando la mezcla mientras efectúa la operación, después enrace con agua hasta completar el volumen final. Aplique la mezcla tan pronto como sea posible evitando su almacenamiento prolongado.

## **COMPATIBILIDAD:**

Este producto es compatible con la mayor parte de los fertilizantes y productos fitosanitarios de uso común.

## **CORROSIVO**

No es corrosivo

## **PRECAUCIONES Y ADVERTENCIA DE USO**

Manténgase fuera de alcance de niños

No ingiera el producto

No comer o beber durante su aplicación

## **ALMACENAMIENTO**

Manténgase en un lugar fresco y seco y evítese la exposición a temperaturas extremas

Conservar el producto en el envase original

Utilizar el producto conforme a las instrucciones dadas en la etiqueta

## **PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSIÓN**

Peligro de fuego No ocurre

Peligro de explosión No ocurre

Medio de extinción en caso necesario Agua y Espumas

Procedimiento especial de combate de incendios No se requiere

## **ALGUNAS EXPERIENCIAS**

- Vivero de la Municipalidad de la Victoria en la producción de plantones foréstaes.

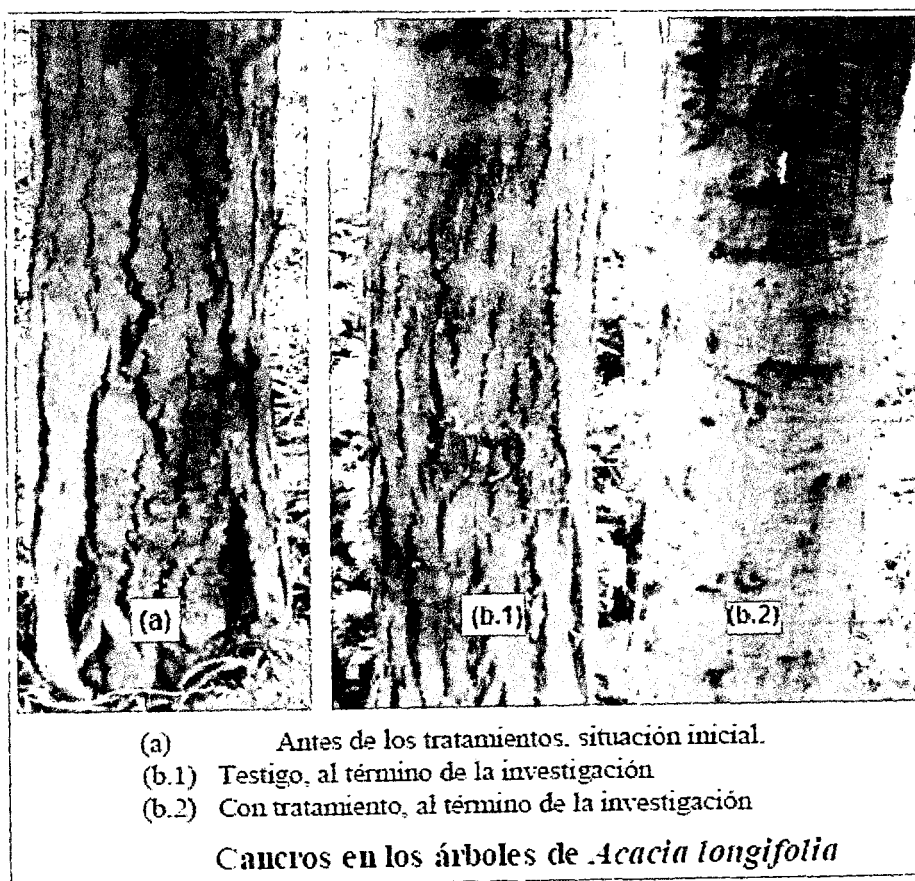
Cartilla Técnica de nuestros productos

Correos: [bio.organicas@gmail.com](mailto:bio.organicas@gmail.com)

[dmontefa\\_25@hotmail.com](mailto:dmontefa_25@hotmail.com)

Teléfono: 962705676 / 966325153 / 016507724

- Empresa Bosques Amazónicos S.A.C. para la recuperación de suelos degradados en plantaciones de shihuahuaco "*Dipterys odorata*" en Pucallpa.
- Adaptación de vitro-plantas del Shihuahuaco "*Dipterys Odorata*" en el centro de Instituto de Biotecnológica de la UNALM.
- Recuperación de suelos degradados y controlador biológico en plantaciones ornamentales en el distrito de Pueblo Libre.
- Recuperación de suelos salinos en la refinería de Conchan (PetroPerú), se uso poblaciones de microorganismos que degradan la acumulación de minerales que inhiben el óptimo desarrollo de las plantas.

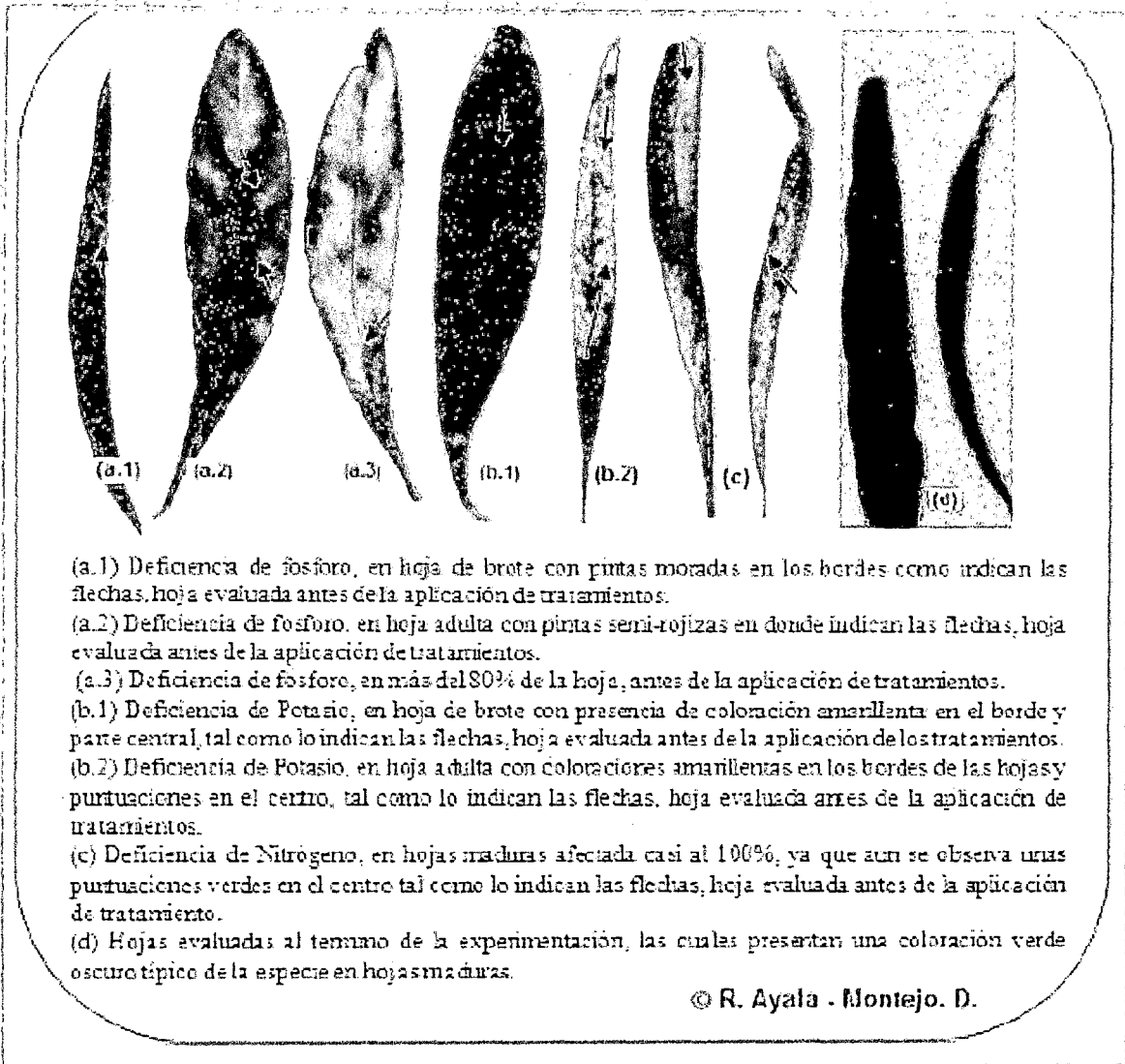


Certifica Máxima de nuestros productos

Correos: [bto.organizacs@gmail.com](mailto:bto.organizacs@gmail.com)

[dmentojo\\_25@hotmail.com](mailto:dmentojo_25@hotmail.com)

Teléfonos: 968705576 / 986823158 / 016507744



Granadilla establecida en 4 meses, con florescencia y producción de frutos, en suelos salinos remediados de Costa-San Andrés-Cafete

Cartilla Técnica de nuestros productos

Correos: [bio.organicos@gmail.com](mailto:bio.organicos@gmail.com)  
[dmontejo\\_25@hotmail.com](mailto:dmontejo_25@hotmail.com)  
 Teléfono: 959705676 / 986822158 / 01651774

Generación de yemas en camas de sub-irrigación con 4 días de tratamiento, en Tecoma Stnas.

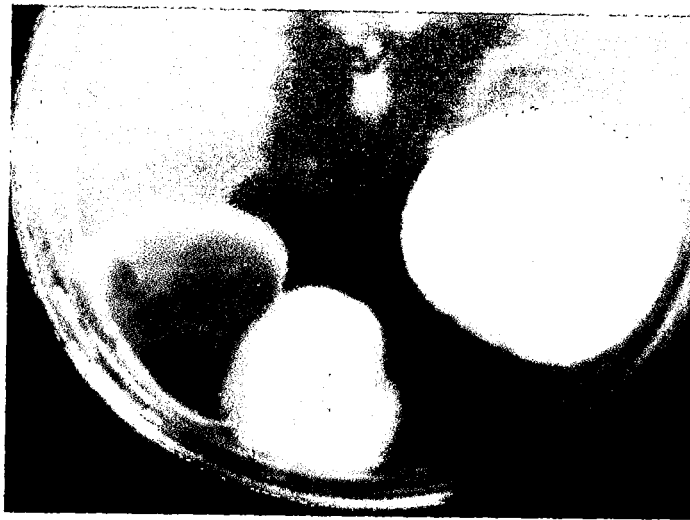


Promoción de callos radiculares en estacas, con 2 días de tratamiento

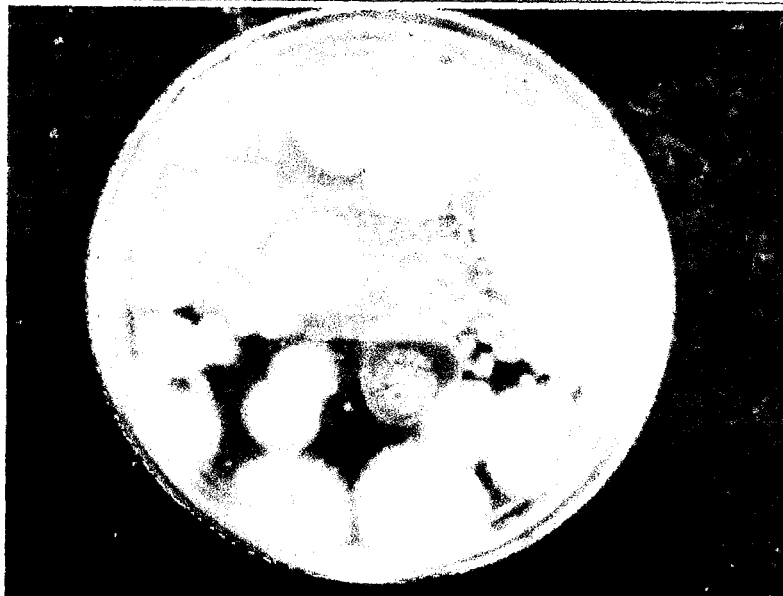


© 2004. Todos los derechos reservados

Correo: [desarrollo@tecma.com](mailto:desarrollo@tecma.com)  
[informe\\_15@tecma.com](mailto:informe_15@tecma.com)  
Tel: +52 56 76 / 98822118 y 98822119



Producción de biomasa microbiana (hongos) sin aplicación de bio-fertilizantes en suelos degradados  
Campo Verde-Pucallpa



Producción de biomasa microbiana (hongos) con aplicación de bio-fertilizantes en suelos degradados  
Campo Verde-Pucallpa

Carrito Fábrica de nuestros productos

Correos: [bio.organnicas@gmail.com](mailto:bio.organnicas@gmail.com)

[dmontejo\\_25@hotmail.com](mailto:dmontejo_25@hotmail.com)

Teléfono: 983705676 / 986823153 / 016507714



Plantones de Shihuahuaco de 1 año establecidos en Pucallpa



Establecimiento de Marapupa en 1 año en Pucallpa, con buen desarrollo radicular



recuperadas del ataque de plagas y productivas

Plantaciones de camu-camu de 4 años  
actualmente en Pucallpa

Cartilla técnica de nuestros productos

Correos: [bio.organicas@gmail.com](mailto:bio.organicas@gmail.com)

[dmontejo\\_25@hotmail.com](mailto:dmontejo_25@hotmail.com)

Teléfono: 968705676 // 986823158 // 016507714



## ANEXO 9

### REGISTROS DE LAS VARIABLES METEREOLÓGICAS DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO ALEXANDER VON HUMBOLDT (LIMA)

Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
01/11/2012	15.7	24.4	79.5	0
02/11/2012		23.9	81.5	0
03/11/2012	15.3	23.2	85.7	0.3
04/11/2012	14.6	20.4	85.9	0
05/11/2012	15.1	20.4	78.5	0
06/11/2012	14.7	24	83.6	0
07/11/2012	13.9	21.6	81.8	0.1
08/11/2012	15.5	23.3	81.2	0
09/11/2012	15.4	22.7	81.4	0
10/11/2012	-	22.2	84	0
11/11/2012	-	20.9	84	0.2
12/11/2012	15.4	22.4	79.2	0
13/11/2012	-	23.5	81.1	0.1
14/11/2012	15.1	23	80.8	0.6
15/11/2012	15.2	22.5	78.4	0.2
16/11/2012	-	24.9	77.2	0
17/11/2012	16	24.3	78	0
18/11/2012	-	23.7	82.3	0
19/11/2012	15.8	23.5	84.8	0.1
20/11/2012	15.8	21.4	78	0
21/11/2012	16.2	23.3	78.9	0
22/11/2012	15.9	22.7	80.4	0
23/11/2012	16.1	20.8	70.9	0
24/11/2012	15.9	24.8	77.5	0
25/11/2012	15.7	23.5	79	0.1
26/11/2012	15.6	23.4	78	0
27/11/2012	14.8	24.5	75	0
28/11/2012	16.3	23.3	74.9	0
29/11/2012	15.3	23.6	67.7	0
30/11/2012	13.9	25.6	75.8	0

Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
01/12/2012	14.5	24.7	78	0
02/12/2012	16.1	25.1	75.5	0
03/12/2012	16.9	24.9	77.5	0
04/12/2012	-	24.4	84.2	0
05/12/2012	-	19.2	83.5	0
06/12/2012	-	21.1	84	0.1
07/12/2012	17.1	21.4	73.9	0
08/12/2012	16.8	25.9	85.1	0
09/12/2012	-	22.3	85	0
10/12/2012	16.6	20.9	83.8	0.5
11/12/2012	16.7	21.4	74.1	0
12/12/2012	14.7	25.6	80.3	0.1
13/12/2012	16.7	25.2	76.1	0
14/12/2012	17.1	27.4	75.5	0
15/12/2012	-	27.8	77.5	0
16/12/2012	16.2	25.5	80.3	0
17/12/2012	17.7	25.3	78.2	0
18/12/2012	18.6	25.4	81.5	0.6
19/12/2012	-	24.1	78.5	0
20/12/2012	18.2	26.8	80	0.1
21/12/2012	18.1	27	84.4	0
22/12/2012	-	23.3	77.4	0
23/12/2012	16.2	25	76.5	0.1
24/12/2012	18.6	25.7	82.5	0
25/12/2012	18.7	21.4	79.8	0
26/12/2012	18.1	24.5	73.6	0
27/12/2012	17.6	28.3	74.5	0
28/12/2012	-	27.7	78.1	0
29/12/2012	15.7	25.7	77.6	0
30/12/2012	16.1	25.9	75	0.1

Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
31/12/2012	17.2	28.3	73.3	0
01/01/2013	17.9	28	71.8	0
02/01/2013	18	29.1	73.6	0
03/01/2013	19.5	26.3	70.8	0
04/01/2013	16.8	28	73.6	0
05/01/2013	-	27.8	74.2	0
06/01/2013	-	28.5	75.9	0
07/01/2013	17.6	27.7	74	0
08/01/2013	16.8	27.1	72.8	0
09/01/2013	17	28.1	73.5	0
10/01/2013	17.9	27.3	76.3	0
11/01/2013	19.6	26.8	73.3	0
12/01/2013	19	27.9	73	0
13/01/2013	18.9	26.8	70.7	0
14/01/2013	17.6	28.5	71.7	0
15/01/2013	-	29.1	72	0
16/01/2013	20.4	27.9	74.5	0
17/01/2013	-	25.8	73.9	0
18/01/2013	17.9	28.4	68.1	0
19/01/2013	17.1	29.1	75	0
20/01/2013	19.7	27.6	62.1	0
21/01/2013	16.9	28.5	71.4	0
22/01/2013	18.6	27.6	72.3	0
23/01/2013	18.1	29	77.3	0
24/01/2013	17.5	27.1	72.6	0
25/01/2013	-	29.2	64.8	0
26/01/2013	-	28.9	66.2	0
27/01/2013	18.3	29.3	66.5	0
28/01/2013	18	29.6	72	0
29/01/2013	18.1	28.6	74.3	0

Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
30/01/2013	18.9	28.5	73.9	0
31/01/2013	17.9	28.1	73.3	0
01/02/2013	18.6	28.2	65	0
02/02/2013	-	30.3	65.4	0
03/02/2013	18.1	31.4	71.3	0
04/02/2013	19.4	29.5	69.4	0
05/02/2013	-	28.6	66.6	0
06/02/2013	20.3	29.1	67.6	0.8
07/02/2013	20.4	29.6	62.8	0
08/02/2013	21	30	65.5	0
09/02/2013	22.1	30.5	62.6	0
10/02/2013	21.9	31.7	65	0
11/02/2013	-	31.1	71.9	0
12/02/2013	19	29.8	70.2	0
13/02/2013	19.1	30.4	67.9	0
14/02/2013	18	30.5	68.3	0
15/02/2013	-	30.2	68.7	0
16/02/2013	18.7	30.4	68.8	0
17/02/2013	20	30.2	72.3	0
18/02/2013	19.9	28.7	71.9	0
19/02/2013	19.2	29.4	73.7	0
20/02/2013	17.5	28.5	71.9	0
21/02/2013	18	29.4	70.2	0
22/02/2013	20.6	29.4	67.7	0
23/02/2013	20.1	29.7	67.6	0
24/02/2013	19.4	28.9	70.5	0
25/02/2013	19.5	29.4	70.6	0
26/02/2013	20.2	30.4	72.3	0
27/02/2013	20.1	30.3	71.9	0
28/02/2013	20.5	32.3	76.9	0

Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
01/03/2013	19.8	29.8	73.1	0
02/03/2013	21.5	29.5	68.6	0.1
03/03/2013	20.4	31	68.5	0
04/03/2013	19.3	31.8	68.2	0
05/03/2013	21.5	30.8	69.4	0
06/03/2013	20.4	31.2	68.3	0
07/03/2013	21.3	31.5	64.7	0
08/03/2013	19.9	32.6	68.4	0
09/03/2013	18.8	30.7	71.1	0
10/03/2013	20.6	30.6	71.9	0
11/03/2013	19.7	29	74.5	0
12/03/2013	20.5	28.7	70.2	0
13/03/2013	21.2	30.1	68.8	0
14/03/2013	20.7	29.6	65.2	0
15/03/2013	20	29.5	68.7	0
16/03/2013	21.7	29	68.1	0
17/03/2013	19.9	28.4	75.2	0.7
18/03/2013	17.9	28.6	73.3	0
19/03/2013	18.8	29.1	69.5	0
20/03/2013	19.5	29.4	69.5	0
21/03/2013	20.1	27.7	65.7	0
22/03/2013	19.4	31.1	72	0
23/03/2013	18.4	28.8	70.5	0
24/03/2013	17.1	28.7	75.3	0
25/03/2013	16.8	26.8	75.5	0
26/03/2013	16.8	27.3	73.8	0
27/03/2013	18.3	27.9	75.8	0
28/03/2013	17.6	27.7	72.7	0
29/03/2013	18.1	28.7	75.1	0
30/03/2013	-		74.8	0

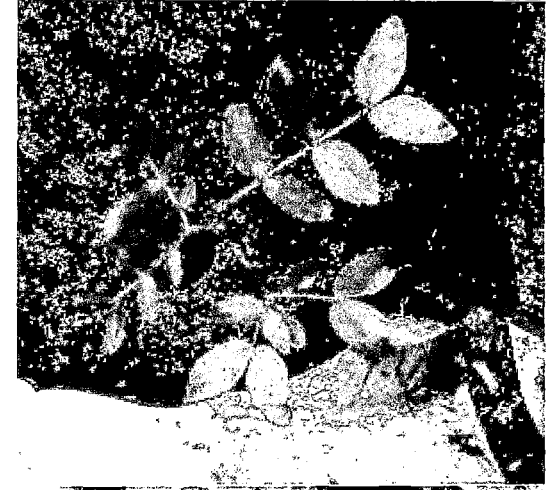
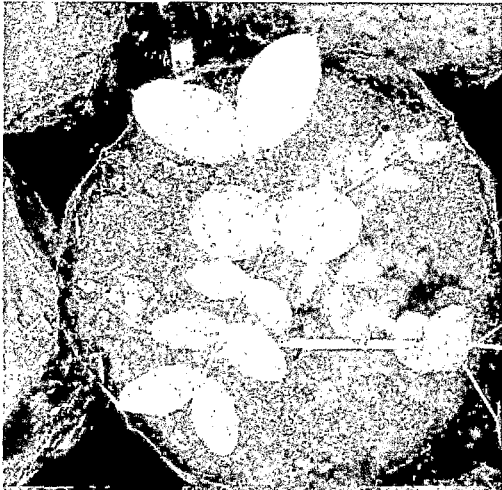
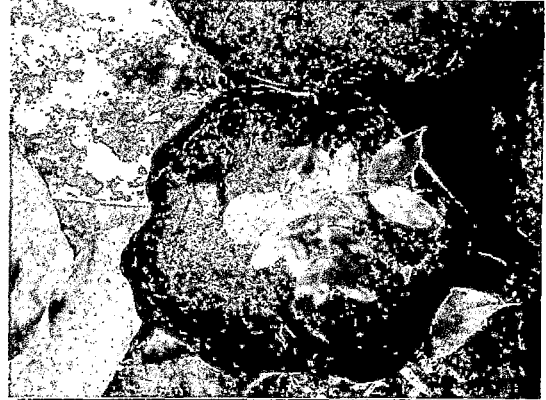
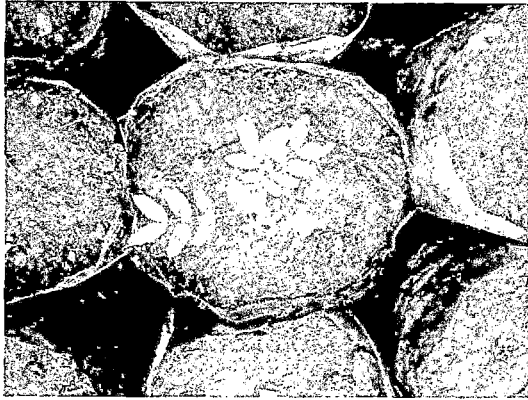
Fecha Reg	TEMPERATURA		Humedad (%)	Precipitación (mm)
	Min	Max		
01/04/2013	-		70.5	0
03/04/2013	18.5	28.2	67.4	0
05/04/2013	-		66.2	0
06/04/2013	16.7	28.3	65.4	0
07/04/2013	16.3	29	65.6	0
08/04/2013	-		63	0
09/04/2013	16.6	28.7	67.6	0
10/04/2013	16.3	29.6	70.8	0.1
11/04/2013	15.4	27.7	72.1	0
12/04/2013	16.3	26.2	66	0
13/04/2013	15.3	32	68.5	0
14/04/2013	16.8	27.5	69.2	0
15/04/2013	14.5	28.6	74.3	0.1
16/04/2013	15.3	26.4	76	0
17/04/2013	13.7	25.5	77.4	0.1
18/04/2013	15.2	26.2	75.4	0.1
19/04/2013	14.6	27.6	68.4	0.1
20/04/2013	16.1	30.4	76.7	0
21/04/2013	15.7	26.3	77.8	0.1
22/04/2013	14.9	26	78	0
23/04/2013	15	24.7	74.4	0.1
24/04/2013	15.1	27.1	76	0
25/04/2013	14.6	26.4	75.8	0.1
26/04/2013	14.5	26	76.7	0
27/04/2013	14.4	26.8	78.8	0.1
28/04/2013	15.7	27.1	74.4	0

# *ANEXO 10*

## **PANEL FOTOGRAFICO**

### **Plantones seleccionados de la PROCEDENCIA A y la PROCEDENCIA B**







**Plantones a la culminación de su desarrollo en vivero**



Imágenes empleadas para medir la raíz principal haciendo uso del programa  
IMAGE TOOL V 4.5.

EM-VARA

EM-VARA ②

②



EM VAR B (2)

