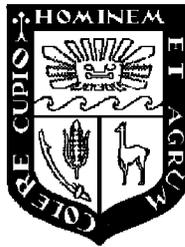


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**EFFECTO DE DOS BIOFERTILIZANTES
EN EL ESTADO SANITARIO Y
ESTABLECIMIENTO DE PLANTONES
DE *Acacia longifolia***

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Diana Ayala Montejo

Lima – Perú
2010

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **DIANA AYALA MONTEJO**, intitulado “EFECTO DE DOS BIOFERTILIZANTES EN EL ESTADO SANITARIO Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTONES DE *ACACIA LONGIFOLIA* ”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 18 de Mayo de 2010

.....
Dr. Julio Cesar Alegre Orihuela
Presidente

.....
Dr. Gilberto Dominguez Torrejon
Miembro

.....
Mg. Sc. Monica Narrea Cango
Miembro

.....
Dra. Maria Isabel Manta Nolasco
Patrocinadora

.....
Mg. Sc Abelardo Ciro Calderon
Rodriguez

RESUMEN

Los resultados presentados en la investigación determinan que la aplicación de biofertilizantes contribuyen a mejorar las propiedades de los suelos, lo cual asegura el establecimiento, vigor y optimización del estado sanitario de los fustales de *Acacia longifolia* . La demanda por esta clase de técnicas con productos orgánicos líquidos y naturales durante los últimos años ha sido insatisfecha; ya que, no existía producto alguno que tenga una alta eficiencia y rendimiento en todos los aspectos antes mencionados, a un bajo costo, es por ello la necesidad de demostrar cuantitativamente las bondades y beneficios de los biofertilizantes “E.M” y “B.Lac”.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
LISTA DE CUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 NUTRICIÓN EN LAS PLANTAS.....	3
2.2 IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTACIONES FORESTALES.....	4
2.3 TIPOS DE FERTILIZACIÓN	8
2.3.1 FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	8
2.3.2 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	13
2.4 PROBLEMAS SANITARIOS.....	17
2.4.1 PLAGAS DE INSECTOS.....	17
2.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MOSCA BLANCA.....	18
2.4.3 CARACTERÍSTICAS DEL BICHO DEL CESTO.....	19
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE FORESTAL.....	24
2.6 CONTROL DE PLAGAS INSECTILES	26
2.6.1 Control biológico.....	26
2.6.2 Ventajas del control biológico.....	27
2.6.3 Inconvenientes del control biológico.....	27
2.6.4 Los Biofertilizantes como controladores biológicos: Efecto repelente.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	31
3.1.1 Clima.....	31
3.1.2 Características de la plantación forestales.....	32
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	32
3.3 EQUIPOS	33
3.4 HERRAMIENTAS.....	34
3.5 METODOLOGÍA	34
3.5.1 Para evaluar los daños ocasionados al arbolado por los agentes abióticos.....	34
3.5.2 Para evaluar los daños ocasionados por los agentes bióticos a los árboles de <i>Acacia longifolia</i> , se realizó el siguiente procedimiento:.....	36
3.5.3 Para evaluar el efecto de los biofertilizantes en la recuperación del arbolado.....	38
3.5.4 El efecto repelente de los biofertilizantes.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 DAÑOS AL ARBOLADO CAUSADO POR LOS AGENTES ABIÓTICOS	41
4.2 DAÑOS AL ARBOLADO OCASIONADO POR AGENTES BIÓTICOS.....	65
4.3 4.3. EFECTO REPELENTE DE LOS TRATAMIENTOS EN ESPECIES INSECTILES PERJUDICIALES.....	71
6. RECOMENDACIONES	75
ANEXO 1	82

VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS LACTICAS	82
ANEXO 2	82
VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS DE LEVADURAS.....	82
ANEXO 3	83
VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS <i>PHOTOTROPHIC</i>	83
ANEXO 4	83
HOJA, INFLORENCIA DE <i>ACACIA LONGIFOLIA</i>	83
ANEXO 5	83
ESTADO ADULTO DE <i>OIKETICUS KIRBYI</i> – HEMBRA	83
ANEXO 6	84
ESTADO ADULTO DE <i>OIKETICUS KIRBYI</i> – HEMBRA.....	84
ANEXO 7	84
HUEVO DE <i>OIKETICUS KIRBYI</i>	84
ANEXO 8	85
ENEMIGOS NATURALES DE M AMERICA TROPICAL.....	85
ANEXO 9	86
ANÁLISIS DE VARIANSA PARA LA VARIABLE PROFUNDIDAD DE GRIETAS	86
ANEXO 10.1.....	87
CUADRO DE DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, BIOLÓGICAS Y FÍSICO - MECÁNICAS DEL SUELO, DESPUÉS DEL EXPERIMENTO.	87
ANEXO 10.2.....	88
CUADRO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA Y LA LÁMINA INFILTRADA DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN,	88
ANEXO 11.....	89
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PH.....	89
ANEXO 12.....	89
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS ELEMENTOS POTASIO, NITRÓGENO Y FÓSFORO DEL SUELO,.....	89
ANEXO 13.....	90
CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MATERIA ORGÁNICA,	90
ANEXO 14.....	90
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DENSIDAD APARENTE,.....	90
ANEXO 15.....	91
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES RESISTENCIA MECÁNICA A LOS 10CM, 20CM Y 30CM,	91
ANEXO 16.....	91
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DEL BICHO DEL CESTO,.....	91
ANEXO 17.....	92
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DEL BICHO DEL CESTO,.....	92

ANEXO 18.....	92
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO REPELENTE (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE MOSCA BLANCA Y BICHOS DEL CESTO,	92
ANEXO 19.....	93
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DEL FUSTE Y ALTURA TOTAL,	93
ANEXO 20,1.....	94
CUADRO DE DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO ANTES DEL EXPERIMENTO,	94
ANEXO 20,2.....	95
CUADRO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA Y LA LÁMINA INFILTRADA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,	95
ANEXO 21.....	96
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE MOSCA BLANCA DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN,	96
ANEXO 22.....	97
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE BICHO DEL CESTO DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN,	97
ANEXO 23.....	98
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE QUEREZA DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN,	98
ANEXO 24.....	99
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE MOSCA BLANCA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,	99
ANEXO 25.....	100
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE BICHO DEL CESTO ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,	100
ANEXO 26.....	101
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE QUEREZA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,	101
ANEXO 26.....	102
CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE QUEREZA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,	102
ANEXO 27.....	103
CUADRO DE RANGOS DE pH OPIMOS PARA LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES, SEGÚN BRADY (2008),	103

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 2 . COMPARACIÓN ENTRE LA DENSIDAD APARENTE PROMEDIO ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS.	41
CUADRO 3 . RESISTENCIA MECÁNICA PROMEDIO DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS.	43
CUADRO 4 . RESISTENCIA MECÁNICA PROMEDIO DE LOS SUELOS POR TRATAMIENTO DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN.	43
CUADRO 5 . PRUEBA DE TUKEY PARA LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA PROFUNDIDAD DE 20 CM.	44
CUADRO 6 . PRUEBA DE TUKEY PARA LA RESISTENCIA MECÁNICA A LA PROFUNDIDAD DE 30 CM.	44
CUADRO 7 . VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA Y LÁMINA INFILTRADA ANTES DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y SEIS MESES DESPUÉS, AL TÉRMINO DE LA EXPERIMENTO.	45
CUADRO 8 . CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS MEDIAS DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	50
CUADRO 9 . COMPARACIÓN ENTRE LOS TRATAMIENTOS, PARA LAS VARIABLES M.O, N, P, K Y PH.	51
CUADRO 10 . PROFUNDIDAD MEDIA DE GRIETAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS.	54
CUADRO 11 . PRUEBA DE TUKEY, PARA DETERMINAR LA DIFERENCIA DE PROFUNDIDAD DE GRIETAS ENTRE CADA TRATAMIENTO.	55
CUADRO 12 . COLOR DE HOJAS ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS.	56
CUADRO 13 . PRUEBA DE FRIEDMAN PARA LA DEFICIENCIA DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO.	57
CUADRO 14 . FORMA DE LA COPA ANTES Y DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN.	59
CUADRO 15 . PRUEBA DE TUKEY PARA EL GRADO DE INTENSIDAD DE COPA.	62
CUADRO 16 . ALTURA TOTAL Y DEL FUSTE DEL ARBOLADO ANTES Y DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN.	63
CUADRO 17 . PRUEBA DE TUKEY PARA ALTURA TOTAL.	64
CUADRO 18 . SEVERIDAD DEL DAÑO OCASIONADO POR LOS INSECTOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN.	69
CUADRO 19 . PRUEBA DE TUKEY PARA LA SEVERIDAD DE MOSCA BLANCA.	70
CUADRO 20 . NÚMERO DE INDIVIDUOS DE LOS INSECTOS PERJUDICIALES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	71
CUADRO 21 . PRUEBA DE TUKEY PARA DETERMINAR EL EFECTO REPELENTE DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA MOSCA BLANCA.	72

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1 . DIFERENCIA ENTRE LAS DOS ESPECIES DE MOSCA BLANCA.....	18
FIGURA 2 . UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
FIGURA 3 . DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	36
FIGURA 5 . MANTA (1988). CLASIFICACIÓN DE LA FORMA DE COPA DE LOS ÁRBOLES.....	39
FIGURA 6 . RAÍCES SUPERFICIALES DEBIDO A LA COMPACTACIÓN DEL SUELO	42
FIGURA 7 . COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA DEL AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES TESTIGOS VERSUS SUELOS CON ÁRBOLES TRATADOS CON BIOFERTILIZANTES, DESPUÉS DE 6 MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	46
FIGURA 8 . VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA DEL AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES QUE SERÁN TRATADOS, ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN Y DESPUÉS DE SEIS MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	46
FIGURA 9 . VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA DEL AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES TESTIGOS ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN Y DESPUÉS DE SEIS MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	47
FIGURA 10 . COMPARACIÓN DE LA LÁMINA INFILTRADA ACUMULADA DEL AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES TESTIGOS VERSUS SUELOS CON ÁRBOLES TRATADOS CON BIOFERTILIZANTES, DESPUÉS DE 6 MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	48
FIGURA 11 . LÁMINA INFILTRACIÓN ACUMULADA DE AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES TESTIGOS ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN Y DESPUÉS DE SEIS MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	48
FIGURA 12 . LÁMINA INFILTRACIÓN ACUMULADA DE AGUA EN LOS SUELOS CON ÁRBOLES A TRATAR ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN Y CON ÁRBOLES TRATADOS DESPUÉS DE SEIS MESES DE LA EXPERIMENTACIÓN.	49
FIGURA 13 . INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DEL ARBOLADO.	52
FIGURA 14 . MARCHITAMIENTO DE LA COPA DE <i>ACACIA LONGIFOLIA</i> Y CANALES DE RIEGO CLAUSURADOS.....	52
FIGURA 15 . CANCROS EN LOS ÁRBOLES DE <i>ACACIA LONGIFOLIA</i>	54
FIGURA 16 . MICROFILIA (DIFERENCIA DE TAMAÑO DE HOJAS).....	55
FIGURA 17 . COMPARACIÓN DEL COLOR DE HOJAS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	56
FIGURA 18 . DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA DEFICIENCIA DE NITRÓGENO.	58
FIGURA 19 . DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA DEFICIENCIA DE FÓSFORO.	58
FIGURA 20 . DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA DEFICIENCIA DE POTASIO.	58
FIGURA 21 . COMPARACIÓN ENTRE LAS FORMAS DE COPAS ANTES Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS	60
FIGURA 22 . SE OBSERVA LA ALTURA DE LOS REBOTES.....	61
FIGURA 23 . REBOTES CON BUENA CALIDAD SANITARIA.....	61
FIGURA 24 . DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA FORMA DE COPA.	62
FIGURA 25 . DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA ALTURAS TOTALES.	64
FIGURA 26 . ALEURODICUS COCCOLOBAE.	65
FIGURA 27 . PUPA DE <i>OIKETICUS KIRBYI</i>	66
FIGURA 28 . LARVA DEL BICHO DEL CESTO.....	67
FIGURA 29 . MOSCA BLANCA (NINFAS Y ADULTOS POSADOS EN LAS HOJAS).....	68

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la baja inversión económica del Estado en las plantaciones forestales y al cambio climático, que se evidencia en el país, urge desarrollar propuestas técnicas de bajo costo que reduzcan el aumento de la temperatura. El uso de Biofertilizantes constituye una alternativa para resolver tal urgencia.

Actualmente el manejo de las plantaciones está asociado a la aplicación de productos químicos para mejorar su crecimiento, en el mejor de los casos; o la opción de realizar el cambio del cultivo forestal, usando el suelo para la agricultura con la consecuente aplicación de productos químicos o sintéticos, cuyos efectos acumulados y globales inciden en el cambio climático debido a que la liberación de carbono alcanza hasta un 20%. (Manta. M ,2008)

Las plantaciones forestales son de suma importancia para el desarrollo económico y ambiental del Perú. Sin embargo, la recuperación de la inversión es a largo plazo. Una solución para poder obtener beneficios a corto plazo es un conjunto de prácticas agroforestales que ofrecen apoyo a los cultivadores y, a su vez, les asegura una inversión a largo plazo (Arnold, 1997).

A pesar de la falta de incentivos para invertir en plantaciones forestales y de los inconvenientes para hacer una inversión forestal, no debe soslayarse de los beneficios materiales y ambientales de la plantación forestal porque asegura puestos de trabajo y genera 10 veces más ganancias que la agricultura (Lombardi, 2008).

Además, las plantaciones forestales cumplen un rol importante en cuanto a la captura de carbono; ya que, se puede aprovechar los leños de la mejor manera, obteniendo cantidades de carbono en los productos terminados y mejorando el servicio ambiental.

Por otro lado, las plantaciones forestales tienen un rol importante en la conservación de suelos y en la disminución de problemas de escasez de agua (Lombardi, 2008). Por ello, se deben establecer plantaciones forestales de calidad, tanto industriales como urbanas.

Para tener buenas condiciones sanitarias y rendimientos óptimos en el crecimiento de las plantas es importante el uso de Biofertilizantes, los cuales mejoran el ambiente, reducen gastos

al inversionista y no alteran la naturaleza. según PROABONOS (2009), un producto orgánico no deteriora los suelos ni los convierte en tierra salitrosa, al contrario tiene una acción benéfica sobre la vida de los suelos, y, lo más importante, es un abono natural no contaminante y de menor valor económico.

Actualmente varias instituciones se dedican al reciclaje de residuos orgánicos con la finalidad de producir abonos verdes, tal como compost. El INIA que, mediante la metodología de reciclaje, obtuvo buenos resultados aumentando los rendimientos en un 15% de maíz en Chincha (Roldan, 2008).

Los Biofertilizantes “E.M” y “B.Lac” son importantes en la medida de que aumenten el rendimiento y mejoren la sanidad de los plantones de especies forestales. Actualmente muchas plantaciones poseen problemas de plagas insectiles, como es el caso del presente estudio, en el cual los plantones se encuentran infestados, afectando el vigor y el crecimiento de los individuos. Por tal motivo, se espera que la aplicación de los microorganismos contenidos en los biofertilizantes E.M y B.Lac, mejoren la calidad del suelo, promuevan la disponibilidad de nutrientes para las plantas, y además tengan un efecto repelente para los insectos perjudiciales promoviendo el establecimiento de los plantones. Según Martínez (2005), el incremento productivo de las plantas es de 12% mediante experimentos realizados en cultivos de grano de trigo. Todo ello indica a probarlo en especies forestales.

De acuerdo a lo manifestado anteriormente, la presente investigación trata de apoyar al desarrollo de la actividad forestal, probando el uso de Biofertilizantes para mejorar el establecimiento de las plantaciones forestales, haciendo uso de las buenas prácticas ambientales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 NUTRICIÓN EN LAS PLANTAS

Gross, 1971, manifiesta que después de haber agotado las reservas de la semilla, las plantas obtienen sus alimentos del suelo y del aire por sus raíces y órganos aéreos:

- Por sus raíces o con más precisión los finos pelos absorbentes que llevan las raicillas, las cuales extraen del suelo el agua y algunos elementos disueltos o parcialmente disueltos en las soluciones del suelo: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio y los oligoelementos.

El agua es a su vez un alimento y un vehículo para los elementos fertilizantes que son absorbidos por las raíces.

Las soluciones del suelo contienen no solamente pequeñas cantidades de elementos nutritivos disueltos, sino también gas carbónico y otros elementos ácidos procedentes de la descomposición de residuos orgánicos. Debido a ciertos cuerpos insolubles, en el agua pura, pueden pasar progresivamente a la solución. Las mismas raíces segregan sustancias ácidas capaces de atacar a algunas sales difíciles de disolver, haciéndolas más asimilables. De tal manera que estas soluciones están muy concentradas y se empobrecen o enriquecen de acuerdo con la absorción de las raíces y la aportación de abonos por intercambio con los elementos fijados bajo forma de iones en el complejo coloidal arcilloso húmico del suelo.

- Por sus órganos aéreos, las hojas y los restantes órganos aéreos pueden también absorber directamente estos elementos a través de sus tejidos superficiales. En la práctica se utiliza este beneficio haciendo pulverizaciones nutritivas muy diluidas en el curso de la vegetación.

Por otro lado, De Armas, (1998) afirma que existe otro tipo de nutrición llamada exclusivamente Nutrición Foliar, un método de aplicación de los nutrientes vía foliar. Para ello, se usan suspensiones o soluciones acuosas que se rocían sobre la superficie foliar de las plantas. En otras ocasiones, los cultivos entran en un periodo crítico, donde es necesario añadir determinado nutriente y que este llegue en forma rápida. En estos casos, el tiempo que demora la planta en absorber el nutriente del suelo es tal, que si se aplica en el suelo como fertilizante, demoraría mucho subsanar la situación. En este caso, la aplicación foliar es más efectiva. También se usa la aplicación foliar como un medio de suministrar microelementos. Los micronutrientes se aplican a las hojas por que pueden penetrar la cutícula por difusión cuando atraviesan la cutícula. Penetran a través de las células de la epidermis por una estructura submicroscópica que se extienden desde la superficie interna de la cutícula hasta la membrana citoplasmática de la célula. El mecanismo de entrada es similar al que ocurre en las células de las raíces.

Louvè (1998) sostiene que las aplicaciones foliares pueden ser interesantes; ya que, las deficiencias en microelementos no son necesariamente debidas a una falta en el suelo, sino frecuentemente se debe a reacciones en el suelo que ocasionan escasa asimilación, que son particularmente útiles para mejorar la deficiencia del manganeso. En general, se debe efectuar varias aplicaciones foliares para corregir una carencia.

Gomèro (1986), afirma que debido a la aplicación foliar, los micronutrientes pueden penetrar inmediatamente los centros activos del metabolismo de la planta. De este modo evaden los efectos antagónicos y competitivos con los cationes y la precipitación con los aniones en el suelo y la planta, sobre todo en las hojas.

2.2 IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTACIONES FORESTALES

Los Macronutrientes

Según Bucckman y Brady (1996), los macronutrientes son elementos esenciales que la planta utiliza en mayores cantidades. De los trece elementos esenciales utilizados por las plantas seis de estos son usados relativamente en grandes cantidades (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, calcio, magnesio y azufre).

Sin embargo, Alegre (2005), asegura que el Nitrógeno, Fósforo y Potasio son suministrados por el suelo en pocas cantidades porque tienen que ser abastecido, por fuentes externas. Por consiguiente, el calcio, magnesio y azufre son elementos secundarios, que son principalmente abastecidos por el suelo pero poco abastecidos por fuentes externas.

Los Micronutrientes

Los micronutrientes están constituido de los siguientes elementos químicos: Boro, Cloro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc, principalmente.

Los micronutrientes son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios a pesar de que la planta los requiere solamente en cantidades muy pequeñas. La ausencia de cualquiera de estos micronutrientes en el suelo puede limitar el crecimiento de la planta, aun cuando todos los demás nutrientes esenciales estén presentes en cantidades adecuadas.

La necesidad de micronutrientes ha sido reconocida por muchos años pero su uso masivo como fertilizantes es una práctica reciente. Varias son las razones para este comportamiento. Entre las más importantes se pueden citar:

Incremento de los Rendimientos de los Cultivos y mayores rendimientos por hectárea, pues no solo remueven una mayor cantidad de nutrientes primarios y secundarios, sino también mayores cantidades de micronutrientes. Los micronutrientes no se aplican tan frecuentemente como los nutrientes primarios o como los nutrientes secundarios. Por lo tanto, a medida que se remueven más micronutrientes, algunos suelos no pueden liberar suficiente cantidad para cubrir las demandas de los actuales cultivos de alto rendimiento.

Por otro lado, Torres (1998) afirma que el desarrollo de las especies forestales depende de la presencia en el suelo, en cantidades relativamente importantes, de una serie de macronutrientes y en menor escala los micronutrientes, elementos que de forma más o menos transformada se encuentran en las cenizas de las plantas. Cuando falta alguna de dichas sustancias alimenticias o existe en muy escasa proporción en el suelo, las plantas que en él se desarrollan sufren anomalías en su crecimiento. El rendimiento de la producción está condicionado por la ley del mínimo, en la sustancia que más escasea. La falta general de alimentos conduce al deficiente desarrollo de todos los órganos y los árboles adquieren los portes enanos.

Otras veces, la disminución del vigor vegetativo de las plantas por la carencia de las sustancias alimenticias del suelo es el origen indirecto de la aparición de enfermedades que suelen atribuirse equívocamente a ciertos organismos patógenos incapaces de producirlas cuando dichas plantas se desarrollan normalmente. Las exigencias en sales minerales del suelo de las distintas especies forestales hacen sentir de forma distinta la carencia de unas u otras sustancias hasta el extremo de no poderse aplicar los mismos tratamientos a otras especies a pesar que tengan los diagnósticos de las enfermedades motivadas por la carencia de un nutriente en una especie forestal determinada. Estos síntomas por falta de algún macro o microelemento del suelo consisten generalmente en decoloraciones parciales e irregulares, de color blanquecino, amarillento o púrpuro de las hojas que se van extendiendo desde sus extremidades o bordes hacia sus zonas centrales hasta decolorarlas e incluso desecarlas totalmente al escasear por completo alguno de los elementos esenciales para su desarrollo. En general, puede afirmarse que el conocimiento actual de los efectos producidos en las especies forestales por la falta de las sustancias minerales del suelo es muy escaso y que es fácil llegar a conclusiones erróneas o contradictorias (Torres, 1998).

Estos efectos son muy complejos, pues a veces el exceso de un elemento inhibe la asimilación de otros presentes en el suelo en menores cantidades y otras veces los síntomas carenciales solo son puestos en evidencia cuando las restantes condiciones ecológicas sean tan favorables y lleven a crecimientos tan vigorosos, que la demanda nutricional sea muy elevada. Sin embargo, se puede afirmar que los síntomas carenciales son más visibles en las plantas jóvenes que en las adultas y se observan mejor en los viveros que en las masas forestales (Torres, 1998).

Los métodos más comúnmente utilizados para diagnosticar las enfermedades de carencia son los diagnósticos visuales, los análisis del suelo, los análisis de las hojas y la utilización de plantas jóvenes para poder reproducir los síntomas que se observan al prescindir en el suelo de determinados nutrientes y comprobar a su vez como desaparecen dichas anomalías al adicionar al suelo los nutrientes sospechosos de producirlas (Torres, 1998). A continuación se muestra cuadro de síntomas de deficiencia (Cuadro N° 1):

Cuadro 1 . Síntomas de deficiencia

Macronutrientes	
Nitrogeno (N)	Clorosis general, seguida de "achaparramiento"; en casos severos, el follaje es pequeño, de color amarillo-verde a amarillo; esto puede ser seguido por coloración púrpura, y eventualmente por una necrosis de las puntas de las hojas. Se distingue de la clorosis debido a la deficiencia de hierro porque el follaje viejo es afectado primero.
Fósforo (P)	La planta entera con frecuencia queda "achaparrada", aunque el tamaño del follaje puede o no resultar reducido. Los síntomas foliares son variables entre especies, con coloraciones desde verde claro, a amarillo o un tinte purpúrea.
Potasio (K)	Síntomas variables entre especies: follaje usualmente corto, clorótico, con algún color verde en la base; en casos severos, tonalidades oscuras y necrosis con muerte descendente desde la punta. La aparición de un color café y la necrosis también pueden ocurrir.
Calcio (Ca)	"Achaparramiento" y crecimiento mínimo en todos los meristemas; en casos severos, las yemas terminales pueden morir o detener su elongación. Las especies latifoliadas exhiben quemaduras en las puntas y clorosis en las hojas más nuevas. La aparición de una tonalidad café y la muerte de las puntas de las raíces, también es común.
Magnesio (Mg)	Hojas con puntas amarillas o anaranjadas. A esto sigue necrosis en los casos severos. Las especies latifoliadas, frecuentemente exhiben necrosis internerval en las hojas.
Azufre (S)	Follaje desde clorótico hasta un amarillo-verde pálido, las hojas más jóvenes resultan más afectadas. Crecimiento limitado de las hojas y eventualmente necrosis en los casos severos.
Micronutrientes	
Hierro (Fe)	La clorosis aparece primero en el follaje joven. En casos severos, el follaje es de un color amarillo brillante a blanco.
Magnesio (Mn)	Clorosis en el follaje, similar a la deficiencia de hierro.
Zinc (Zn)	Limitación extrema del crecimiento del follaje, con "mechones", o "enrosetamiento", seguido de muerte descendente de puntas en los casos extremos.
Cobre (Cu)	Acículas retorcidas en espiral, con las puntas amarillentas o con tonalidad bronce.
Boro (Bo)	Clorosis y necrosis de la yema terminal.
Molibdeno (Mn)	Clorosis, seguida de necrosis, empezando en la punta.
Cloro (Cl)	No están referidos síntomas de deficiencia para plantas de especies forestales.
<i>Fuentes: Adaptado de Amison y Sadreika (1979), Erdmann et al. (1979), Hacskaylo et al. (1969), Morrison (1974), y Tinus y McDonald (1979).</i>	

Por otro lado Brady (2008) afirma que la disponibilidad de nutrientes o deficiencia de estos es influenciada por un factor importante: el pH en el suelo, cuyos rangos de 6 - 8, 6 - 7.5, 6.8- 7.6, son deseables para la disponibilidad de Nitrógeno, Potasio y Fósforo respectivamente; micronutrientes esenciales para la sobrevivencia y establecimiento de la vegetación. Además Porta (2000) confirma que en el rango de pH 6.6 – 7.3 los carbonatos son estables provocando el mínimo efecto tóxico mientras que un pH igual a 7 los efectos son los deseados debido a que se encuentran disponibles los micronutrientes en las cantidades deseadas.

2.3 TIPOS DE FERTILIZACIÓN

2.3.1 FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Es la más conocida y usada especialmente en la agricultura. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y, por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes. Sin embargo, causan alteraciones en el suelo, degradándolo y contribuyen con la contaminación y sólo su procesamiento es totalmente dependiente de energía.

Además estos fertilizantes químicos, utilizados en exceso producen una grave contaminación a las plantaciones y a los pozos de agua que se encuentran cercanos a las proximidades de los cultivos (Llerena, 2009).

A) PARTICULARIDADES DE EMPLEO DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS:

INFOAGRO (2009) hace una buena descripción de los fertilizantes químicos que se detalla a continuación:

- Nitrato amónico 33.5% N: es el conocido 33.5, quizá el abono sólido más empleado en fertirrigación, con la mitad de su Nitrógeno en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. Sin embargo en hidroponía su utilización se reduce al empleo de dosis muy pequeñas. Esto es debido a la fitotoxicidad del ion amonio (NH_4^+). Esta forma nitrogenada es directamente asimilable por la planta y, en la zona del sureste español, por encima de 0.5 mM en la solución nutritiva ya puede presentar problemas de toxicidad, por ello en cultivo

hidropónico sólo se utiliza nitrato amónico en situaciones de gran demanda de Nitrógeno. Sin embargo, para el cultivo en suelo es un fertilizante cuyo empleo ofrece muchas ventajas, es acidificante, de gran riqueza y la forma amónica es retenida por los coloides del suelo (minimizando las pérdidas por lavado del perfil) y es absorbida por la planta a medida que se transforma en ion nitrato mediante el proceso de nitrificación realizado por bacterias nitrificantes. La CE de una solución de nitrato amónico de 0.5 g/l en agua pura es de 850 mS/cm, es decir, provoca aumentos de CE elevados.

- Urea 46% N: es el fertilizante nitrogenado de mayor riqueza, con un 46% de Nitrógeno en forma amídica, que debe pasar a ion nitrato para ser absorbido por el cultivo. No se emplea en cultivo hidropónico, pero sí es muy utilizada en fertirrigación de cultivos en suelo, donde se transforma en la forma nítrica tras un paso intermedio por la forma amoniacal. Estas transformaciones son dependientes de múltiples factores tales como humedad, temperatura, tipo de suelo, contenido en Materia Orgánica, etc., lo que origina no tener totalmente controlado su grado de aprovechamiento en la nutrición del cultivo. Durante su proceso de fabricación puede quedar contaminada por un compuesto fitotóxico denominado biuret. Este, como norma general, debe ser inferior al 0.3% para su empleo en fertirrigación. Desde el punto de vista de la CE, constituye una muy ventajosa excepción, al ser una forma orgánica no disociada en disolución, no provoca aumento alguno de la CE al añadirla al agua de riego.
- Nitrato potásico 13-46-0: constituye la fuente potásica más utilizada en fertirrigación. Frecuentemente se cubren las necesidades de Potasio con el uso exclusivo de este fertilizante. Una disolución de 0.5 g/l en agua pura presenta una CE de 693 mS/cm, es decir, muestra incrementos de CE relativamente elevados.
- Nitrato cálcico 15.5% N y 27% CaO: es un fertilizante muy empleado en fertirrigación. El suministro de cantidades de calcio adicionales a las presentes en el agua de riego resulta a veces beneficioso ante excesos relativos de sodio (para prevenir la degradación de la estructura del suelo) y de magnesio o para prevenir fisiopatías ocasionadas por deficiencia cálcica tales como el blossom end rot (podredumbre apical) de tomates, pimientos y melones, el tipburn de lechugas o el bitter pit de manzanas. Una pequeña parte de su Nitrógeno (alrededor del 1%) está en forma amoniacal, y puede ser suficiente para cubrir

las exigencias de esta forma nitrogenada en situaciones de gran demanda en cultivo hidropónico. El mayor inconveniente de este fertilizante es su precio. Una disolución de 0.5 g/l presenta una CE de 605 mS/cm, muestra niveles medios de incremento de CE.

- Nitrato de magnesio: 11% N y 15.7% MgO: abono empleado sólo ante situaciones de potencial carencia de magnesio; su empleo no está muy difundido. Una disolución de 0.5 g/l presenta una CE de 448 mS/cm, es decir, muestra incrementos de CE bajos.
- Sulfato amónico: 21%N y 58% SO₃: abono empleado en situaciones de potencial carencia de azufre, es acidificante y su uso en hidroponía está muy limitado por lo anteriormente referido respecto al ion amonio. Una disolución de 0.5 g/l presenta una CE de 1033 mS/cm, es decir, provoca aumentos de CE extremadamente altos (además de mostrar una riqueza nitrogenada no muy elevada), por lo que su empleo con aguas de riego salinas es poco aconsejable, sobre todo si son ricas en sulfatos.
- Sulfato potásico; 50-52% K₂O y 46.5-47.5% SO₃: es el segundo abono potásico más ampliamente utilizado. Su empleo viene motivado principalmente por situaciones de carencia potencial de azufre o por necesidades de abonado potásico sin incrementos en el aporte de Nitrógeno. Una disolución de 0.5 g/l muestra una CE de 880 mS/cm, por lo que provoca aumentos de CE altos, limitando su empleo en aguas de alta salinidad, sobre todo si en ellas predomina el ion sulfato.
- Sulfato de magnesio: 16% MgO y 31.7% SO₃: es generalmente la fuente de magnesio empleada en fertirrigación ante situaciones potenciales de carencia magnésica, ya que se aporta el magnesio adicional necesario sin modificar el equilibrio NPK. Una disolución de 0.5 g/l tiene una CE de 410 mS/cm; es un abono que provoca incrementos de CE bajos.
- Fosfato monoamónico: 12% N y 60% P₂O₅: es el abono fosfatado sólido más empleado en fertirrigación. En cultivo hidropónico su uso está limitado ya que la totalidad de su Nitrógeno está en forma amoniacal. Su empleo está siendo cada vez más desplazado por las múltiples ventajas que supone la utilización de ácido fosfórico como fuente de Fósforo. Una disolución de 0.5 g/l muestra una CE en agua pura de 455 mS/cm, es decir, provoca incrementos bajos de CE.

- Fosfato monopotásico 51% P₂O₅ y 34% K₂O: se trata de un abono de excelentes cualidades físico-químicas y nutricionales, pero con un precio muy elevado. En hidroponía puede ser empleado con aguas muy buenas, con escasa presencia de bicarbonatos (donde el empleo de ácido fosfórico hace caer el pH hasta valores extremadamente bajos). Una disolución de 0.5 g/l presenta una CE de sólo 375 mS/cm. Es un fertilizante que provoca aumentos de CE muy bajos.
- Cloruro potásico 60% K₂O: fertilizante de gran riqueza en Potasio, pero con el inconveniente de aportar gran cantidad de cloruro, con lo que su uso queda restringido a aguas de buena calidad, con niveles de cloruros nulos o muy bajos. Una disolución de 0.5 g/l muestra una CE de 948 mS/cm, provoca incrementos de CE muy altos.
- Cloruro sódico: es la conocida sal de mesa o sal común. Se utiliza en situaciones concretas de agua de muy baja CE en cultivos como tomate, que requieren CE relativamente altas para favorecer procesos de maduración, firmeza de la fruta y, sobre todo, elevación de su contenido en azúcares. La CE de una disolución de 0.5 g/l de cloruro sódico en agua pura es de 1003 mS/cm, es decir, se trata de un producto barato que genera incrementos de CE muy elevados, lo pretendido con su empleo.
- Solución nitrogenada N-32: la utilización de abonos líquidos está ampliamente difundida en las técnicas de fertirrigación, debido a la comodidad de manejo que presentan. A pesar de que en la actualidad es perfectamente factible encargar una solución concentrada a la carta, con el equilibrio nutritivo deseado, existen dos soluciones líquidas nitrogenadas de amplio uso. Una de ellas es la conocida N-32, con un 32% de Nitrógeno, la mitad del mismo en forma ureica y la otra mitad a partes iguales de forma nítrica y amoniacal (se trata de una mezcla con Nitrógeno procedente a partes iguales de urea y nitrato amónico). Presenta las mismas características de empleo referidas para la urea y el nitrato amónico; su utilización en hidroponía es muy restringido. Una solución de 0.5 ml/l muestra una CE de 528 mS/cm, debida casi exclusivamente al porcentaje de nitrato amónico (equivalente al 16% N) que contiene.
- Solución nitrogenada N-20: es la otra solución líquida fertilizante de uso más difundido, se trata de una solución de nitrato amónico equivalente al 20% de Nitrógeno (la mitad en

forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal), por lo que muestra sus mismas características de empleo. Una solución de 0.5 ml/l presenta una CE de 627 mS/cm.

B) ALGUNAS DE LAS RAZONES POR EL CUAL SE OBTIENE UNA BAJA RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA.

Según Bocek (2009), el agua al tornarse de color verde indica que está respondiendo a la fertilización. Esto ocurre dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación del fertilizante. Si el agua del estanque no se torna verdosa dentro de una a seis semanas después de haberla fertilizado, uno de los siguientes factores puede ser responsable:

1) Agua Lodosa con Turbiedad:

A pesar de haber fertilizado el estanque, cuando partículas de lodo están suspendidas en la columna de agua la penetración de la luz solar se reduce, impidiendo el crecimiento del fitoplancton. Si su causa se corrige, se puede controlar el problema.

- a) Siembre pastos para controlar la erosión de diques de estanques recién construidos.
- b) Para prevenir y controlar la erosión mantenga sembrados los alrededores del estanque.
- c) Construya zanjas de desviación para canalizar el agua lodosa por fuera de los estanques.
- d) Evite si es posible llenar un estanque con agua lodosa.
- e) El estanque lodoso puede ser aclarado agregando Materia Orgánica y fertilizante al agua.

Por lo común, le toma varias semanas a la Materia Orgánica en precipitar efectivamente las partículas de lodo suspendidas. Trate de fertilizar de nuevo después de que el agua haya aclarado hasta los 20 a 30 centímetros de profundidad. Algunas recomendaciones al respecto son:

- Dos a tres veces, aplique 20 kilogramos de estiércol/ 100 m² de superficie de estanque.
- Aplique una o más veces, 20 a 40 kilogramos de heno o paja/ 100 m² de estanque.

2) Demasiada Sombra:

El fitoplancton, como las otras plantas verdes, necesita de la luz solar para crecer. Un estanque piscícola que recibe demasiada sombra y poca luz solar no responderá adecuadamente a la fertilización (Figura 5). Prevenga que las plantas altas y los árboles provean de sombra a su estanque. Por lo tanto, regularmente corte las ramas y limpie los diques.

3) Malezas Acuáticas:

Los fertilizantes son añadidos a los estanques piscícolas para proveer de nutrientes para el fitoplancton. Si su estanque contiene malezas acuáticas al agregar fertilizante éstas crecerán más rápidamente. Una vez que hayan colonizado el estanque, las malezas acuáticas despojarán de nutrientes al fitoplancton. También, inhibirán el crecimiento del fitoplancton al cubrir la superficie del agua e impedir la penetración de la luz solar. Antes de fertilizar elimine las malezas de su estanque.

2.3.2 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

A) *TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS*

El extracto de algas, es normalmente un producto compuesto por carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos y extractos de algas cien por cien solubles. Este producto es un bioactivador, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos. (INFOAGRO, 2009).

Los abonos que contienen bioestimulantes y enraizantes vegetales, estos debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, microelementos y otras sustancias, favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta. Este tipo de abono es un producto de muy fácil absorción por las plantas a través de hojas o raíces, aplicando tanto foliar como radicularmente, debido al contenido en distintos agentes de extremada asimilación por todos los órganos de la planta.

Los abonos que contienen elevadas cantidades de aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos,

etc. El aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de proteínas, enzimas, hormonas, etc., al ser éstos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales de los vegetales.

Por último podemos destacar los típicos abonos orgánicos, que poseen gran cantidad de Materia Orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este, y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces. Así tenemos a las siguientes:

Las sustancias húmicas que incrementan el contenido y distribución de los azúcares en los vegetales, por lo que elevan la calidad de los frutos y flores, incrementando la resistencia al marchitamiento. El aporte de distintos elementos nutritivos es fundamental para el desarrollo fisiológico normal de la planta, ya que alguna carencia en los mismos, pueden provocar deficiencias en la planta que se pueden manifestar de diferentes formas.

Por otro lado la Materia Orgánica al hacer una fermentación anaeróbica, que se realiza por medio de los microorganismos, la materia prima utilizada (desperdicios, ceniza, maleza, etc.) es transformada en vitaminas, aa, azúcares y minerales los cuales pueden ser absorbidos y utilizados por la planta además de ser también una fuente de energía. A continuación se mencionan las sustancias que generalmente se encuentran en los Biofertilizantes: tiamina-vitamina B1, piridoxinotímico, Vitamina B6, ácido nicotínico, etc. (Restrepo, 1998).

B) EFECTOS MÁS IMPORTANTES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

- 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 and Nelson (1998), 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 del suelo.

- En la capacidad de intercambio catiónico: 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).
- Fitoreguladores y sustancias orgánicas en los Biofertilizantes

Barrio (2001), en los últimos años observa que el mercado de insumos agrícolas tiene una oferta creciente de productos a base de micronutrientes y sustancias orgánicas como alternativas para mejorar los rendimientos. Muchos de estos productos son obtenidos por procesos de descomposición industrial de materias orgánicas como turbas, algas o residuos industriales como plumas, agua de cola, etc. Un producto a base de melaza de caña se presenta en extracto estabilizado y concentrado, con buenos efectos sobre los cultivos pero 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 diversos autores señalan que 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, si a esto le sumamos la facilidad de su elaboración y sus costos bajos en la producción comercial, tanto 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 tenemos:

- 1) Los fitoreguladores: Son sustancias elaboradas en base a hormona 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).
- 2) Las auxinas: Entre las principales tenemos al ácido indol acético y se sintetiza a partir del triptófano. Las auxinas se originan en el ápice del tallo y en los tejidos jóvenes y se mueve principalmente hacia debajo del tallo. Sus actividades incluyen: la formación de órganos, organización d tejidos, alargamiento celular, síntesis de RNA y de las

proteínas, entre otros. Las auxinas se utilizan para mejorar el enraizamiento, aumenta el rendimiento del fruto, inducción de la partenocarpia, etc. (Bidwell, 1993).

- 3) 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).
 - 4) Los 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).
- Los biofertilizantes como mejoradores del suelo: En cuanto a los EM, cuyo acrónimo se debe a su promotor, el Dr. Teruo Higa, que consta de las letras iniciales de "microorganismos eficaces". Es un líquido que contiene muchos microorganismos, fue desarrollado por primera vez en 1982 como una alternativa a los productos químicos en el ámbito de la agricultura. El que luego a través de extensas investigaciones y experimentos con el tiempo, fue muy reconocido por su eficiencia en diversos ámbitos, incluida la rehabilitación del medio ambiente, el compostaje de residuos orgánicos, la reducción de olores en las operaciones ganaderas, el tratamiento de aguas residuales (Higa, 2009).

Higa (2009) afirma que los microorganismos usados en el EM son producto de bacterias lácticas, levaduras, y bacterias Phototrophic. Además los EM son capaces de excluir cualquier patógeno y microorganismos genéticamente modificados que son dañinos para los seres humanos, animales y plantas ya que cuenta con microorganismos benéficos que se han ido usando a través del tiempo.

Después de lo expuesto anteriormente, resulta importante investigar su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo.

2.4 PROBLEMAS SANITARIOS

2.4.1 PLAGAS DE INSECTOS

En viveros mal administrados, las plantas pueden ser dañadas por los gusanos blancos, que son larvas de los escarabajos de la familia de los Scarabaeidae, son insectos perjudiciales en especies de árboles y otras plantas (Manta, 2008a; Manta 2008b). La hembra del escarabajo deposita sus huevos en el suelo y las larvas se alimentan de las raíces finas de las plántulas jóvenes, provocando a menudo su muerte. Sin embargo, puede obtenerse un cierto control tamizando la tierra del vivero o fumigándola con bromuro de metilo antes de su uso. Es también eficaz el tratamiento de los almácigos o recipientes con insecticidas; por ejemplo, se puede emplear gamma BHC en polvo (0,6% de ingrediente activo) a razón de 30 g/m² en agua para efectuar rociados (FAO, 2000). Otras plagas comunes son la oruga podadora, las larvas de varias especies de polillas nocturnas. La polilla hembra deposita los huevos en el suelo o sobre las plantas. Las larvas permanecen en el suelo durante el día y emergen durante la noche para cortar las plántulas jóvenes al nivel del suelo. Pueden reducirse los daños conservando libres de malezas el vivero y sus alrededores. Si fuese necesario, pueden pulverizarse los semilleros o los recipientes con una mezcla de 50 ml. de dieldrina emulsificable concentrada (15% de ingrediente activo) en 200 litros de agua, a razón de 1 litro por m² (FAO, 2000). Así mismo en ocasiones, se producen grandes pérdidas en el vivero a causa de la invasión de langostas; mientras que en otras ocasiones se presentaron daños menos graves por la presencia del grillo topo (*Gryllotalpa* sp.) y de grillos (*Gryllus assimilis*), (Manta, 2008a, Manta 2008b).

Debido al escaso control de calidad de los viveros, se utilizan plantones infectados o infestados, por el desconocimiento de síntomas y signos generados por los insectos y microorganismos (Manta, 2008b), que afectarían el crecimiento, la sanidad, el vigor, y por lo tanto el éxito de las plantaciones forestales.

Los insectos perjudiciales más importantes en plantaciones de *Acacia longifolia*, son el bicho del cesto (*Oiketicus Kirbyi*), la mosca blanca (*Aleurodicus* sp), y en pocas proporciones la queresa, las cuales afectan las ramas y las hojas de los árboles, inhibiendo el proceso de fotosíntesis y de crecimiento principalmente (Manta, 2008b).

2.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MOSCA BLANCA

A continuación se describe de las dos distintas especies de mosca blanca, las cuales pueden presentarse en los árboles de *Acacia longifolia* .

Características del género *Aleurodicus*, según Martín (2004): Es difícil de diferenciarlo, pero una característica propia del género es que poseen en el submargen abdominal una banda ancha punteada de poros simples, estos poros muchas veces se presentan en forma desordenada

Características de las dos especies, según Martín (2004):

- *Aleurodicus coccolobae*: Es una de las especies que pertenece al género *Aleurodicus*; en la que las pupas carecen de pequeños compuestos de poros en los segmentos abdominales 7 y 8, y el dorso tiene particularmente densa provisión de estos poros tipo 4 (Figura N°: 1a).
- *Aleurodicus pulvinatus*: Es una especie que posee una pigmentación considerable en la pupa, está podría ser completamente pálida, y posee un subdorsal pronunciado y pigmentado en forma de bandas longitudinales en cada lado de la pupa, y además posee más imitaciones de esta pigmentación en forma de manchas bien marcadas o medianamente marcadas en el tórax (Figura N°:1b).

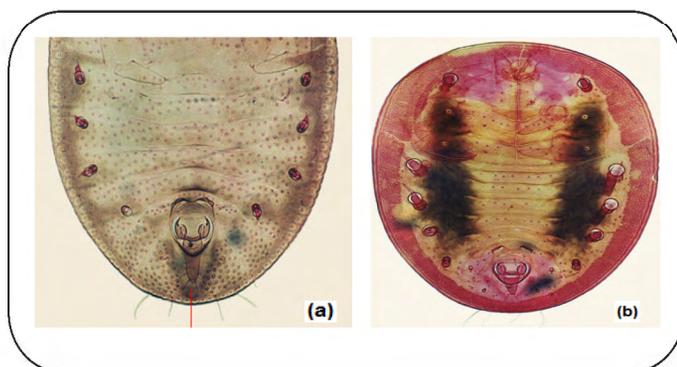


Figura 1 . Diferencia entre las dos especies de mosca blanca

Sin embargo según, Narrea (2008), concluye que en nuestro país para las especies forestales sólo se encuentran, moscas blancas de la especie *Aleurodicus coccolobae*, la cual casi siempre está acompañada de otra especie que aún no se logra identificar, pero tiene características semejantes a *Aleurodicus pulvinatus*, la cual probablemente, al término de la investigación tome el nombre de *Aleurodicus pulvinatus* compleja.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS DEL BICHO DEL CESTO

El bicho del cesto según ASD (2009), pertenecen a la familia Psychidae y se reconoce porque construye canastas de seda y fragmentos de la planta o substrato. Las larvas son cilíndricas; la cabeza hipognata, pigmentada, patas torácicas bien desarrolladas; cuatro pares de propatas abdominales con crochets uniordinales, dispuestos en una penelipse lateral. Poseen un par de propatas anales. Miden de 8 a 50 mm.

Los adultos presentan un dimorfismo sexual marcado; la hembra es neoténica de apariencia de larva y está dentro de una canasta protectora y el macho tiene apariencia de mariposa o polilla y es de vida libre.

La pupación ocurre dentro de la canasta y en el último estado larval ata a la canasta, a algún soporte y luego invierte su posición con la cabeza hacia abajo. En los géneros más avanzados, la hembra no abandona la canasta, excepto cuando deposita los huevos, cae al suelo y muere. En el interior de la canasta las hembras colocan de 200 a 13000 huevos, dependiendo de la especie.

La familia se compone de cerca de 600 especies, de ellas 500 están en el Viejo Mundo; 26 especies se encuentran en Estados Unidos y Canadá. El género *Oiketicus* contiene tres especies en América tropical. *O. kirbyi* se encuentra distribuido en las tierras bajas desde Brasil a México e Islas del Caribe.

A) DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE *OIKETICUS KIRBYI*

Según ASD (2009), la morfología del bicho del cesto es como sigue:

- Adulto: Las hembras son neoténicas, de apariencia larviforme, con la cabeza pequeña, sin antenas y con el aparato bucal atrofiado; no salen del cesto, sino que son fecundadas por el macho en el interior del mismo. Antes de la cópula el abdomen de la hembra está repleto de óvulos lo que le confiere un tamaño grande; después de la oviposición su volumen se reduce casi a la mitad, abandona la canasta y se deja caer para morir. (Ver Anexo5)

El macho es una polilla de color café, con zonas claras y oscuras; alas pequeñas de 42 mm de envergadura, cuerpo cubierto de escamas, tórax grueso, abdomen delgado y extensible, aparato bucal atrofiado y antenas bipectinadas. La longevidad promedio es de 3.9 días para las hembras y de 3.0 días para el macho. (Ver Anexo 6)

Durante la cópula, el macho rompe el extremo de la canasta de la hembra con unos ganchos que tiene en el extremo del abdomen y penetra la abertura genital extendiendo su abdomen hasta 70 mm.

- Huevo: es de forma cilíndrica con aristas redondeadas (0.34 x 0.53 mm). Al inicio son de color crema, luego anaranjados y próximos a la eclosión se tornan oscuros. Durante la oviposición son depositados dentro de la última exuvia pupal. (Ver Anexo:7)

El período promedio de incubación es de 43 ± 1.4 días (27 a 47). La viabilidad es normalmente muy alta y el número de huevos varía de 3500 a 6000 unidades.

- Larva: recién nacida es de color amarillo y en los últimos estados de desarrollo son de color ceniza; las hembras son más oscuras que los machos, con manchas negras y de tamaño irregular en el tórax y la cabeza. La cabeza es quitinosa, con mandíbulas fuertes; tórax con

tres pares de patas fuertes; abdomen con 8 segmentos, cuatro pares de propatas. La parte anal es un segmento café oscuro, un poco quitinoso y también con un par de propatas.

Al nacer las larvas salen por una abertura en el extremo inferior de la canasta, secretan un hilo de seda y se dispersan con ayuda del viento. Al descender en la vegetación de inmediato inician el raspado de la epidermis del follaje usando los restos, los cuales pegan con secreciones salivares, para formar la canasta.

A medida que desarrolla la larva va ampliando la canasta con pedazos de follaje, ramitas y nervaduras. Al nacer mide 1.5 mm y al finalizar la etapa larval mide 39 mm en el macho y 55 mm en la hembra. La canasta del macho es color café claro o gris, y mide de 40 a 65 mm, y en la hembra es de color café oscuro y mide de 58 a 85 mm (Campos et al. 1987).

La duración del período larval oscila entre 145 a 185 días, una duración promedio de 140 días en los machos y de 151 días en las hembras. Los machos y las hembras tienen 8 y 9 estados de desarrollo, respectivamente. Stephens (1962) menciona 15 a 20 estados larvales en el macho y de 12 a 15 en la hembra.

- Pupa: la pupa hembra tiene ambos extremos redondeados, es de apariencia segmentada y sin señales externas de patas, antenas y otras estructuras. La pupa del macho tiene el extremo posterior puntiagudo y encorvado hacia la parte ventral y exhibe las placas que le van a dar origen a las estructuras externas. En las hembras es de coloración castaño oscura y en los machos de coloración gris. La duración promedio es de 38.2 ± 2.0 días; la pupa en el macho mide $6.7 \pm 3.4 \times 27.7 \pm 1.4$ mm y en la hembra mide $9.3 \pm 0.8 \times 35.7 \pm 2.1$ mm (diámetro x largo) (Campos et al. 1987).

El ciclo de vida ha sido estudiado por varios autores Campos (1987); García (1987); y existen diferencias en la duración de las etapas de desarrollo informadas por ellos. Esto se puede explicar por diferencias en el procedimiento de cría, condiciones climáticas, sustrato de alimentación utilizado y sobretodo por la dificultad que representa estudiar a un insecto que permanece encerrado en una canasta por un período de tiempo prolongado.

B) *COMPORTAMIENTO DE OIKETICUS KIRBYI*

Las hembras recién emergidas de la piel pupal, impregnan los pelos o escamas que producen en el extremo inferior de la canasta con una mezcla de feromonas para atraer a los machos. Se han identificado a menos cinco compuestos (ésteres) con actividad sexual, y de estos, el 1-metil-butiril decanoato es el que se produce en mayor cantidad y muestra más actividad (Rhains et al. 1994).

Las hembras que pupan en las puntas de las hojas más jóvenes de la planta (posición más erecta) son fecundadas en una mayor proporción que aquellas que están en las hojas más viejas (hojas más horizontales). De hecho ocurre que las hembras pupan en una mayor proporción que los machos en el estrato superior de las plantas. No obstante, los machos prefieren a las hembras más grandes que no pupan necesariamente en el estrato superior.

La mayor preferencia de los machos por las hembras más grandes, se debe posiblemente a que estas producen una mayor cantidad de feromonas y tienen también el potencial de producir una mayor masa de huevos. De esta forma, las hembras de menor tamaño podrían compensar estas desventajas pupando en las partes más altas de la planta para tener más oportunidades de atraer a los machos que tienden a volar en el estrato superior del follaje. Por otro lado, la pupación en las hojas más altas, ofrece la ventaja adicional de mejorar la dispersión de la feromona y de las larvas recién nacidas que producen seda para colgar y dejarse arrastrar por el viento.

No obstante este comportamiento, no se encuentra una mayor cantidad de hembras de pequeño tamaño en las puntas de las hojas más jóvenes (la mayoría de las hembras pupan en los estratos medios del follaje), por lo cual se puede asumir que la selección del sitio para pupar por parte de las hembras, depende de otros factores, además del tamaño. Un elemento que puede estar en juego, es la mayor exposición a algunos depredadores, de un individuo que se localice en el exterior de la palma (Rhains et al. 1995a; 1995b).

El macho llega a la canasta de la hembra, se sujeta para introducir su abdomen extensible por la abertura inferior del mismo, y copula a la hembra por un período promedio de 30.7 ± 4.6

minutos (ámbito de 23 a 61). La hembra inicia la oviposición casi de inmediato en la cual dura 1.8 ± 0.6 días (1 a 3) en la cual deposita varios miles de huevos (Campos et al. 1987).

Los machos son vespertinos y nocturnos y vuelan en forma activa. Se ha observado que son atraídos por la luz eléctrica. Las hembras empiezan a emerger unas tres semanas antes que la mayoría de los machos, por lo cual inicialmente se presenta una relación muy alta de hembras a machos (entre 10:1 y 2:1). De esta forma, la posibilidad de una hembra de aparearse, está limitada por el bajo número de machos disponibles. El resultado final, es que muchas hembras no obtienen un compañero, abandonan el canasto y mueren entre 2 y 4 días después de haber emergido como adultos (Rhains et al. 1995b).

C) *DAÑOS PROVOCADOS POR Oiketicus kirbyi*

La larva puede alimentarse en una gran variedad de especies vegetales que incluye cultivos y malezas. Cuando la larva desciende sobre el follaje de la planta inicia su alimentación de inmediato; muchas veces las corrientes de aire, animales o vehículos trasladan a las larvas, a gran distancia. Las larvas pequeñas tienen poca capacidad de desplazamiento por sí mismas, sin embargo, las larvas grandes pueden movilizarse en el follaje de la misma planta o bien entre plantas.

Las larvas desarrolladas pueden soportar ayunos prolongados, lo que sumado a la excelente protección que brinda la canasta, un ciclo de vida prolongado y gran fecundidad de las hembras, le confiere una gran capacidad de sobrevivencia. ASD (2009).

D) *ENEMIGOS NATURALES*

Durante los incrementos poblacionales del gusano canasta en América tropical se ha observado una amplia gama de organismos que participan en la regulación de las poblaciones como las avispas, moscas (ver Anexo 8), incluyendo lagartijas, pájaros y otros vertebrados.

Entre los enemigos naturales insectiles, las avispas parasitoides son las más importantes como reguladores: *Digonogastra diversus* (= *Iphiaulax pos. psychidosphagus*) (Braconidae), *Conura*

brethesi , Conura oiketicusi (Psychidosmicra sp.), Brachymeria sp. (Chalcididae), Ateleute sp. y Filistina sp (Ichneumonidae). El orden de mención podría decirse que también es el orden decreciente de abundancia de estas avispas, observado en explosiones de población. Entre los dípteros parasitoides destacan las familias Sarcophagidae y Tachinidae, y en varias oportunidades también se han observado grandes epizootias causadas por entomopatógenos, en algunos casos por la bacteria *Klebsiella oxitoca* (Lara 1970; García 1987). Así mismo según Manta (2008b), trabajos experimentales llevados a cabo en el programa de control biológico del SENASA, muestran evidencias de que *Bacillus thuringiensis* reducen la población, ya que causan la muerte de la especie en estado larval.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE FORESTAL

De acuerdo a la publicación árboles ornamentales (2009) las Características de *Acacia longifolia* son:

- Nombre científico: *Acacia longifolia*
- Nombre común: Mimosa dorada de Sydney, Acacia
- Familia: Mimosaceae (Leguminosae)
- Lugar de origen: Australia.
- Etimología: Acacia, del griego akis =punta, aludiendo a las espinas de las especies de acacias africanas, ya que las australianas normalmente carecen de ellas. Longifolia, del latín longus y folia, que significa de hojas largas.
- Descripción: Árbol siempreverde de copa extendida o aparasolada, con las ramillas angulosas, glabras o escasamente pubescentes cuando son jóvenes. Filodios de linear-lanceolados a oblongo-elípticos, de 6-15 cm de longitud, con 2-3 nervios patentes longitudinales. (Observar anexo: 4). Ápice acuminado u obtuso, generalmente mucronado. (Observar anexo: 4). Flores amarillas dispuestas en espigas axilares sésiles que miden 2-5 cm de longitud, en número de 1-2 por cada axila. Florece en Marzo-Mayo. (Observar

anexo: 4). Fruto tipo legumbre cilíndrica de 5-10 cm de longitud, con el borde constreñido entre las semillas, que son de color negro y se disponen longitudinalmente en el fruto. Crecimiento rápido, alcanzando 5-8 m.

- Cultivo y usos: Se multiplica por semillas. Especie resistente a suelos pobres y con presencia de cal va muy bien en zonas costeras. Se utiliza como arbolito aislado o en grupos, siendo bastante espectacular cuando está en flor.
- Importancia ecológica: Especie Primaria / Secundaria. Se encuentra en la secundaria.
- Efecto restaurador: Está especie puede cumplir dos efectos según ICRAF (1999):
 - 1) Fijación de Nitrógeno, la gran mayoría de las leguminosas tienen la capacidad de fijar el Nitrógeno del ambiente al suelo, formando nódulos que se adhieren sobre la superficie de las raíces de muchas de estas especies. Otras leguminosas se han asociado con hongos o bacterias y han aumentado la absorción de Fósforo, tales como algunos tipos de Acacias; posibilitando que se produzca una gran cantidad de biomasa en un corto tiempo.
 - 2) Recuperación de suelos, es mediante la absorción de nutrientes de las capas más profundas del suelo. Los árboles tienen raíces más largas, grandes y en mayor cantidad, por lo tanto, pueden absorber nutrientes de zonas más profundas, donde no llega el área radicular de los cultivos. Los nutrientes, almacenados en raíces, troncos, ramas y hojas al descomponerse son liberados al suelo para ser tomados por las raíces más superficiales. De esa manera, otros nutrientes como Fósforo, Potasio, calcio y magnesio pueden aumentar sus concentraciones en la capa arable del suelo.
- Servicio(s) al ambiente:
 - 1) Captura de CO₂.
 - 2) Sombra / Refugio.
 - 3) Belleza paisajística

2.6 CONTROL DE PLAGAS INSECTILES

2.6.1 CONTROL BIOLÓGICO.

El control biológico se define como una actividad en la que se manipulan una serie de enemigos naturales, también llamados depredadores, con el objetivo de reducir o incluso llegar a combatir por completo a parásitos que afecten a una plantación determinada.

Se pretende controlar las plagas a través de enemigos naturales, es decir, otros insectos que son depredadores de la plaga y son inofensivos a la plantación. El método de control biológico puede ser muy eficaz. Hay que considerar algunos puntos en la utilización de enemigos naturales en la plantación:

- 1) Se debe identificar bien el parásito que afecta al cultivo.
- 2) Identificación del enemigo natural.
- 3) Estimación de la población del parásito.
- 4) Estimación de la población del enemigo natural.
- 5) Comprar correctamente a los enemigos naturales.
- 6) Supervisar correctamente la eficacia de estos enemigos.

Para la identificación del parásito puede realizarse un pequeño muestreo de estas especies y mandarlo a un laboratorio entomológico, si no se tiene perfectamente identificado por métodos directos.

Si la población de parásito es demasiado alta, los enemigos naturales no actúan con tanta rapidez que si fuese una población baja.

Una vez producida una plaga en la cosecha, se introduce el enemigo natural para que impida el desarrollo de la población del parásito y no produzca elevados daños.

2.6.2 VENTAJAS DEL CONTROL BIOLÓGICO.

La incorporación del control biológico, es un medio de lucha integrada respetando el medio ambiente, debido a que no se emplean insecticidas, lo que da más seguridad, evitar estos productos tóxicos para la salud humana.

El método de control biológico impide las poblaciones de parásitos en las plantaciones agrícolas y por consiguiente la pérdida de altos niveles de producción. El uso de productos biológicos ya viene ajustado al tipo de parásito y llegan a matar una amplia gama de insectos y no producen daño a los insectos benignos.

2.6.3 INCONVENIENTES DEL CONTROL BIOLÓGICO.

El control biológico requiere mucha paciencia y un mayor estudio biológico. Muchos enemigos naturales son susceptibles a pesticidas por lo que su manejo debe de ser cuidadoso.

Los resultados del control biológico a veces no son tan rápido como se espera, ya que los enemigos naturales atacan a unos tipos específicos de insecto, contrario a los insecticidas que matan una amplia gama de insectos.

2.6.4 LOS BIOFERTILIZANTES COMO CONTROLADORES BIOLÓGICOS: EFECTO REPELENTE

Los microorganismos Eficientes EM, son producto de bacterias lácticas, levaduras, y bacterias fotosintéticas; mientras que B. Lac, se origina debido a la fermentación láctica de residuos de quesos, leche, yogurt, carnes, reacción de oxidación-reducción interna en la que algunos átomos de la fuente de energía se reducen por fosforilación a nivel de sustrato. A continuación se describen estos dos tipos de biofertilizantes.

A) *MICROORGANISMOS EFICIENTES EM*

Según Higa (2009), en la actualidad hay numerosos alimentos fermentados en el mundo, pero la mayoría de estos tuvieron su génesis en descubrimientos accidentales. Así pues cuando alguien escupe el arroz y luego es fermentado, o cuando la leche que se dejó en una bolsa de cuero fermentado se transforma en yogur. Esto nos muestra cómo las bacterias beneficiosas existen en todas partes, en el aire que nos rodea y en la superficie de los objetos. Pero la realidad ahora es que la atmósfera dominante contiene una gran cantidad de oxígeno y los microorganismos utilizan oxígeno para descomponer el material orgánico. En la mayoría de los casos los resultados son de oxidación o putrefacción. Debido a esto, en la industria de procesamiento de alimentos, la tecnología de tener bacterias benéficas, cultivadas individualmente, está muy desarrollada.

Sin embargo, entre los tres ambientes, suelo, agua y aire, de los cuales hay mayor cantidad de microorganismos en el aire, pero estos puede cambiar dependiendo del tipo de microorganismos presente; así pues en campos plantados si hay mucha putrefacción los microorganismos benéficos no actúan y las plantas estará propensas a enfermedades y a muchos insectos perjudiciales, pero si encontramos mayor cantidad de microorganismos benéficos entonces estos campos prosperarán. Como observamos la diferencia entre los dos casos es la microflora.

En cualquier medio, los seres vivos o microorganismos viven en equilibrio, y dependiendo del tipo de microorganismos, y a su vez alguno de estos excretan sustancias con el fin de hacer un entorno más favorable para ellos mismos.

Por lo que en casos de malas condiciones, es necesario el uso de EM para transformar la microflora, reactivándola, ya que un gramo de suelo contiene aproximadamente un centenar de millones de microorganismos benéficos que no es una cantidad abrumadoramente grande, sin embargo estos asumen un papel de liderazgo cuando son aplicados al suelo y foliarmente, lo cual ayudará a mejorar la situación en el suelo y las condiciones en el aire.

B) *B. LAC*

Es un producto que se origina debido a la fermentación láctica de residuos de quesos, leche, yogurt, carnes, reacción de oxidación-reducción interna en la que algunos átomos de la fuente de energía se reducen por fosforilación a nivel de sustrato. En la fermentación láctica, el azúcar es transportada hasta ácido láctico, existen 2 tipos; la fermentación es homoláctica cuando el ácido láctico es prácticamente el único producto formado, se emplea para esto la vía de Embden Meyernof-Parnas. La fermentación se denomina heteroláctica cuando se forman también otros productos como ácido acético, etanol, CO₂ en este caso se emplea la vía de las pentosas fosfato (Madigan, 2004).

Debido a la fermentación láctica se forman microorganismos como:

1) 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):

- a) Son bacterias Gram-positivas generalmente inmóviles, nunca esporuladas, cataliza negativamente, oxidasa-negativas, generalmente nitrato reductasa negativas.
- b) Su capacidad de biosíntesis es débil lo que explica su poliautotropía para diversos aminoácidos, bases nitrogenadas, vitaminas y ácidos grasos, pero también su metabolismo fermentativo: incapaces de sintetizar el núcleo hemo de las porfirinas, están normalmente desprovistas de citocromo y en consecuencia son incapaces de realizar cualquier respiración aeróbica o anaeróbica.
- c) Son bacterias anaerobias facultativas microaerófilas, únicamente capaces de fermentar tanto en aerobiosis y en anaerobiosis.

Los principales géneros de estas bacterias son *Streptococcus* sp., *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* de los cuales los tres primeros tienen fermentación homoláctica y el género *Lactobacillus* tiene fermentación homoláctica mientras que la especie con el género *bifidobacterium* realizan fermentación acética y láctica (Leveau, et al.2000).

2) Los Lactobacillus

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

La presencia de termófilos son espectros estrecho de fermentación, es más limitada; en las leches fermentadas, yogurt y en ciertos quesos fabricados a una temperatura superior a 40°C como el parmesano (Leveau, et al.2000).

Los ácidos lácticos producidos durante la fermentación muestran ser muy eficiente en la liberación del Fósforo, pero sí es un fertilizante que posee Nitrógeno, Potasio y micronutrientes, por ello que la aplicación de este producto se debe hacer acompañado de Fósforo aportado por fuentes externas, para obtener mejores rendimientos en cuanto al crecimiento de las plantas, el cual conlleva a obtener plantas más vigorosas y por ende más resistentes al ataque de insectos dañinos (Bossio, 2004).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Está ubicado en el distrito de Pueblo Libre, uno de los 43 distritos de la Provincia de Lima (Figura N°2). Limita al norte con el Cercado de Lima y el distrito de Breña, al este con el distrito de Jesús María, al sur con el distrito de Magdalena del Mar y al oeste con el distrito de San Miguel (MUNICIPALIDAD DE PUEBLO LIBRE, 2009). El área específica de estudio corresponde a las cuadras 17 y 18 de la Avenida Universitaria.

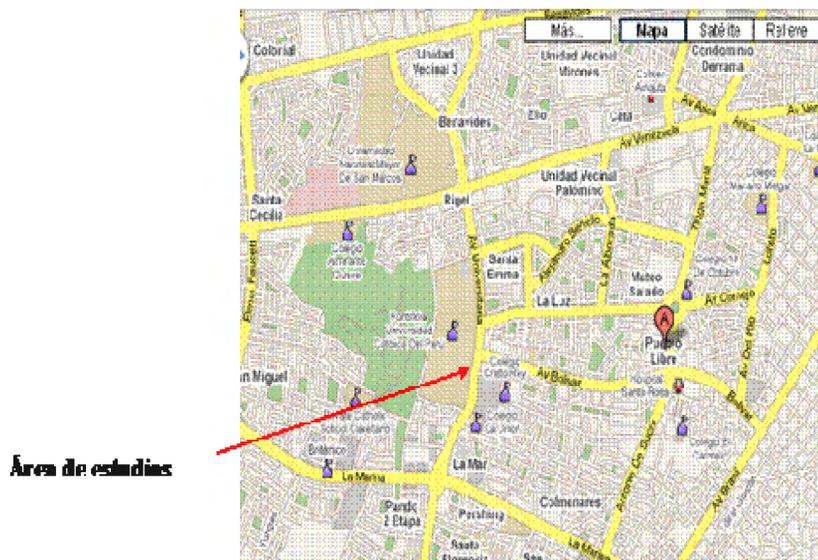


Figura 2 . Ubicación del área de estudio

3.1.1 CLIMA

En verano, la temperatura oscila entre 20- 30 °C, con promedio 24°C. y la humedad va desde 60 – 70%. En invierno, la temperatura oscila entre 12 – 18°C, con promedio 16°C , con ligeras lloviznas. (MUNICIPALIDAD DE PUEBLO LIBRE, 2009).

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN FORESTALES

Los árboles de *Acacia longifolia* fueron plantados con un distanciamiento entre 2.5m y 3m de espaciamiento, encontrándose un total de 26 árboles. La edad de los mismos es desconocida aunque los trabajadores del Municipio sostienen que los árboles tienen una edad aproximada de 10 años. Respecto a los tratamientos silviculturales que recibieron los árboles antes del estudio, éstos fueron nulos ya que, incluso se deshabilitó el canal de regadío, dejando a los plantones prácticamente abandonados. Con estas características de la plantación de *Acacia longifolia*, se inició la investigación cuyos resultados fueron detallados y discutidos.

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

- 25 árboles menores de 5 m de altura *Acacia longifolia* que mostraron la presencia de daños provocados por factores abióticos y agentes insectiles. De acuerdo a la FAO (2000), estos árboles no estarían establecidos ya que poseían una altura menor a 5 m (plantones).
- Los Biofertilizantes usados fueron:
 - a) Solución de microorganismos efectivos EM, producidos en el laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, de la cual se aplicó 2.5 litros/semana, distribuidos en los diferentes tratamientos.
 - b) Solución de B. Lac, producido en el laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, en una proporción de de la cual se aplicó 2.5litros/semana, distribuidos en los diferentes tratamientos.

Con la finalidad de reducir los costos del uso de los biofertilizantes, se definieron los siguientes tratamientos:

- T1 (B.Lac 10%): Concentración al 10% del biofertilizante B. Lac; es decir 1 litro de B. Lac diluidos en 9 litros de agua.
- T2 (E.M 10%): Concentración al 10% del biofertilizante E.M; es decir 1 litros de E. M diluidos en 9 litros de agua.
- T3 (B.Lac 15%): Concentración al 15% del biofertilizante B. Lac; es decir 1,5 litro de B. Lac diluidos en 8,5 litros de agua.
- T4 (E.M 15%): Concentración al 15% del biofertilizante E.M; es decir 1,5 litro de E. M diluidos en 8,5 litros de agua.
- T5: Testigo, sólo se aplico agua.

De los presentes tratamientos, se aplico a cada árbol 2 Litros por semana.

3.3 EQUIPOS

- Potenciómetro: para controlar el pH de los Biofertilizantes
- Hipsómetro para medir la altura
- Cámara fotográfica
- Penetrómetro de bolsillo
- Cilindros infiltro metros de aluminio, para determinar la velocidad de infiltración y la lámina infiltrada de agua.

3.4 HERRAMIENTAS

- Mochila fumigadora, para las aplicaciones foliares.
- Galoneras para distribuir los tratamientos.
- Frasco letal para matar a los insectos.
- Regla metálica para medir la profundidad de canchales y medir la cantidad de lámina infiltrada y calcular la velocidad de infiltración.

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 PARA EVALUAR LOS DAÑOS OCASIONADOS AL ARBOLADO POR LOS AGENTES ABIÓTICOS.

Se realizó un análisis físico y químico del suelo. Para ello se hizo un muestreo de suelos hasta los primeros 30 cm de profundidad, para determinar los factores limitantes del suelo.

- El análisis físico del suelo comprendió:
 - a) La Densidad Aparente. Mediante la extracción de suelo no disturbado con cilindros de volumen conocido a tres profundidades: 0-10, 11-20 y de 21-30cm
 - b) La capacidad de Infiltración. A través del método de doble cilindro infiltrómetro (externo e interno) y una regla graduada, medidos con intervalos de tiempo de 1, 3, 5,10 y 20 minutos.
 - c) La resistencia mecánica del suelo (kg/cm^2), se determinó mediante evaluaciones con un penetrómetro de bolsillo en tres rangos de profundidades: 0-10, 11-20 y de 21-30 cm.
 - d) La textura del suelo, determinado en el laboratorio de suelos de la UNALM.

- Los análisis químicos del suelo antes de la aplicación de los tratamientos, se realizaron en el laboratorio de suelos de la UNALM. Con la metodología de Soil Science Society of America (1996), en el cual se determinó:
 - a) El pH del suelo, mediante la medida del potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1.
 - b) La cantidad de Materia Orgánica, mediante el método de Walkey y Black.
 - c) La capacidad de intercambio cationico (CIC).
 - d) La cantidad de Fósforo, mediante el método de Olsen.
 - e) La cantidad de Potasio, mediante la extracción con acetato de amonio.
 - f) La cantidad de Nitrógeno, mediante el procedimiento de Kjeldahl.

Los biofertilizantes (tratamientos), fueron aplicados al suelo con galoneras, en concentraciones de 10% y 15% una vez por semana, durante seis meses.

Luego de la aplicación de los biofertilizantes nuevamente se evaluaron las propiedades físicas y químicas del suelo.

El muestreo de suelos se realizó de la siguiente manera:

Para el análisis físico del suelo se muestreo en dos subparcelas (A) de cada bloque (B), mientras que la infiltración se realizó en dos áreas del lugar de la plantación una en árboles testigos y otra en árboles tratados (Figura N°:2). En el caso del análisis químico, por cada bloque se tomó una muestra promedio (compuesta cada una por 5 sub-muestras), para ello se tomo una muestra localizada al pie del árbol, por cada subparccela, para determinar el pH, M.O, N, P y K (Figura N°:3), antes y después de los tratamientos.

Los tratamientos para suelo fueron mezclados con agua y aplicados a este semanalmente en las concentraciones definidas, analizados por un periodo de 6 meses.

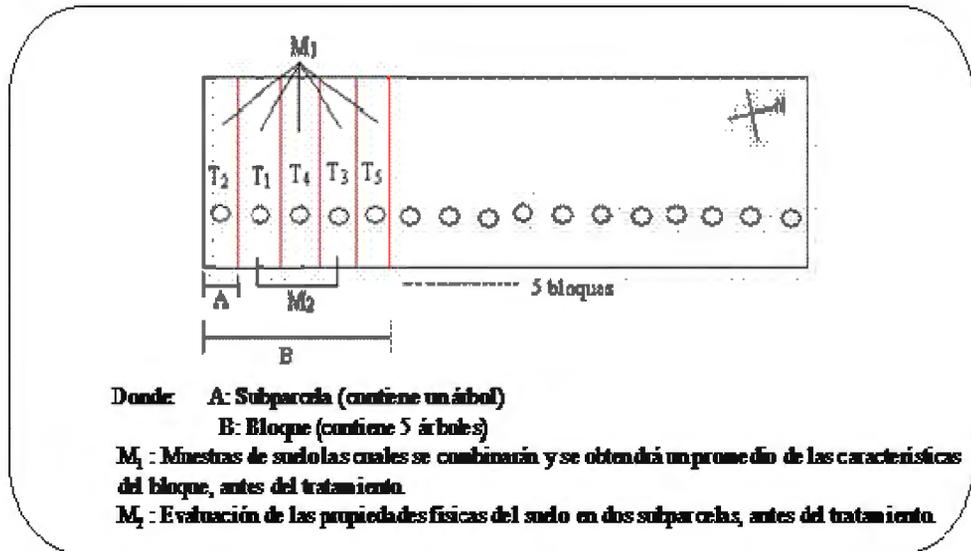


Figura 3 .Distribución de tratamientos

3.5.2 PARA EVALUAR LOS DAÑOS OCASIONADOS POR LOS AGENTES BIOTICOS A LOS ÁRBOLES DE *Acacia longifolia* , SE REALIZÓ EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

- Los insectos perjudiciales de *Acacia longifolia* , fueron colectados e identificados taxonómicamente en el Laboratorio de Entomología de la UNALM.
- El daño producido por los insectos de *Acacia longifolia* , fue evaluado mediante el índice de intensidad y la severidad del daño ocasionado por cada especie insectil, a través de la metodología propuesta por Manta (2008b):

- 1) Para la determinación de la intensidad de daño de cada especie insectil, se contó el número de árboles que presentaban daños producidos, con respecto al total de árboles, expresando los resultados en porcentaje.
- 2) La severidad del daño causado por las especies insectiles se evaluó, seleccionando aleatoriamente 20 hojas por cada árbol, considerando 5 hojas por cada eje cardinal N, S, E y O y que en cada eje hubiera una hoja adulta, joven, madura, senil, tiernas y de brotes. Cada hoja fue clasificada de acuerdo al grado del daño que se observó en las hojas, siguiendo la escala que se presenta a continuación:

Ningún ataque	0	% (0)
Ataque apenas perceptible	0.1 – 10	% (1)
Daños evidentes, que no afectan seriamente	11 – 30	% (2)
Daños evidentes que afectan seriamente al árbol	31 – 50	% (3)
Daños muy evidentes, parte evaluada inservible	51 – 100	% (4)

El cálculo de los resultados de la severidad del daño usó la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{Sumatoria (N}^\circ \text{ de hojas * \% de área afectada)}}{\text{N}^\circ \text{ total de árboles observados x n}^\circ \text{ de hojas observadas por planta}}$$

Donde: S = Severidad

Los índices de intensidad y severidad se evaluaron antes de la aplicación de los tratamientos y después de la última aplicación de los tratamientos, es decir después de 6 meses.

3.5.3 PARA EVALUAR EL EFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA RECUPERACIÓN DEL ARBOLADO.

Se evaluó el vigor de la especie. Para ello se evaluó el color de las hojas, la profundidad de grietas del fuste (cancros), las ramas vivas en las copas de los árboles. Estas características fueron evaluadas antes y después de la aplicación de los tratamientos al suelo.

- Para caracterizar al color de hojas, se observaron 20 hojas considerando 5 hojas de cada eje cardinal (N, S, E y O) y la diferencia de edades (brotes, jóvenes, maduras y seniles), comparándolas con la escala de color de hojas propuesta por DELL (1995), tal como se muestra en la Figura N°4. La escala muestra grados de coloraciones por deficiencia de micronutrientes en el suelo, expresando en grados, donde una mayor deficiencia tiene mayor grado.

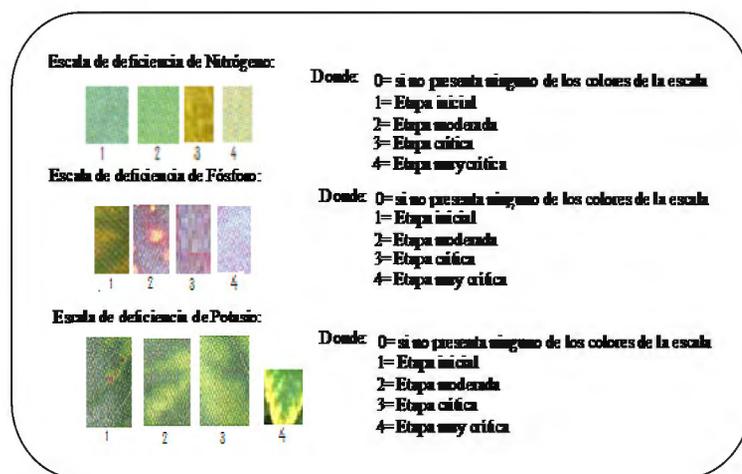


Figura 4 . Escala de colores de la deficiencia de nutrientes según Dell (1995)

- La cantidad de ramas vivas, fue determinada a través de la comparación de la copa de cada árbol con la escala de clasificación de forma de copas de Synnott citada por Manta (1988). (Ver Figura N°5).

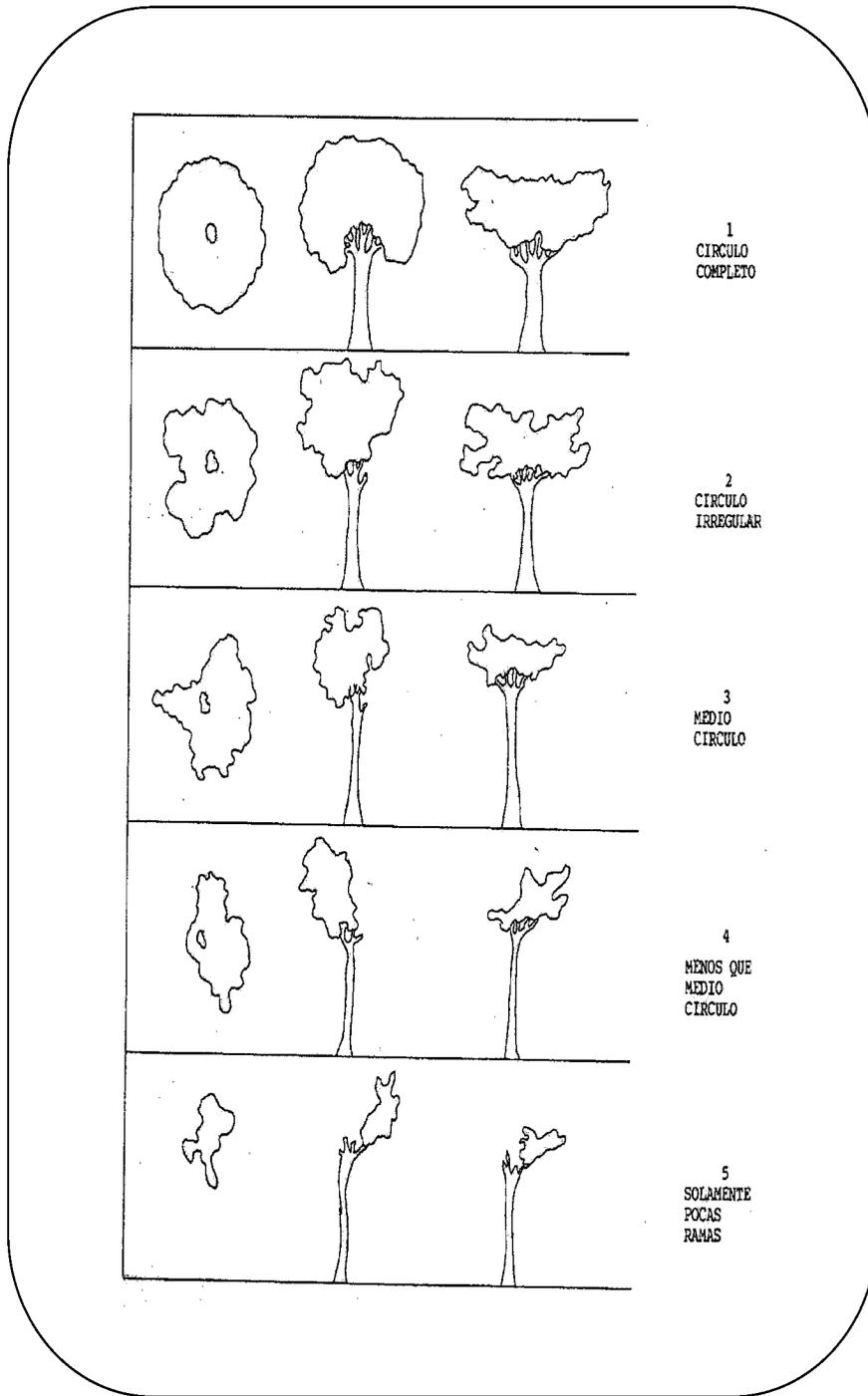


Figura 5 .Manta (1988). Clasificación de la forma de copa de los árboles.

- El cancro, fue medido con una regla graduada en milímetros. Se midió la profundidad de las grietas presentes en los fustes de los árboles que lo presentaron.

Adicionalmente se evaluó el crecimiento en altura total y altura del fuste de los fustales de *Acacia longifolia* , antes y después de la experimentación, para lo cual se uso el hipsómetro marca Sunto.

3.5.4 EL EFECTO REPELENTE DE LOS BIOFERTILIZANTES.

Fue evaluado mediante el conteo del número de individuos de cada especie insectil perjudicial antes y después de la aplicación de los tratamientos. Para ello, se seleccionó aleatoriamente un árbol de cada tratamiento y de cada árbol se tomó 20 hojas considerando 5 hojas por cada eje cardinal: N, S, E y O.

Los biofertilizantes fueron aplicados a nivel foliar con la mochila fumigadora, a una concentración de 1%, y con una frecuencia de una vez por semana durante seis meses.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DAÑOS AL ARBOLADO CAUSADO POR LOS AGENTES ABIÓTICOS

Los principales agentes abióticos que causaron daño a la plantación de *Acacia longifolia*, fueron las condiciones desfavorables del suelo y el cierre del canal de riego por varios años.

En relación a las propiedades físicas del suelo, se encontró un suelo compactado, alta resistencia mecánica y baja capacidad de infiltración; mientras que en relación con las propiedades químicas se encontró poca cantidad de materia orgánica, deficiencia de potasio, nitrógeno y fósforo (Cuadro N°7, Anexos 10.1 y 10.2). Sin embargo, después de la aplicación de los tratamientos se puede comprobar que las características físicas y químicas del suelo, en promedio mejoraron. Estos resultados se detallan a continuación.

Los resultados de las propiedades físicas del suelo se muestran en función a tres variables: Densidad Aparente, Resistencia Mecánica e Infiltración.

En relación a la Densidad Aparente en promedio aumentó (Cuadro N°2), después de aplicados los tratamientos, indicando que hay una menor masa, es decir que hay presencia de suelo fino (poroso) o menos compactado Brady (2008), favoreciendo la penetración de raíces, a diferencia del promedio inicial de Densidad Aparente donde las raíces no tenían esta posibilidad y tendían a ser superficiales tal como se muestra en la Figura N°6.

Cuadro 2 . Comparación entre la Densidad Aparente promedio antes y después de los tratamientos.

Variable	antes de los tratamientos	después de los tratamientos
Densidad Aparente (g/cm ³)	1.23	1.39



Figura 6 . Raíces superficiales debido a la compactación del suelo

Por otro lado el análisis de varianza de la Densidad Aparente (Anexo 14), indica que no hay diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos a un nivel de confianza de 95%, lo cual puede deberse al tráfico no controlado de gente y animales. Sin embargo, el vigor de los plantones a los que se les aplicó los tratamientos, fueron mayores posiblemente debido a que el suelo posee una menor compactación y favorece el establecimiento de los plantones (Árboles Ornamentales, 2009).

En relación a la resistencia mecánica (Cuadro N°3), en promedio ha disminuido en los tres niveles del perfil, debido al aumento significativo de la Densidad Aparente, indicando que después de los tratamientos, el suelo ofrece menos resistencia a la penetración de las raíces. Además en la Cuadro N° 4 , se puede observar que el tratamiento B.Lac 10% posee el valor más bajo de resistencia mecánica para la profundidad de 10 cm. y el tratamiento E.M 10% posee los valores más bajos para las profundidades de 20 cm. y 30 cm., mientras que los testigos aún poseen valores altos, con lo cual se corrobora que el aporte de agua y contenido de humedad tal como lo menciona ALEGRE (1991), contribuye a mejorar el desarrollo de la vegetación, sin embargo con el aporte de tratamientos se optimiza el desarrollo.

Cuadro 3 . Resistencia mecánica promedio del suelo antes y después de los tratamientos.

Variable		Promedio antes de los tratamientos	Promedio después de los tratamientos
Resistencia Mecánica (kg/cm)	10cm	2.675	0.99
	20cm	3.275	1.25
	30cm	3.875	1.50

Cuadro 4 . Resistencia mecánica promedio de los suelos por tratamiento después de la experimentación.

Variable	T1 B.Lac 10%	T2 EM 10%	T3 B.Lac 15%	T4 EM 15%	T5 Testigo
Resistencia mecánica (kg/cm) a los 10 cm.	0.8	1.05	1.05	1.05	1.65
Resistencia mecánica (kg/cm) a los 20 cm.	1.3	1.15	1.20	1.3	2.15
Resistencia mecánica (kg/cm) a los 30 cm.	1.6	1.4	1.4	1.6	2.85

Sin embargo el análisis de varianza (Anexo 15) indica que a una profundidad de 10cm del suelo no hay diferencia significativa entre el suelo testigo y el suelo con tratamientos; pero si hay diferencias significativas para las profundidades de 20cm y 30cm con un nivel de confianza de 95%. Los resultados son explicables, debido a que la resistencia mecánica de profundidades mayores en el suelo es más difícil de cambiar debido al efecto de tráfico de gente y animales o los riegos pesados no controlados aplicados con cisternas con un gran flujo e intensidad de caída del agua que disturba el suelo. Los resultados además sugieren que el agua por sí sola no mejora la resistencia mecánica sino que las bacterias presentes en los tratamientos contribuyeron a mejorarla, ya que se observó que las raíces superficiales de los plantones volvían a penetrar hacia la profundidad del suelo. Además se demuestra que no hay diferencia significativa entre los árboles que recibieron el mismo tratamiento, confirmando una

vez más que a pesar de la posible variabilidad y distribución de los árboles en diferentes zonas del estudio, los resultados fueron semejantes.

La prueba de Tukey para la resistencia mecánica a profundidades de perfil de 20 y 30 cm (Cuadro N°5 y 6) muestra que si hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, lo cual comprueba que los tratamientos han mejorado la calidad del suelo, a comparación de los testigos, pues como se observa no hay diferencia entre los tratamientos B. Lac 10%, E.M 10%, B. Lac 15% y E.M 15%, pero si hay diferencia con los testigos, indicando que la aplicación de Biofertilizantes “E.M y B.Lac” han mejorado la resistencia mecánica del suelo, además también se observan los mismos efectos, para la profundidad de 30 cm, demostrando que las concentraciones para estos biofertilizantes son indiferentes para con la mejora de la resistencia mecánica en el suelo.

Cuadro 5 . Prueba de Tukey para la resistencia mecánica a la profundidad de 20 cm.

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	Testigo
b*	B.Lac 10%
b*	E.M 15%
b*	B.Lac 15%
b*	E.M 10%

Cuadro 6 . Prueba de Tukey para la resistencia mecánica a la profundidad de 30 cm

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	Testigo
b*	E.M 15%
b*	E.M 10%
b*	B.Lac 10%
b*	B.Lac 15%

**promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con un grado de significancia de 95% con la prueba de Tukey.*

Se puede afirmar además que los tratamientos efectivamente han mejorado las propiedades físicas del suelo al analizar la tercera variable: Infiltración (Cuadro N°7), ya que la velocidad de Infiltración acumulada del desplazamiento del agua ha aumentado en 34.06% en suelos con tratamiento mientras que en el suelo donde crecen los árboles testigos mejoró sólo en un 27.85%, además la lámina infiltrada acumulada en suelos con tratamiento aumentó en 14%, mientras que en los suelos que sólo se les aplico riego con agua llegó casi a la misma profundidad de lámina en un menor tiempo, lo cual se puede corroborar con lo que afirma Alegre (1986), que en un suelo con mayor actividad la compactación disminuye y por tanto la capacidad de infiltración mejora.

Cuadro 7 . Velocidad de Infiltración acumulada y lámina infiltrada antes de la aplicación de los tratamientos y seis meses después, al término de la experimento.

<i>Variable</i>		<i>Evaluación inicial del experimento</i>	<i>Evaluación final después de 6 meses</i>
Velocidad Acumulada (cm/h)	Suelo con tratamiento (E.M10%, E.M15%, B.Lac10%, B.Lac15%)	17.82 (100%)	23.89 (134.06%)
	Suelo sin tratamiento (testigo: son riego con agua)	16.30 (100%)	20.84 (127.85%)
Lamina infiltrada Acumulada (cm)	Suelo con tratamiento (E.M10%, E.M15%, B.Lac10%, B.Lac 15%)	19.90 (100%) (en un tiempo de 67")	22.70 (114.07%) (en un tiempo de 59")
	Suelo sin tratamiento (testigo: son riego con agua)	20.10 (en un tiempo de 74")	19.90 (en un tiempo de 57")

En la Figura N°7, se compara la velocidad de Infiltración acumulada en suelos con árboles testigos, con la velocidad de Infiltración de suelos con árboles tratados, al final del estudio. Como se observa, en los suelos con árboles tratados la velocidad de Infiltración mejoró en 0.25 vez más el punto máximo (Figura N°8). Aunque en el suelo con árboles testigos, al cual sólo se le aplico riego, mejoró en 0.16 veces más el punto máximo (Figura N°9), comprobando que el agua también es participe en la mejoría de la capacidad de Infiltración acumulada en suelos áridos, tal como se encontraban antes del estudio; sin embargo, este incremento es menor a la Infiltración del suelo tratado.

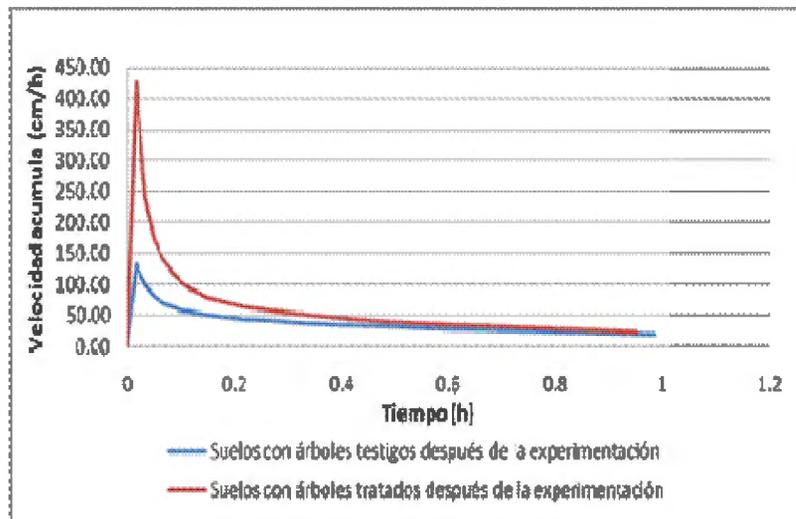


Figura 7 . Comparación de la velocidad de Infiltración acumulada del agua en los suelos con árboles testigos versus suelos con árboles tratados con Biofertilizantes, después de 6 meses de la experimentación.

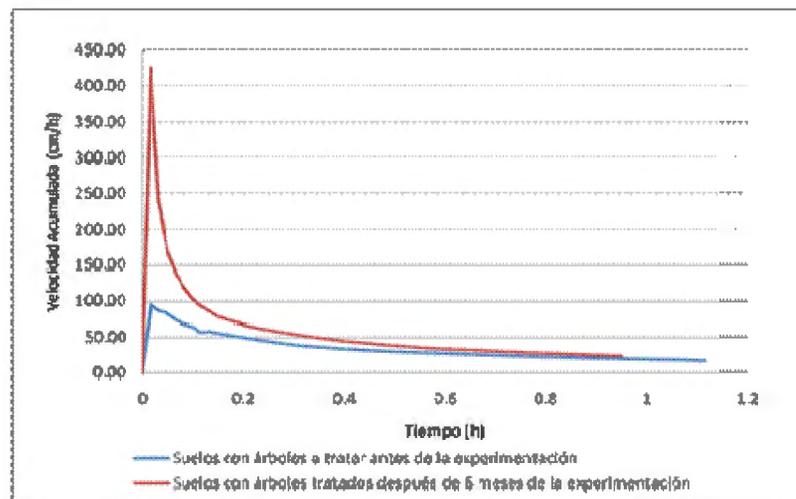


Figura 8 . Velocidad de Infiltración acumulada del agua en los suelos con árboles que serán tratados, antes de la experimentación y después de seis meses de la experimentación.

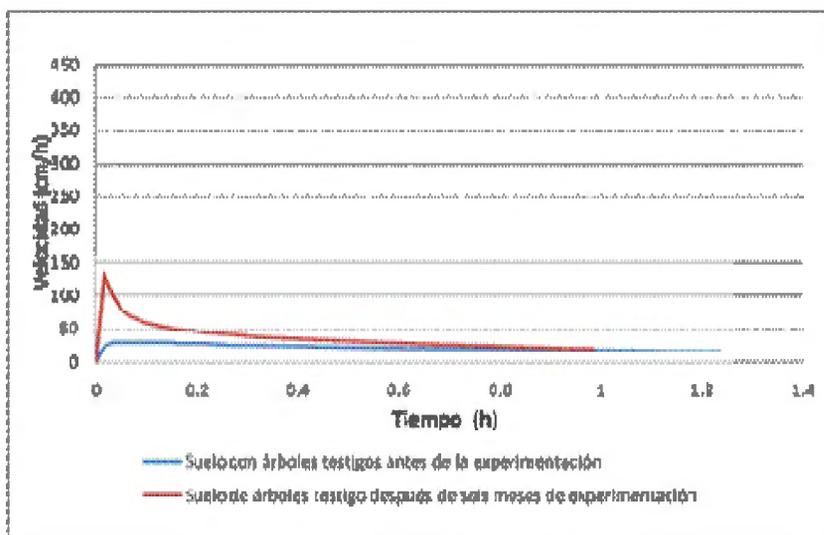


Figura 9 . Velocidad de Infiltración acumulada del agua en los suelos con árboles testigos antes de la experimentación y después de seis meses de la experimentación.

Por otro lado, en la Figura N°10, se muestra que la lámina infiltrada acumulada es 7 veces mayor en suelos con árboles tratados al final del experimento, en comparación con suelos testigos. Esta diferencia en la lámina infiltrada, se deberían al aumento de la velocidad de Infiltración acumulada mencionada anteriormente. Además se afirma que la Infiltración en suelos con árboles tratados resulto ser mayor (Figura N°11) fue 14 veces más, en comparación con el pico más alto de la curva de lamina infiltrada de suelos con árboles a tratar. Mientras que en suelos con árboles testigos (Figura N°12), la diferencia antes y después de la experimentación no fue tan amplia; ya que el pico más alto en la curva de suelos con árboles testigos después de la experimentación no fue superada pero si disminuyo el tiempo para llegar a la Infiltración máxima. Este resultado puede ser atribuible a que la velocidad de Infiltración también mejoró con la intervención de riegos, pero en menor proporción que con la aplicación de los tratamientos, confirmando una vez más que el agua no es la única causa de la mejoría en la calidad del suelo, sino también y con mayor influencia los tratamiento.

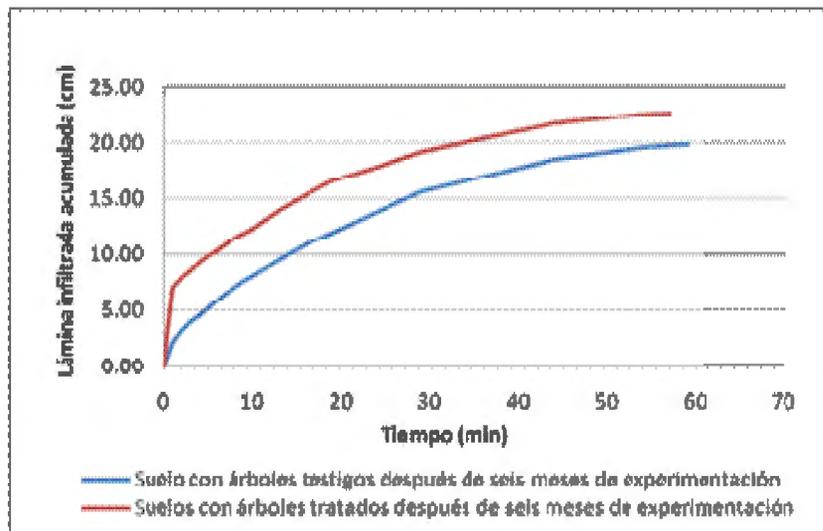


Figura 10 . Comparación de la lámina infiltrada acumulada del agua en los suelos con árboles testigos versus suelos con árboles tratados con Biofertilizantes, después de 6 meses de la experimentación.

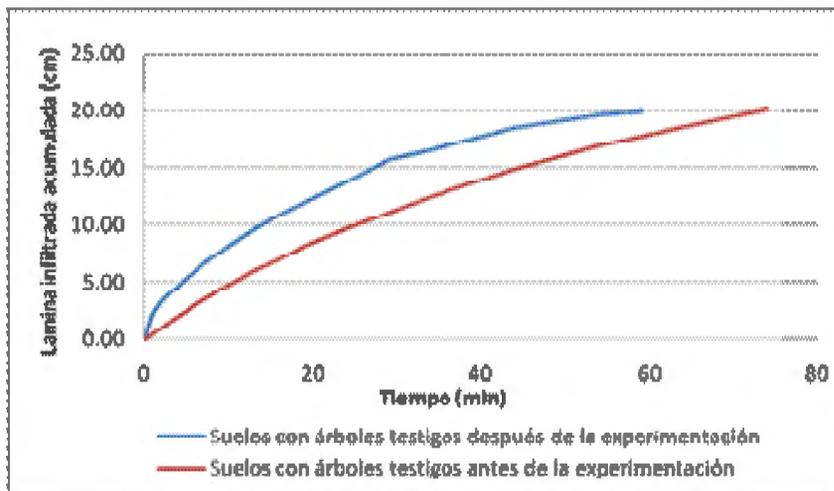


Figura 11 . Lamina Infiltración acumulada de agua en los suelos con árboles testigos antes de la experimentación y después de seis meses de la experimentación.

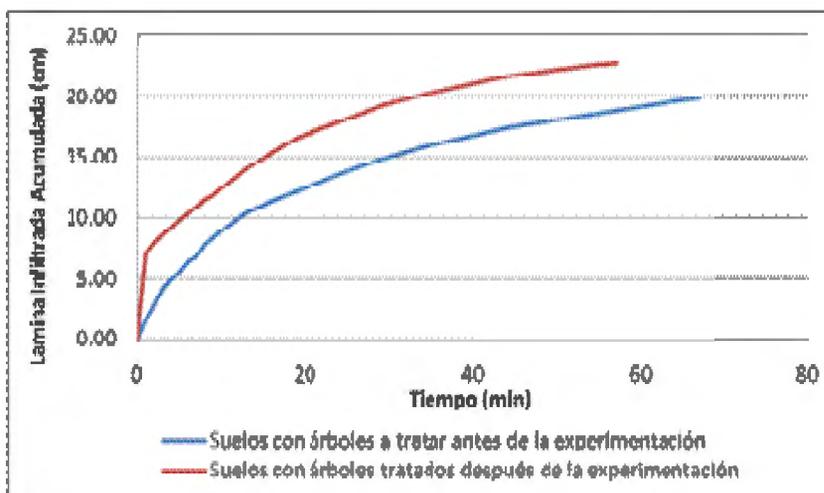


Figura 12 . Lamina Infiltración acumulada de agua en los suelos con árboles a tratar antes de la experimentación y con árboles tratados después de seis meses de la experimentación.

En relación a las características químicas del suelo, antes de la aplicación de los tratamientos, éste mostró un pH alcalino mientras que luego de la aplicación de los tratamientos el pH disminuyó, aunque el análisis de varianza con un nivel de confianza de 95% (Anexo 11), mostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo. Sin embargo, la disminución del pH favoreció la disponibilidad de Nitrógeno, Potasio y Fósforo, tal como se muestra en la Cuadro N°8, encontrándose en los rangos óptimos, ya que según Brady (2008) los rangos son: pH: 6 - 8, pH: 6 - 7.5, pH: 6.8- 7.6, son deseables para la disponibilidad de Nitrógeno, Potasio y Fósforo respectivamente (Anexo 27); además Porta (2000) afirma que en el rango de pH 6.6 – 7.3, los carbonatos son estables lo cual provoca el mínimo efecto tóxico, pero afirma que con un pH igual a 7 los efectos son los deseados, ya que se encuentran disponibles los micronutrientes en las cantidades deseadas.

Cuadro 8 . Características químicas medias del suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos.

Variable	Promedio antes de los tratamientos	Promedio después de los tratamientos
Materia Orgánica (%)	2.24	4.43
Fósforo (ppm)	55.64	54.08
Potasio (ppm)	236.2	539.13
pH	7.05	6.96
Nitrógeno total (%)	0.001	0.2

La cantidad de Potasio, Nitrógeno y Fósforo en el suelo testigo y del suelo con tratamientos en promedio no son significativamente diferentes (Anexo 12) con un intervalo de confianza de 95%. Éstos resultados podrían ser explicados en términos de absorción de nutrientes por los plantones. Sin embargo, aunque las diferencias no fueron significativas se notó un aumento del promedio de potasio y nitrógeno, mientras que el fósforo no aumento en el suelo que recibieron tratamientos. Además en el caso del fósforo podría deberse a que los plantones de *Acacia longifolia* adsorbieron este elemento ya que las especies de leguminosas, consumen gran cantidad de fósforo (ICRAF, 1999).

En cuanto a la materia orgánica presente después de la aplicación de los tratamientos aumentó en un 100% (Cuadro N°8), este resultado es un indicador de que los tratamientos al contener bacterias están descomponiendo el material orgánico del suelo debido al oxígeno que se encuentra en la solución suelo tal como lo menciona Higa (2009), indicando que efectivamente se está fomentando la actividad microbiológica del suelo provocando la disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, no se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo a un nivel de confianza de 95% (Anexo 13). Al no haberse encontrado diferencias significativas con respecto al testigo puede haberse debido al aporte del agua de riego proveniente de sequías con alto contenido de sedimentos y materia orgánica de procedencia no conocida.

Cuadro 9 .Comparación entre los tratamientos, para las variables M.O, N, P, K y pH.

Variable	T1 B.Lac 10%	T2 EM 10%	T3 B.Lac 15%	T4 EM 15%	T5 Testigo
Materia Orgánica (%)	4.57	4.17	4.17	4.84	2.95
Fósforo (ppm)	59.88	54.04	53.91	48.49	39.88
Potasio (ppm)	680.76	258.74	481.22	522.55	258.72
pH	6.83	7.01	6.83	7.14	7.34
Nitrógeno (%)	0.23	0.19	0.2	0.16	0.18

De acuerdo al análisis de varianza con un nivel de significancia de 95%, se puede afirmar que aunque los resultados no son significativos, los mejores promedios de materia orgánica, fósforo, potasio, pH y nitrógeno, los presenta el tratamiento 1(“B. Lac 10%”), corroborándose con el promedio de pH el cual efectivamente es menor que el resto de los tratamientos y además está dentro del rango permisible como se menciona anteriormente según Brady (2008) para la disponibilidad de fósforo, potasio y nitrógeno; es decir, se comprueba que el pH más cercano a 7 o ligeramente menor a este valor es mejor ya que permite obtener una mejor disponibilidad de micronutrientes, lo cual se corrobora observando el tratamiento 4 (“EM15%”), ya que posee en promedio un pH de 7.14 provocando una menor disponibilidad de micronutrientes en comparación con los tratamientos que tienen un pH menor (Cuadro N°9).

Se observó además la falta de conocimiento en el establecimiento y mantenimiento del arbolado por parte del municipio, ya que las labores de construcción civil (instalaciones eléctricas y telefónicas), afectaron el crecimiento radicular de los plantones, tal como se observa en la Figura N°13. Estos hechos muestran también la falta de coordinación entre las instituciones que tienen inferencia en el territorio urbano, denotando la necesidad de un ordenamiento territorial claro y que sea respetado por las diferentes instancias.



Figura 13 . Instalaciones de construcción civil que afectan el crecimiento del arbolado.

Los daños sufridos por los arboles de *Acacia longifolia* debido a los agentes abióticos, fue el marchitamiento de la copa, la aparición de canchales, microfilia, la coloración de las hojas mostrando deficiencias de nutrientes, la forma de la copa y la reducción del crecimiento en altura de los árboles. A continuación se presentan los resultados detallados de cada daño, así como su estado después de la aplicación de los tratamientos.

El marchitamiento se presentó en los 25 individuos de *Acacia longifolia* , lo cual afectó su funcionamiento y crecimiento (Figura N°14).

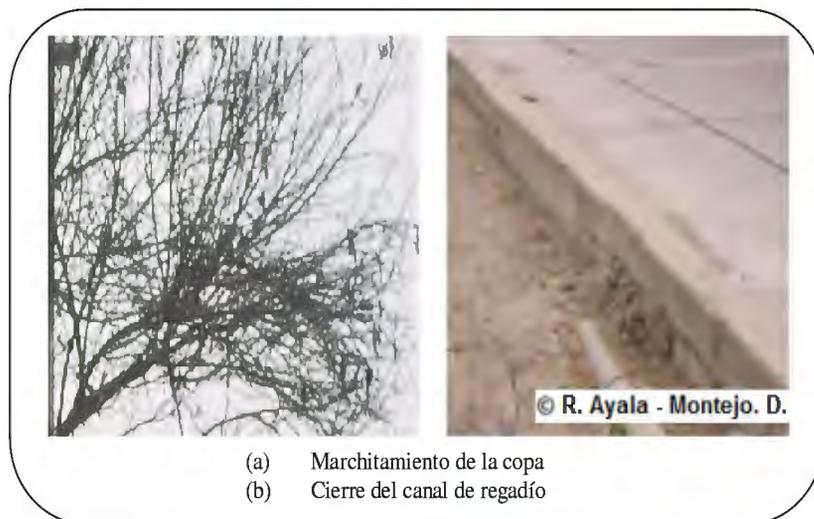


Figura 14 . Marchitamiento de la copa de *Acacia longifolia* y canales de riego clausurados.

El estrés hídrico de la plantación de *Acacia longifolia* , fue posiblemente la causas de la aparición de canchros en el fuste de los 25 árboles del estudio, de los cuales 18 fueron canchros severos; mientras que el resto de individuos presentó grietas no tan profundas, tal como se muestra en la Figura N°15. Los canchros mostraron profundidades de grietas medias, antes de comenzar con la investigación (Cuadro N°10), los cuales disminuyeron con la aplicación de los tratamientos. De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 9), se puede afirmar con un nivel de significancia de 95%, que la profundidad de los canchros en los árboles tratados disminuyó indicando mejoría del daño; mientras que la profundidad de los canchros de los árboles testigo disminuyeron en menor proporción en el tiempo que duro la investigación. Al confirmarse que hay diferencia significativa entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro N°11), la cual confirma que el efecto de los tratamiento 1(B.Lac10), 2 (E.M 10%) y 3 (B.Lac 15%), en la reducción de las grietas de los árboles son semejantes pero mejores que el tratamiento 4 (E.M 15%) y el testigo. Además el tratamiento 4 (E.M 15%) no se diferencia del efecto de la aplicación de agua (T5:testigo).

Dado que no se tiene la certeza de que los árboles provenían del mismo lote de semillas ni que tenían la misma edad, se realizó un análisis de varianza para ver la respuesta de cada árbol ante el mismo tratamiento ubicado aleatoriamente en el área de estudio, encontrando que no hay diferencia significativa entre los individuos que recibieron el mismo tratamiento, confirmando que la posible variabilidad de los árboles no afecta al tratamiento.

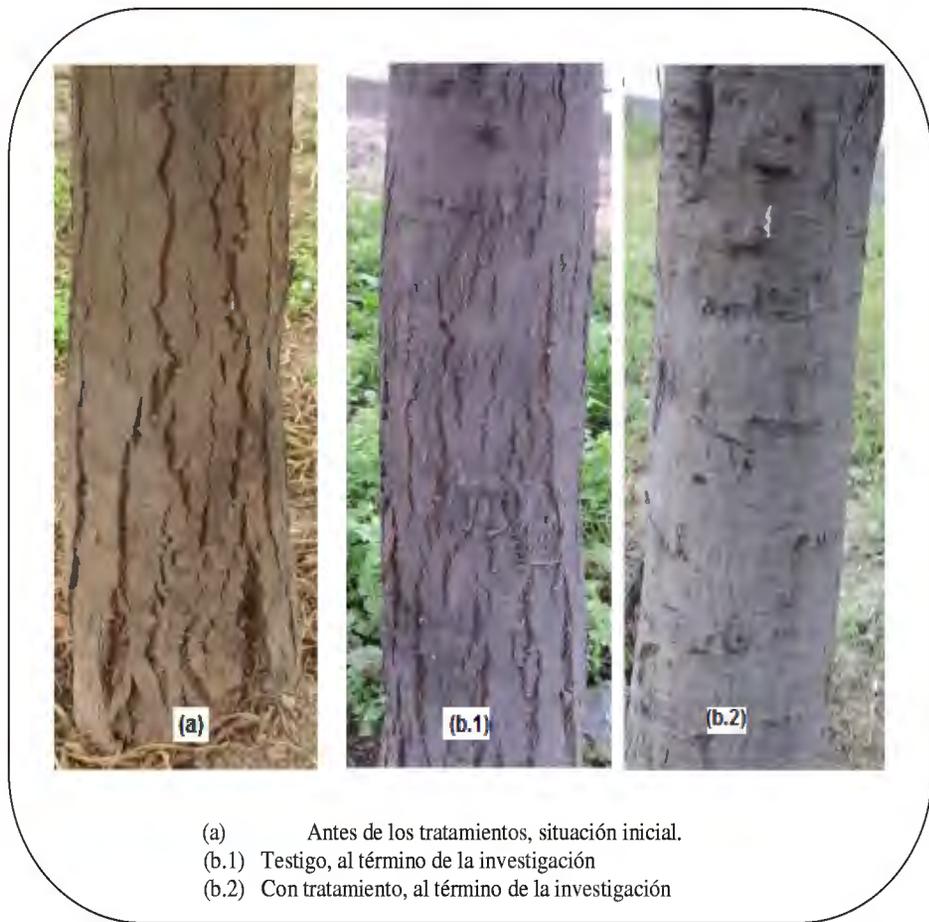


Figura 15 . Cancros en los árboles de *Acacia longifolia*

Cuadro 10. Profundidad media de grietas antes y después de la aplicación de tratamientos

Tratamientos	T1:B.Lac 10%	T2:EM 10%	T3:B.Lac 15%	T4:EM 15%	T5:Testigo
Antes de la experimentación (cm)	0.6	0.7	0.8	0.5	1.1
Después de la experimentación (cm)	0.0	0.1	0.1	0.2	0.8

Cuadro 11. Prueba de Tukey, para determinar la diferencia de profundidad de grietas entre cada tratamiento.

Semejanza entre tratamientos	Tratamientos
a	Testigo
b	E.M 15%
bc	E.M10%
c	B.Lac 15%
c	B.Lac 10%

El otro daño abiótico encontrado fue la microfilia, la cual está asociada al estrés hídrico del árbol ya que esta situación imposibilita que los nutrientes del suelo estén disponibles para la planta. Este síntoma fue observado en tres árboles (Figura N°16).



Figura 16 . Microfilia (diferencia de tamaño de hojas).

El color de hojas del arbolado antes de la aplicación de los tratamientos indicó una deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio en promedio de grado dos, es decir, que la deficiencia fue moderada. Sin embargo, después de la aplicación de los tratamiento la deficiencia paso a grado cero (no presenta ninguna deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio) en todos los tratamientos excepto en el testigo (Figura N°17) indicando que los niveles de nitrógeno, fósforo o potasio mejoraron, tal como se muestra en el Cuadro N° 12.

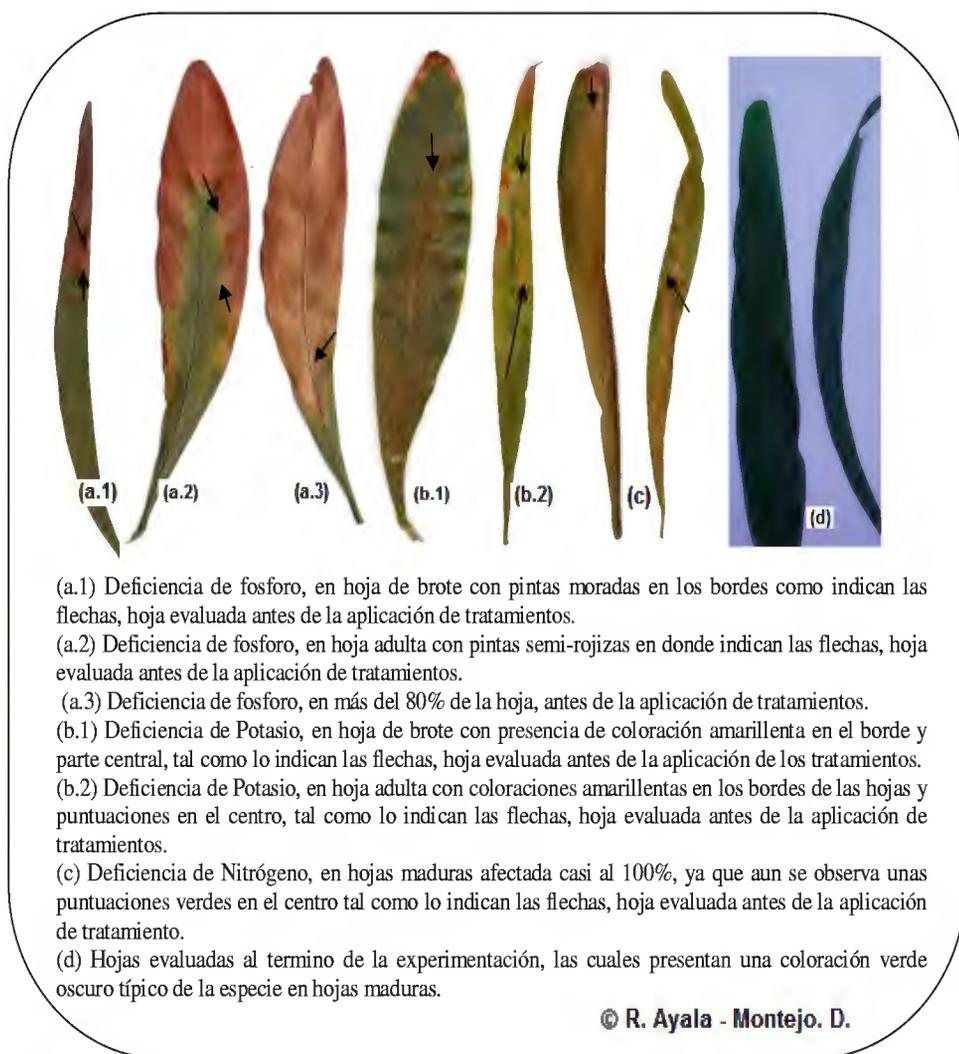


Figura 17 . Comparación del color de hojas antes y después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 12. Color de hojas antes y después de los tratamientos

Color de las hojas en función a la deficiencia de micronutrientes (en promedio).	Tratamiento				
	T1: B. Lac 10%	T2: E.M 10%	T3: B. Lac 15%	T4: E.M 15%	T5: Testigo
Deficiencia de Nitrogeno antes de los tratamientos	2	2	2	2	2
Deficiencia de Nitrogeno después de los tratamientos	0	0	0	1	2
Deficiencia de Fósforo antes de los tratamientos	2	1	2	2	1
Deficiencia de Fósforo después de los tratamientos	0	0	0	0	2
Deficiencia de Potasio antes de los tratamientos	2	2	2	2	1
Deficiencia de Potasio después de los tratamientos	0	0	0	0	2

Como la variable color de las hojas de la copa es cualitativa, se realizó la prueba FRIEDMAN; de acuerdo a está, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

En cuanto al Nitrógeno en la Cuadro N°13, se puede observar que los tratamientos 1 (B. Lac 10%), 2 (E.M 10%) y 3 (B.Lac 15%) son iguales; el tratamiento 3 y 4 (B.Lac 15%) y el tratamiento 4 y 5(testigo) son iguales, además se puede observar en la Figura N°18 que el tratamiento B.Lac 10% y E.M 10% muestran la menor deficiencia de nitrógeno.

En relación al fósforo los tratamiento B.Lac 10%, E.M 10%, B.Lac 15% y E.M 15%, son iguales (Cuadro N° 13), además en la Figura N°19 se puede observar que el testigo presentó la mayor deficiencia de fósforo. Es importante mencionar que para subsanar la deficiencia de fósforo se podría aplicar cualquiera de los tratamientos sin embargo, habrá que considerar la inversión económica al tomar la decisión final.

En cuanto a la deficiencia de Potasio, según la Cuadro N°13 se observa que los tratamientos B.Lac 10%, E.M 10% y B.Lac 15% son iguales, y por otro lado el tratamiento E.M 15% y el testigo también son iguales. Sin embargo en la Figura N°20 se puede observar que el testigo (tratamiento 5) es el que presenta la mayor deficiencia de potasio.

Cuadro 13. Prueba de Friedman para la deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Deficiencia de Nitrógeno		Deficiencia de Fósforo		Deficiencia de Potasio	
Diferencia	Tratamiento	Diferencia	Tratamiento	Diferencia	Tratamiento
a	Testigo(5)	a	Testigo (5)	a	Testigo (5)
ab	E.M 15%(4)	b*	B.Lac 10% (1)	ab	E.M 15% (4)
bc	B.Lac 15% (3)	b*	E.M 10% (2)	b*	E.M 10% (2)
c*	B.Lac 10% (1)	b*	E.M 15%(4)	b*	B.Lac 15% (3)
c*	E.M 10% (2)	b*	B.Lac 15% (3)	b*	B.Lac 10% (1)

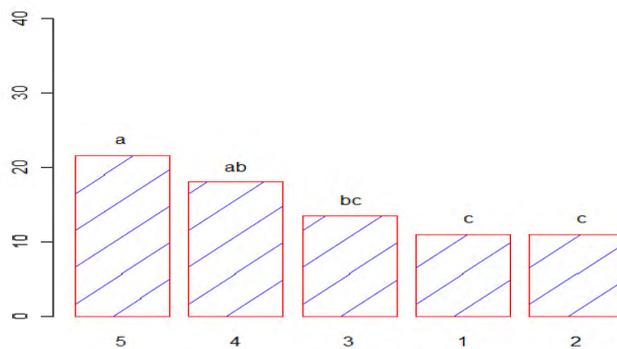


Figura 18 . Diferencia entre las medias de los tratamientos para la deficiencia de Nitrógeno.

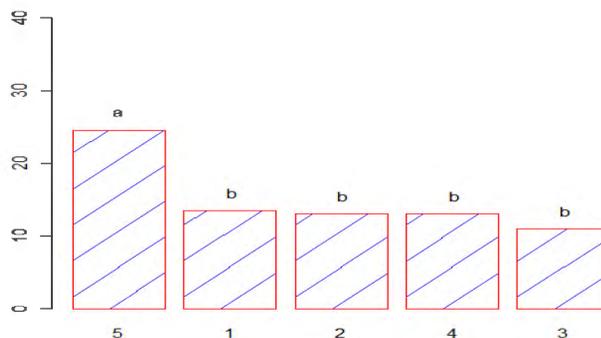


Figura 19 . Diferencia entre las medias de los tratamientos para la deficiencia de Fósforo.

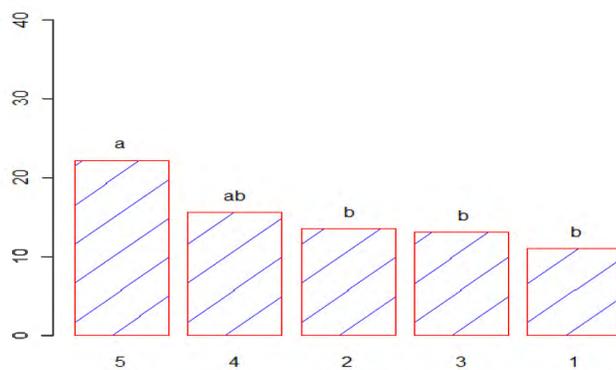


Figura 20 . Diferencia entre las medias de los tratamientos para la deficiencia de Potasio.

En relación a la forma de la copa (Tabla N°14), antes de iniciar la experimentación, los 25 árboles mostraron una forma de copa tipo 4, es decir presentaron solamente pocas ramas vivas; mientras que luego de haber aplicado los tratamientos, las copas se constituyeron en círculos completos (tipo 1), es decir todas las ramas estaban vivas, para el tratamiento 1 (B. Lac 10%); y para todos los demás tratamientos se presentaron copas con ramas vivas en forma de círculo irregular (tipo 2), tal como se muestra en la Figura N°21(a) y 20(b). Los resultados podrían ser explicados debido al efecto de los tratamientos los cuales aumentaron la disponibilidad de nutrientes, y permitieron la aparición de nuevas ramas y la recuperación de las ramas con menor vigor a través de una mejor calidad sanitaria (efecto repelente); y la aparición y crecimiento de brotes foliares (Figuras N°: 21(c) y 22). Así como la mejor calidad sanitaria debido al efecto repelente de insectos de los biofertilizantes.

Los resultados corroboran la eficiencia de los tratamientos, además se ha fomentado la aparición de rebrotes (20 árboles) los cuales crecieron hasta 0.50 m de altura en promedio (Figuras N°: 22 y 23).

Cuadro 14. Forma de la copa antes y después de la experimentación.

Grado de intensidad de Copa en promedio	Tratamiento				
	T1: B. Lac 10%	T2: E.M 10%	T3: B. Lac 15%	T4: E.M 15%	T5: Testigo
Antes de los tratamientos	4	4	4	4	4
Después de los tratamientos	1	2	2	2	5



Figura 21 . Comparación entre las formas de copas antes y después de los tratamientos



Figura 22 . Se observa la altura de los rebrotes



Figura 23 . Rebrotos con buena calidad sanitaria

De acuerdo con la prueba Tukey (Tabla N°15), se puede afirmar que existe una diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, confirmando que los tratamientos tienen un efecto positivo en la forma de la copa, es decir que se ha logrado mejorar las características de vigorosidad de la copa de los árboles. Estos resultados podrían ser explicados debido al efecto repelente de los insectos perjudiciales al disminuir la cantidad de individuos de los insectos estudiados, por lo tanto la severidad del daño sobre las hojas. Así mismo, los tratamientos habrían logrado poner disponible los micronutrientes en la solución suelo, los cuales a su vez influirían en el crecimiento de brotes y nuevas hojas. En la Figura N°24 nos muestra que los tratamientos B.Lac 10%(1), E.M 10% (2) y B.Lac 15% (3) son iguales, así como los tratamientos B.Lac 15% (3), E.M 15% (4) también lo son; mientras que el testigo (5) es diferente estadísticamente a los otros tratamientos, y muestra solamente pocas ramas (copa tipo 5).

Cuadro 15. Prueba de Tukey para el grado de intensidad de copa.

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	5
b	4
bc	3
bc	2
c	1

**promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con un grado de significancia de 95% con la prueba de Friedman*

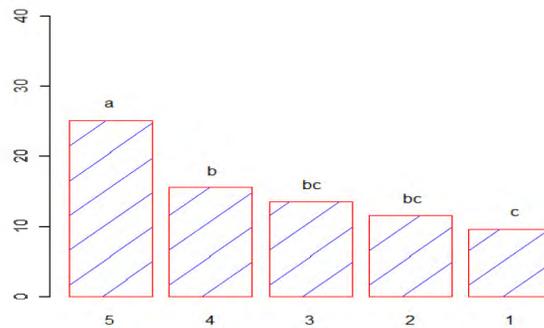


Figura 24 . Diferencia entre las medias de los tratamientos para la forma de copa.

Adicionalmente se observó la inflorescencia de todos los árboles evaluados con tratamiento, observando el evento fenológico de floración; mientras que los testigos no lo presentaron. Estos resultados indicarían la absorción de nutrientes del suelo, además la caída de flores fomenta biomasa en los suelos ayudando a fijar fósforo tal como lo describe ICRAF(1998).

El aumento de la altura total de los arboles tratados, permitía comprobar el efecto de los tratamientos (Tabla N°16), así las alturas totales en promedio aumentaron hasta en 1 m., excepto en el testigo. En relación a la altura del fuste (hasta la primera ramificación) ésta aumento ligeramente sólo en el tratamiento 3.

Cuadro 16. Altura total y del fuste del arbolado antes y después de la experimentación.

Alturas de los árboles (en promedio)	Tratamiento				
	T1: B. Lac 10%	T2: E.M 10%	T3: B. Lac 15%	T4: E.M 15%	T5: Testigo
Altura Total antes de los tratamientos (m)	4	3	4	3	3
Altura Total después de los tratamientos (m)	5	4	4	4	3
Altura del fuste antes de los tratamientos (m)	2	3	1.5	2	2
Altura del fuste después los tratamientos (m)	2	3	1.6	2	2

Por otro lado el análisis de varianza de las altura (Anexo 19), nos muestran que no hay diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo para la altura del fuste, pero si para la alturas total lo cual permite afirmar que los tratamientos fomentaron el crecimiento de altura total, posiblemente debido a la mejor disponibilidad de nutrientes del suelo y a la mejora de la fotosíntesis de la especie.

En cuanto al análisis de variación de medias de los tratamientos para las alturas totales, según la prueba tukey (Tabla N°17 y Figura N°25), éste indica que el mejor tratamiento para el incremento en altura es el B.Lac 10% (1); mientras que los tratamientos E.M 10% (2) y B.Lac 15% (3) son iguales y semejantes con el E.M 10% (4), además este último es semejante al testigo.

Cuadro 17. Prueba de Tukey para Altura Total.

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	B.Lac 10% (1)
b	E.M 10% (2)
b	B.Lac 15% (3)
bc	E.M 15% (4)
c	Testigo (5)

**promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con un grado de significancia de 95% con la prueba de Friedman*

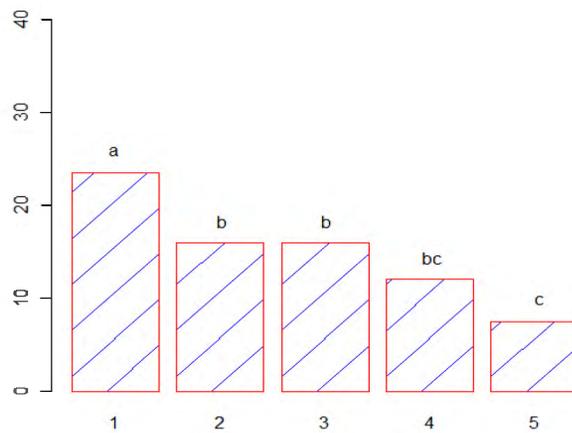


Figura 25 . Diferencia entre las medias de los tratamientos para Alturas totales.

4.2 DAÑOS AL ARBOLADO OCASIONADO POR AGENTES BIÓTICOS.

Los principales agentes bióticos que causaron daño a los plantones de *Acacia longifolia* fueron 4 especies de insectos:

1) Se identificaron dos especies insectiles “Mosca Blanca”:

a) Clase : Hexápoda (Insecta)

Orden: Homóptera

Familia: Aleyrodidae

Género: Aleurodicus

Especie: *Aleurodicus coccolobae* (Figura N°26)

b) Clase : Hexápoda (Insecta)

Orden: Homóptera

Familia: Aleyrodidae

Género: Aleurodicus

Especie: *Aleurodicus pulvinatus* compleja



- (a) *Aleurodicus coccolobae* apunto de eclosionar, aun está cubierta por tela, se reconoce fácilmente por los 2 apendices que tienen en su cabeza, a su mano izquierda aún se observa un montículo de huevecillos.
- (b) *Aleurodicus coccolobae* en estado adulto, se reconoce por la redondez y color negro de sus ojos.

Figura 26 . *Aleurodicus coccolobae*.

Los daños de la mosca blanca de las dos especies son iguales, características que concuerdan a lo descrito por Manta (2006). Los daños observados fueron Clorosis y amarillamiento de las hojas ya que succionan la savia y secretan una mielecilla que ocasiona la aparición de un hongo llamado fumagina (color negro) que reduce la capacidad fotosintética. Sin embargo en los árboles estudiados sólo se observaron daños como clorosis y amarillamiento de hojas, es decir el daño provocado por la fumagina no fue observado.

2) La tercera especie nociva insectil identificada fue el Bicho del Cesto:

Clase : Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Psychidae

Género: oiketicus/Kirbyi

Especie: *Oiketicus kirbyi* (Figura N°27 y 28)

Los daños de *Oiketicus Kirbyi* en las hojas de la *Acacia longifolia* , confirman lo investigado por Manta (2006), es decir las larvas causan fuerte defoliación, destrucción de brotes, hojas jóvenes y en menor proporción hojas viejas. No se registraron daños en las, flores y frutos porque estos eventos fenológicos no se presentaron.



Figura 27 . Pupa de *Oiketicus Kirbyi*.



Figura 28 . Larva del bicho del cesto.

3) La cuarta especie insectil perjudicial que se encontró fue la “Quereza”

Clase : Hexápoda

Orden: Hemiptera

Familia: Coccidae

Género: Saissetia

Especie: Saissetia oleae

El daño se caracteriza por la infestación de tallos tiernos y ramas, eventualmente en hojas. Suelen producir abundante melaza y el producto de la digestión es adecuado para la fumagina, tal como lo describe Manta (2006). Sin embargo, en la presente investigación, no se encontró fumagina, pero se observó cierta cantidad de individuos hembras (con forma de escudo) en algunas ramas y en el envés de las hojas, lo cual podría deberse a la baja presencia de la mosca blanca en términos relativos, ya que estos dos agentes insectiles están asociados.

A continuación se presenta la medición cuantitativa de los daños ocasionados por estas 4 especies insectiles:

a) Intensidad del daño ocasionado por las especies insectiles

La intensidad del daño, causado por las 4 especies de insectos antes de la aplicación de los tratamientos fue de 100%, es decir todos los árboles evaluados (25 árboles en total), presentaron el ataque de la mosca blanca (involucra las dos especies indistintamente), del bicho del cesto y la queresa. Luego de la aplicación de los tratamientos la intensidad del daño fue 20% para el bicho del cesto y mosca blanca (ambas especies). Mientras los árboles testigo (5 árboles), presentaron síntomas y signos del bicho del cesto (individuos maduros, juveniles y pupas y hojas dañadas tal como se describió anteriormente) y de la mosca blanca (individuos de ambas especies, adultos y ninfas y ramas infestadas) (Figura N°29). En el caso de la queresa la intensidad fue 0% para los árboles con tratamiento como para los árboles testigos, ya que no se encontró signos ni síntomas de su presencia.



Figura 29 . Mosca Blanca (Ninfas y adultos posados en las hojas).

b) Severidad del daño ocasionado por las especies insectiles

La Severidad del daño ocasionada por las especies de las 4 especies de insectos antes de la aplicación de los tratamientos, estuvo en un rango entre 0.1-10% de las hojas observadas para la mosca blanca indistintamente y la queresa (Tabla N°18), esto quiere decir que el ataque fue apenas perceptible. Para el bicho del cesto el rango de la severidad estuvo entre 10-30%, es decir que los daños son evidentes pero que no afectan seriamente al árbol.

Después de la aplicación de los tratamientos las hojas no presentaron daños por la mosca blanca, bicho del cesto y queresa, porque al aplicar los tratamientos se combatieron totalmente a estas especies. En el caso de los árboles testigos persistió únicamente el bicho del cesto.

Cuadro 18. Severidad del daño ocasionado por los insectos antes y después de la aplicación de la experimentación.

Severidad de los agentes Insectiles	Tratamiento				
	T1: B. Lac 10%	T2: E.M 10%	T3: B. Lac 15%	T4: E.M 15%	T5: Testigo
Severidad Mosca Blanca antes de los tratamientos	1	1	3	1	1
Severidad Mosca Blanca después de los tratamientos	0	0	0	0	1
Severidad Bicho del Cesto antes de los tratamientos	2	2	2	2	2
Severidad Bicho del Cesto después de los tratamientos	0	0	0	0	1
Severidad Queresa antes de los tratamientos	1	1	1	1	1
Severidad Queresa después de los tratamientos	0	0	0	0	0

Leyenda:

0= Hojas y ramas, sin daños	0%(0)
1= Ataque apenas perceptible	0.1-10 %(1)
2= Daños evidentes que no afectan seriamente	11-30 %(2)
3= Daños evidentes que afectan seriamente al árbol	30-50 %(3)
4= Daños muy evidentes, parte evaluada inservible	51-100%(4)

Para evaluar el efecto de los tratamientos en las 4 especies al final del estudio se realizó el análisis de varianza de la severidad del daño ocasionado por las especies insectiles.

En el caso de la Mosca blanca de ambas especies se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo (Anexo 16). Lo cual conlleva a realizar la prueba Tukey (Tabla N°19), comprobando que todos los tratamientos tienen el mismo efecto para con los daños ocasionados con por la Mosca Blanca.

Cuadro 19. Prueba de Tukey para la Severidad de Mosca Blanca.

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	Testigo
b*	B.Lac 10%
b*	E.M 10%
b*	B.Lac 15%
b*	E.M 15%

**promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con un grado de significancia de 95% con la prueba de Friedman.*

Mientras que el análisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, para la severidad del daño ocasionado por el bicho del cesto (Anexo 17), indica que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo.

En el caso de la queresa ninguno de los tratamientos y el testigo presentaron daños, es decir que todos los insectos fueron combatidos en las hojas de los árboles, por lo cual no se pudo realizar ningún análisis de varianza.

4.3 EFECTO REPELENTE DE LOS TRATAMIENTOS EN ESPECIES INSECTILES PERJUDICIALES

Para la Mosca Blanca, se presentó un rango de 10 a 20 individuos como se detalla en la Tabla N°20; mientras que, después de la aplicación de los tratamientos sólo se encontraron 11 individuos, los que constituían a los árboles testigos (5 árboles). Además, los individuos del bicho del cesto antes de la aplicación de los tratamientos presentaron un rango de 35 a 48 individuos. Luego de la aplicación de los tratamientos la población disminuyó en un 90% (31 individuos menos) en los árboles tratados; en tanto que en los árboles testigo la disminución fue de 50% (24 individuos menos). Es importante mencionar que el bicho del cesto es una especie sumamente resistente porque se trata de un insecto que posee un cesto protector, sus larva pueden soportar ayunos prolongados y los individuos hembras tienen una alta fecundidad, lo que, sumado a un ciclo de vida prolongado, le confiere una gran capacidad de sobrevivencia. (ASD,2009) a los biofertilizantes aplicados.

En el caso de la queresá se presentó un rango de 15 a 24 individuos como se detalla en la Tabla N°20, mientras que después de la aplicación de los tratamientos no se encontró ningún individuo en los árboles con tratamiento y los árboles testigo. Estos resultados podrían ser explicados al efecto de los tratamientos dado que habría una mayor disponibilidad de fósforo, potasio y nitrógeno disueltos en la solución suelo. En el caso del testigo el agua aplicada, jugaría este mismo rol.

Cuadro 20. Número de individuos de los insectos perjudiciales antes y después de la aplicación de los tratamientos.

<i>Número de individuos promedio de los Agentes Insectiles</i>	<i>Tratamiento</i>				
	<i>T1: B. Lac 10%</i>	<i>T2: E.M 10%</i>	<i>T3: B. Lac 15%</i>	<i>T4: E.M 15%</i>	<i>T5: Testigo</i>
N° de individuos en promedio de Mosca Blanca antes de los tratamientos	20	14	14	10	15
N° de individuos en promedio de Mosca Blanca después de los tratamientos	0	0	0	0	11
N° de individuos en promedio de Bicho del Cesto antes de los tratamientos	47	35	44	43	48
N° de individuos en promedio de Bicho del Cesto después de los tratamientos	2	4	4	6	24
N° de individuos en promedio de Queresá antes de los tratamientos	20	15	15	24	16
N° de individuos en promedio de Queresá después de los tratamientos	0	0	0	0	0

Al final del estudio, se realizó el análisis de varianza del número de individuos por tratamiento (Anexo 18) a un 95% de confiabilidad. Para la mosca blanca, hay diferencia significativa en el efecto repelente de los tratamientos y el testigo. Dado que las medias del número de individuos de mosca blanca presentaron diferencia significativa, se realizó la prueba de Tukey (Tabla N°21), con la cual se confirmó que el tratamiento B.Lac 10% tiene el mejor efecto repelente para ambas especies de mosca blanca; mientras que, el efecto repelente del testigo es similar a estos los tratamientos E.M 10% y B.Lac 15%.

Cuadro 21 . Prueba de Tukey para determinar el efecto repelente de los tratamientos para la Mosca Blanca.

Semejanza entre tratamientos	Tratamiento
a	Testigo
ab	E.M 10%
ab	B.Lac 15%
b*	B.Lac 10%
b*	E.M 15%

**promedios seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con un grado de significancia de 95% con la prueba de Tukey.*

El efecto repelente de los tratamientos y los testigos para el bicho del cesto no es significativo, posiblemente debido a que los tratamientos no pueden combatir la población de bicho del cesto por ser altamente resistente tal como lo afirma ADS (2009). En el caso de la queresa, el análisis de varianza del efecto repelente es similar; es decir en todos los árboles tratados no se encontró algún individuo de queresa, por lo cual no se pudo realizar el análisis de varianza de las medias de los tratamientos.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología y resultados encontrados, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- El principal agente abiótico que afectó a la plantación de *Acacia longifolia*, fue debido a las condiciones desfavorables de las propiedades físicas y químicas del suelo. Mientras los daños causados a las plantaciones por los agentes bióticos fueron secundarios, confirmado con los resultados de la severidad.
- Las malas condiciones del suelo y la falta de riego produjeron canchales, copa de árboles con solamente pocas ramas vivas, microfilia, deficiencia de fósforo, potasio y nitrógeno, observado en la coloración de las hojas, así como un estancamiento de la altura total y de la altura del fuste de los árboles.
- Los agentes bióticos que causaron daño a las hojas de *Acacia longifolia*, fueron *A. coccolobae*, *A. pulvinatus*, *Oiketicus kirby* y *Saissetia oleae*. Aunque todos los árboles evaluados presentaron estas 4 especies, la severidad de los daños ocasionados por la mosca blanca (2 especies) y la queveza fueron apenas perceptibles. Mientras que los daños del bicho del cesto son evidentes pero no afectan seriamente al árbol.
- El mejor tratamiento para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo fue B.Lac 10%; debido a que mejoró la capacidad de infiltración, la densidad aparente y la resistencia mecánica del suelo. Asimismo, mejoró la disponibilidad de materia orgánica, potasio y nitrógeno.
- La menor deficiencia de nitrógeno y potasio en las hojas de *Acacia longifolia* se produjo con el tratamiento B. Lac al 10%, E.M al 10% y B. Lac al 15%; puesto que, todos los tratamientos resultaron efectivos para el fósforo.

- El biofertilizante B.Lac al 10% logró regenerar las copas de los árboles llevándolos a formar un círculo con todas las ramas vivas. Mientras los biofertilizantes usados en las condiciones indicadas lograron mejorar el crecimiento de los árboles hasta 1m más en altura total, afirmando que la plantación se estableció.
- Los biofertilizantes B.Lac al 10% y E. M al 15%, son los más efectivos para recuperar la severidad de los daños ocasionados por las especies insectiles a las hojas de *Acacia longifolia* . Sin embargo, su efectividad es limitada para controlar al *Oiketicus kirbyi*.
- Los biofertilizantes más efectivos que ayudan a reducir los canchros observados en el fuste son el B.Lac al 10% y el B.Lac al 15%.
- El tratamiento más eficiente para repeler a la mosca blanca y al bicho del cesto es el biofertilizante B. Lac al 10%. Sin embargo, los otros tratamientos también disminuyeron la cantidad de insectos perjudiciales. Asimismo, todos los tratamientos lograron reducir la intensidad de los daños en 80% para mosca blanca y bicho del cesto y en 100% para la queresa.

6. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados encontrados, se recomienda aplicar el B.Lac a una concentración del 10%, con la finalidad de disminuir los costos del mantenimiento de la plantación.
- Se recomienda seguir con la l aplicación de los biofertilizantes especialmente a los árboles testigos y establecer una parcela demostrativa que permita registrar los crecimientos en altura y diámetros.
- Se recomienda aplicar al B. Lac a una concentración del 10% con un semanal de 5 litros por árbol en otras especies forestales y en suelos degradados.
- Se recomienda hacer un análisis químico de los biofertilizantes para tener un mayor conocimiento de su actividad en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRE, J. Loli, O. La Torre, B. 2005. Manual Práctico de fertilidad de suelos. 38 p.
- ALEGRE, J. D.K. Cassel, and D.E. Bandy. 1986. Reclamation of an Ultisol Damaged by Mechanical Land Clearing. Reprinted from the Soil Science Society of America Journal Volume 50, N°4 July-August. 677 South Segoe Rd., Madison, WI 53711 USA.
- ALZUGARAY, R.; Antuña, A.; Braña, M. 2004. Ficha técnica Sanidad vegetal. Los pisíidos del eucaliptus. Austria.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, Inc. (1996). Methods of Soil Analysis. Part 3 – Chemical Methods. Madison, Usa. 1356 p.
- ÁRBOLES ORNAMENTALES. 2009. Características de *Acacia longifolia*. Consultado en Abril de 2009. Disponible en: <http://www.arbolesornamentales.es/Acacialongifolia.htm>.
- ARNOLD, M. 1997. Trees as out-grower crops for forest industries; experiences from the Philippines and South Africa. Rural Development Forestry Netwok Paper 22a. Overseas Development Institute, Londres.
- ASD.2009. Características y comportamiento de *Oiketicus kirbyi*. Consultado en Abril de 2009. Disponible en: www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol25-1sp.html.
- BIDWELL, R. 1993. Fisiología vegetal. AGT EDITOR S.A. Mexico.
- BOCEK, A. 2009. Editor International Center for Aquaculture Swingle Hall Auburn University, Fertilizantes quimicos para estaques piscicolas. Alabama – USA. Consultado en Junio de 2009. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/GT6%20Intro%20al%20Cultivo.pdf>.
- BOSSIO, F. 2004. Obtención de un biofertilizante basado en residuos de pescado y roca fosfatada”. Tesis (Ing. Agrónomo). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina.128p.

- BRADY, N. Weil, R. 2008. The nature and properties of soils. Upper Saddle River. Columbus, Ohio. New Jersey. 58 – 83 p.
- BUCCKMAN, M. Brady, N. 1996. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona ES, Montaner y Simón 590 p.
- BULNES, F. 2001. Elementos de silvicultura. Notas del curso. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- 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. Agrónomo). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 119p.
- CAMPOS, J.J.; Peres, O.; Berti, E. 1987. Biología do bicho do cesto *Oiketicus kirbyi* (Lands-Guilding 1827) (Lepidoptera: Psychidae) en folhas de *Eucalyptus* spp. Anais Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz 44: 341-358 p.
- CURTIS, A. y RACE, D. 1998. Links between farm forestry growers and the wood processing industry: lessons from the Green Triangle, Tasmania and Western Australia. RIRDC Publication No. 97 / 41.
- DE ARMAS, U.R. y coautores. 1988. Fisiología vegetal. Ed Pueblo y Educación. La Habana-Cuba. 524 p.
- DELL; B.; MALAJCZUK; N. and GROVE, T. 1995. Nutrient disorders in plantation Eucalypts. Australian Center For International Agricultural Reserch. Australia. 110 p.
- FAO, 2000. El Eucalipto en la repoblación forestal. Enfermedades, plagas y trastornos. Consultado en Marzo de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/ac459s/AC459S12.htm>.
- FAO, 2000. Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grandes espacios. Definición de árbol. Consultado en Marzo de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x3989s/x3989s03.htm>
- FLORES, A. M. 1975. Estudios de La respuesta a La aplicación de microelementos al follaje en el cultivo de trigo. Tesis. (Ing. Agrónomo). Lima, PE, Pontificia Universidad Católica Del Perú. 58 p.

- GARCIA, F. 1987. Aspectos biológicos y manejo del gusano canasta *Oiketicus kirbyi* . Instituto Colombiano Agropecuario. Ministerio de Agricultura. Bol. Tec.149. 23 p.
- GOMERO, O; L.A. 1986. Efecto de algunos micronutrientes y microorganismos en El cultivo de tabaco rubio. Tesis Ing. Agr. UNALM- Perú 83 p.
- GRISELDA, G; Ruiz, E; etc. 2006. Himenopteros parasitoides (Chalcidoidea) de coccoidea (homóptera) en CD. Victoria, Tamaulipaas. Instituto de ecología AC. Mexico.
- GROSS, A. 1971. Abonos: guía práctica de fertilizantes. Madrid, ES: Ediciones MundiPrensa. 526 p.
- GUTIERREZ, A; Lavín, A. 2000. Linear measurements for non destructive estimation of leaf area in Chardonnay. Chile.
- HIGA, T. EM organización de investigación Inc. Sitio oficial del Doc. Higa, Tecnología de EM. Consultado en Agosto de 2009. Disponible en: <http://emrojapan.com/about-em/about-em.html>.
- ICRAF. 1999. Ventajas que ofrecen las leguminosas. Centro Internacional para la investigación en Agroforestería. Pucallpa. Perú. 15 p.
- INFOAGRO. Abonos y Fertilizantes. Consultado en Marzo de 2009. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.htm.
- INFOAGRO. Abonos orgánicos. Disponible en: Consultado en Marzo de 2009. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm.
- JARDÍN Y PLANTAS. Descripción de los Biofertilizantes. Consultado en Marzo de 2009. Disponible en: www.jardinyplantas.com/suelos-y-fertilizantes/fertilizantes-quimicos.html.
- LARA EDUARTE, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la Zona Atlántica de Costa Rica. Imprenta Trejos Hnos. San José, Costa Rica, 278 p.
- LEVEAU, A. 1988. Los microelementos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España. 279 p.
- LEVEAU, J. Bouix, M 2000. Microbiología industrial los microorganismos de interés industrial Acibia S.A. Zaragoza (España) 578p.

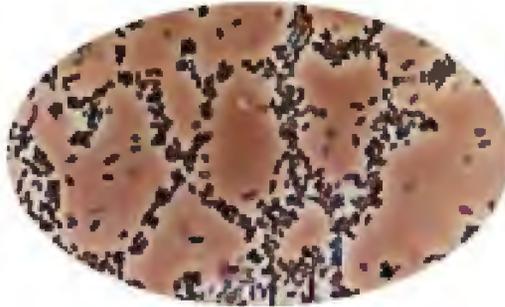
- LOMBARDI, I. 2008. Exposición del Proyecto PD 251/03 (F) "Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba - UNALM-ITTO". Congreso Forestal Nacional, UNALM. 11 de diciembre.
- LLERENA, C. 2009. Apuntes de clase de Ordenación de Cuencas. Departamento de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2008. 240 diapositivas. Ciclo I
- MADIGAN, M. Martinko, J. Parker, J. 2004. Brock biología de los microorganismos. Décima edición Pearson educación, S.A, Madrid. 1096 p.
- MANTA, M. 1998. Analisis Silvicultural de los tipos de bosque húmedo de bajura, en la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Centro Agrario Tropical de investigación y enseñanza, Catie. Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- MANTA, M. 2008. Los nuevos escenarios de la Investigación en Nutrición Pública y Seguridad Alimentaria. Conferencia en el Curso Seminario I de la Maestría en Nutrición Pública y Seguridad Alimentaría. 8 de Julio de 2008. EPG, UNALM. Lima-Perú.
- MANTA , M. 2004. Guía de Prácticas del Curso de Protección Forestal. Departamento de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. s. n. t.
- MANTA, M. 2008 a. Apuntes de clase de Protección Forestal. Departamento de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2004. 540 diapositivas. Ciclo I
- MANTA, M. 2008 b. Apuntes de clase de Protección Forestal. Departamento de Manejo Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2004. 540 diapositivas. Ciclo II
- MARQUINA R. 2003. Evaluación del "piojo del eucalipto" *Ctenarytaina eucalypti* Maskell Hom: Psylliidae, en yemas terminales de eucalipto en Carhuaz, Perú. Tesis Ing. Forestal.UNALM.Lima, Perú. 60 p.

- MARTÍN, J. 2004. Whiteflies of Belice (Hemiptera: Aleyrodidae). Part 1 – introduction and account of the subfamily Aleurodicinae Quaintance & Baker. ZOOTAXA. Magnolia Press; Auckland, New Zealand.
- MARTÍNEZ, J. Peña, M. 2005. Efecto de la biofertilización en el rendimiento de grano de trigo bajo temporal, en la región central de Nuevo León. Campo Experimental General Terán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, km 31 carretera Montemorelos-China, General Terán.
- MUNICIPALIDAD DE PUEBLOLIBRE. 2009. Registro de datos de la estación meteorológica portátil del periodo 2008 - 2009. Pueblo Libre – Perú.
- NARREA, M. 2008. Taller: Identificación de especies de mosca blanca (ALEYRODIDAE) y escamas (COCCOIDEA) importantes en frutales y sus parasitoides en Sudamérica. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- NUÑEZ, E. R. J. 1965. Memoria del II congreso sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Tomo II. 60 p.
- PORTA, J. López, M. Roquero, C. 2000. Edafología para la agricultura y medio ambiente. 3era Edición. Madrid – España. 252 p.
- PROABONOS, Beneficios de los Biofertilizantes. Disponible en: www.proabonos.gob.pe. Consultado el 12 – 05 – 2009.
- REALI; P. Ing. Agr. 2000. Daños por Falta de Boro. Disminución de la Rentabilidad Forestal de Eucalyptus globulus ssp. globulus en el Sureste del Uruguay. Revista Forestal N° 15.
- ROESTREPO, I. 1998. La Idea y arte de fabricar abonos orgánicos fermentados. SIMAS. Nicaragua.
- RHAINDS, M.; Gries, G.; Li, J.; Gries, R.; Slessor, K.N.; Chinchilla, C.M.; Oehlschlager, A. C. 1994. Chiral esters: sex pheromone of the bagworm, *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae). J. Chem. Ecol. 20 (12): 3083 – 3096 p.
- RHAINDS, M.; Gries, G.; Castrillo, G. 1995b. Pupation site affects the mating success of small but not large female bagworms, *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae). OIKOS 74: 213-217.

- RHAINDS, M.; Gries, G.; Chinchilla, C. 1995a. Pupation site and emergence time influence the mating success of bagworm females, *Oiketicus kirbyi*. *Entomol. Exp. Applicata* 77: 183-187 p.
- RHAINDS, M.; Gries, G.; Chinchilla, C. 1996. Development of a sampling method for first instar *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) in oil palm plantations. *J. Econ. Entomol.* 89 (2): 396- 401 p.
- ROLDAN, G. Marzo, 2008. Serie N°2: Tecnología innovativa apropiada a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Capítulo 6- Preparación y uso del Compost: Folleto. INIA.
- SUQUILANDA, M. 1995. El biol. Fitoestimulante orgánico. Ed-FUNDAGRO. Ecuador.
- TORRES, J.1998. Patología forestal. Libro Madrid : Fundación Conde del Valle de Salazar : Ediciones Mundi-Prensa, 1998.

ANEXO 1

VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS LACTICAS



ANEXO 2

VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS DE LEVADURAS



ANEXO 3

VISTA EN MICROSCOPIO DE BACTERIAS *PHOTOTROPIC*.



ANEXO 4

HOJA, INFLORENCIA DE *Acacia longifolia*



ANEXO 5

ESTADO ADULTO DE *Oiketicus kirbyi* – HEMBRA



ANEXO 6

ESTADO ADULTO DE *Oiketicus kirbyi* – HEMBRA



ANEXO 7

HUEVO DE *Oiketicus kirbyi*



ANEXO 8

ENEMIGOS NATURALES DE M AMERICA TROPICAL

Organismo	Individuos emergidos	
Dermaptera	Forficulidae <i>Doru lineare</i>	
Neuroptera	Chrysopidae <i>Chrysopa sp.</i>	
Hymenoptera	Braconidae <i>Cotesia sp.</i> <i>Diagonogastra diversus</i>	1 - 26 avispa por pupa
Chalcididae	<i>Comura aiketicus</i> <i>Comura brethesi</i> <i>Comura sp.</i> <i>Brachymeria sp.</i>	1 avispa por pupa 1 avispa por pupa 1 avispa por pupa 1 avispa por pupa
Eulophidae	<i>Elachertus sp.</i> Tetrastichus pseudoceticola	
Ichneumonidae	<i>Filistina sp.</i> <i>Ateleutesp.</i> <i>Caninodes sp.</i> <i>Cristolia sp.</i>	1 avispa por pupa 1 avispa por pupa
Bethylidae	<i>Perisiorola sp.</i>	
Diptera	Tachinidae <i>Achaetoneura sp.</i>	
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga lambens</i>	1 - 5 moscas por pupa
Enterobacteriaceae	<i>Klebsiella oxitoca</i>	

ANEXO 9

ANALISIS DE VARIANSA PARA LA VARIABLE PROFUNDIDAD DE GRIETAS

	G.L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Tratamiento	4	2,2920	0,57300	15,18	0,000
Bloque	4	0,24400	0,06100	1,62	0,219
Error	16	0,60400			
Total	24	3,14000			

ANEXO 10.1

CUADRO DE DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, BIOLÓGICAS Y FÍSICO - MECÁNICAS DEL SUELO, DESPUÉS DEL EXPERIMENTO.

Muestra	Tratamiento	Fosforo ppm	Potasio ppm	pH	%Nitrógeno	%M.O	Densidad Aparente	Resistencia Mecánica		
								10cm	20cm	30cm
1	1	92,295	583,670	6,810	0,160	4,034	0,838	0,750	1,500	2,000
2	5	45,466	170,783	7,73	0,123	1,345	0,865	1,000	2,250	3,000
4	3	61,955	656,662	6,700	0,252	6,051	0,937	0,250	0,500	0,500
5	2	57,998	1017,223	6,94	0,227	6,051	0,643	0,500	0,500	0,750
6	4	49,423	832,545	7,14	0,154	3,362	1,004	1,000	1,250	1,500
7	4	29,197	661,059	7,51	0,129	4,707	0,821	0,750	1,250	1,500
8	5	13,147	133,408	7,73	0,126	4,034	0,944	1,500	1,750	2,000
9	2	69,43	300,497	7,08	0,109	2,017	1,047	2,000	1,000	1,750
10	3	53,381	276,313	6,29	0,218	3,362	0,809	1,500	2,000	1,750
11	1	33,594	1421,755	7,06	0,224	2,017	0,892	0,750	1,250	1,500
12	1	69,43	603,896	6,62	0,305	8,068	0,736	0,750	1,500	1,750
13	5	45,466	340,071	7,18	0,277	1,345	1,117	2,000	2,500	3,500
14	4	53,161	414,822	7,04	0,151	5,378	0,922	1,250	1,250	1,500
15	3	47,005	564,323	7,05	0,165	3,361	0,756	1,750	1,250	2,000
16	2	50,303	357,659	7,03	0,199	5,378	0,752	1,250	1,250	1,250
17	4	47,005	326,880	7,01	0,185	7,395	0,891	1,500	1,750	1,750
18	3	58,877	535,742	7,01	0,185	4,706	0,879	1,250	1,000	1,250
19	1	36,452	425,814	7,02	0,232	4,706	0,832	0,750	1,000	1,250
20	5	37,551	441,204	7,01	0,204	2,689	0,820	1,750	1,750	1,750
21	2	57,118	249,931	7,01	0,216	5,378	0,851	0,750	1,750	1,750
22	2	35,353	434,608	7,02	0,193	2,017	0,786	0,750	1,250	1,500
23	1	67,671	368,652	6,65	0,218	4,034	0,928	1,000	1,250	1,500
24	5	57,778	208,158	7,03	0,176	5,378	0,865	2,000	2,500	4,000
25	4	63,714	377,446	7,01	0,196	3,362	0,444	0,750	1,250	1,750
26	3	48,324	373,049	7,09	0,188	3,362	1,024	0,500	1,250	1,500

ANEXO 10.2

CUADRO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA Y LA LÁMINA INFILTRADA DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN,

	Hora	Tiempo (min)		Lectura en regla (cm)	Lamina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/h)	
		Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulada	Instantanea	Acumulada
Anillo II: Suelo con tratamiento Distancia Inicial = 21,3 Tiempo: 59"	12:08	0	0	21,3	0	0	0,00	0,00
	12:09	1	1	19,1	2,2	2,2	132,00	132,00
	12:10	1	2	18	1,1	3,3	66,00	99,00
	12:11	1	3	17,3	0,7	4	42,00	80,00
	12:12	1	4	16,7	0,6	4,6	36,00	69,00
	12:13	1	5	16	0,7	5,3	42,00	63,60
	12:14	1	6	15,4	0,6	5,9	36,00	59,00
	12:15	1	7	14,7	0,7	6,6	42,00	56,57
	12:16	1	8	14,2	0,5	7,1	30,00	53,25
	12:17	1	9	13,6	0,6	7,7	36,00	51,33
	12:18	1	10	13,1	0,5	8,2	30,00	49,20
	12:21	3	13	11,7	1,4	9,6	28,00	44,31
	12:24	3	16	10,4	1,3	10,9	26,00	40,88
	12:27	3	19	9,3	1,1	12	22,00	37,89
	12:32	5	24	7,5	1,8	13,8	21,60	34,50
	12:37	5	29	5,6	1,9	15,7	22,80	32,48
	12:42	5	34	4,7	0,9	16,6	10,80	29,29
	12:52	10	44	2,8	1,9	18,5	11,40	25,23
01:02	10	54	1,7	1,1	19,6	6,60	21,78	
01:07	5	59	1,5	0,3	19,9	3,60	20,24	
Anillo I: Suelo sin tratamiento Distancia Inicial = 23,3 Tiempo: 57"	02:03	0	-	23,3	0	0	0,00	0,00
	02:04	1	1	16,2	7,1	7,1	426,00	426,00
	02:05	1	2	15,3	0,9	8	54,00	240,00
	02:06	1	3	14,7	0,6	8,6	36,00	172,00
	02:07	1	4	14	0,7	9,3	42,00	139,50
	02:08	1	5	13,4	0,6	9,9	36,00	118,80
	02:09	1	6	12,9	0,5	10,4	30,00	104,00
	02:10	1	7	12,4	0,5	10,9	30,00	93,43
	02:11	1	8	11,8	0,6	11,5	36,00	86,25
	02:12	1	9	11,4	0,4	11,9	24,00	79,33
	02:13	1	10	10,9	0,5	12,4	30,00	74,40
	02:16	3	13	9,3	1,6	14	32,00	64,62
	02:19	3	16	7,9	1,4	15,4	28,00	57,75
	02:22	3	19	6,7	1,2	16,6	24,00	52,42
	02:27	5	24	5,4	1,3	17,9	15,60	44,75
	02:32	5	29	4,1	1,3	19,2	15,60	39,72
	02:37	5	34	3,2	0,9	20,1	10,80	35,47
	02:47	10	44	1,6	1,6	21,7	9,60	29,59
02:57	10	54	0,7	0,9	22,6	5,40	25,11	
03:00	3	57	0,6	0,1	22,7	2,00	23,89	

ANEXO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PH

ANOVA	G.L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Tratamiento	4	0,713	0,178	1,85	0,169
Bloque	4	0,179	0,045	0,46	0,761
Error	16	1,542	0,096		n.s
Total	24	2,434			

ANEXO 12

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS ELEMENTOS POTASIO, NITRÓGENO Y FÓSFORO DEL SUELO,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Potasio	Tratamiento	4	455481	113870	1,56	0,232
	Bloque	4	298513	74628	1,02	0,424
	Error	16	1165259	72829		n,s
	Total	24	1919253			
Nitrógeno	Tratamiento	4	0,012	0,003	1,40	0,278
	Bloque	4	0,009	0,002	1,16	0,366
	Error	16	0,034	0,002		n,s
	Total	24	0,055			
Fósforo	Tratamiento	4	1131,4	282,8	1,24	0,333
	Bloque	4	1324,9	331,2	1,45	0,262
	Error	16	3643	227,7		n,s
	Total	24	6099,3			

ANEXO 13

CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MATERIA ORGÁNICA,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Materia orgánica	Tratamiento	4	10,379	2,595	0,77	0,559
	Bloque	4	10,560	2,640	0,78	0,551
	Error	16	53,814	3,363		ZZZZZZZZZZ
	Total	24	74,754			

ANEXO 14

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DENSIDAD APARENTE,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Densidad Aparente	Tratamiento	4	0,099	0,026	0,71	0,596
	Bloque	4	0,037	0,009	0,25	0,906
	Error	16	0,554	0,037		n,s
	Total	24	0,689			

ANEXO 15

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES RESISTENCIA MECÁNICA A LOS 10CM, 20CM Y 30CM,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Resistencia mecánica a los 10 cm	Tratamiento	4	1,9900	0,4975	2,91	0,055
	Bloque	4	1,5400	0,3850	2,25	0,109
	Error	16	2,7350	0,1709		n,s
	Total	24	6,2650			
Resistencia mecánica a los 20 cm,	Tratamiento	4	3,3650	0,8412	5,21	0,007
	Bloque	4	0,3650	0,0913	0,56	0,692
	Error	16	2,5850	0,1616		*
	Total	24	6,3150			
Resistencia mecánica a los 30 cm	Tratamiento	4	7,4900	1,8725	6,04	0,004
	Bloque	4	1,1650	0,2913	0,94	0,466
	Error	16	4,9600	0,3100		*
	Total	24	13,615			

ANEXO 16

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DEL BICHO DEL CESTO,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Severidad de Bicho del Cesto	Tratamiento	4	2,560	0,640	16,00	0,000
	Bloque	4	0,160	0,040	1,00	0,436
	Error	16	0,640	0,040		n,s
	Total	24	3,360			

ANEXO 17

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SEVERIDAD DEL BICHO DEL CESTO,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Severidad de Bicho del Cesto	Tratamiento	4	5,040	1,260	2,07	0,133
	Bloque	4	2,6400	0,6600	1,08	0,398
	Error	16	9,7600	0,6100		n,s
	Total	24	17,400			

ANEXO 18

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO REPELENTE (NÚMERO DE INDIVIDUOS) DE MOSCA BLANCA Y BICHOS DEL CESTO,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Cantidad de Mosca blanca	Tratamiento	4	449,440	112,360	312,11	0,000
	Bloque	4	1,440	0,360	1,00	0,436
	Error	16	5,760	0,360		
	Total	24	456,640			
Cantidad de bicho del cesto	Tratamiento	4	1579,0	394,8	2,21	0,113
	Bloque	4	791,4	197,9	1,11	0,386
	Error	16	2852,2	178,3		n,s
	Total	24	5222,6			

ANEXO 19

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DEL FUSTE Y ALTURA TOTAL,

ANOVA		G,L	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios	F	P
Altura del fuste	Tratamiento	4	0,8966	0,22415	2,76	0,064
	Bloque	4	0,9516	0,23790	2,92	0,054
	Error	16	1,3014	0,08134		n,s
	Total	24	3,1496			
Altura total	Tratamiento	4	4,790	1,1975	3,04	0,049
	Bloque	4	1,8400	0,4600	1,17	0,362
	Error	16	6,3100	0, 944		*
	Total	24	12,940			

ANEXO 20,1

CUADRO DE DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO ANTES DEL EXPERIMENTO,



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



Solicitante : DIANA AYALA
Departamento : LIMA
Distrito : PUEBLO LIBRE
Referencia : H.R. 22276-017C-09

Provincia : LIMA
Predio :
Fecha : 31-03-09

Lab	Número de Muestra Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiales					Suma de Cationes	Suma de Bases	%
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
2310	Bloque I	6.66	1.21	0.00	2.6	58.4	240	54	34	12	Fr.A.	14.40	11.72	1.53	0.55	0.59	0.00	14.40	14.40	100
2311	Bloque II	7.33	1.77	0.70	1.6	37.2	192	58	34	8	Fr.A.	10.56	8.36	1.28	0.43	0.49	0.00	10.56	10.56	100
2312	Bloque III	7.19	1.67	1.60	2.5	66.0	279	56	36	8	Fr.A.	12.32	9.59	1.52	0.62	0.59	0.00	12.32	12.32	100
2313	Bloque IV	7.24	1.44	0.70	2.2	52.9	241	58	34	8	Fr.A.	12.48	9.68	1.53	0.53	0.74	0.00	12.48	12.48	100
2314	Bloque V	6.84	1.85	0.30	2.3	63.7	229	56	34	10	Fr.A.	12.80	10.15	1.48	0.51	0.66	0.00	12.80	12.80	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



Ing. Brailio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Universidad s/n. La Molina, Campus UNALM Telfs : 349 5689 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5022 e-mail: labsoeul@la.molinla.edu.pe

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

- Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
- Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación sue o agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
- pH: medida en el potenciómetro de la suspensión sue o agua relación 1:1 ó en suspensión sue o KCl N, relación 1:2.5.
- Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
- Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O. = %Cx' / 24.
- Nitrógeno total: método de micro-Kjeldahl.
- Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃-0.5M, pH 8.5.
- Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0.
- Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiales: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄), pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y o absorción atómica.
- Al³⁺, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl. N
- iones solubles:
 - Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, NO₃⁻ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄²⁻ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm = 1 mg kilogramo
1 milimho (mmh/cm) = 1 decisiemensmetro
1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(-)/kg
Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEs
CE (1:1) mmh/cm x 2 = CE(es) mmh/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	*b.a.p	<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	*delc. Mg	>0.5	>3 - 7	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*delc. K	>0.2	>10	
*fuertemente salino	>8					*delc. Mg			

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcil o arenoso	Fr.Ar = franco arcilloso	Fr.Ar.L = franco arcillo limoso	Ca ²⁺	mg ⁻¹
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	Ar = arcilloso arenoso	Ar.L = arcilloso limoso	K ⁺	= 3 - 7
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr. = franco	Fr.L = franco limoso	Ar. = arcilloso		Na ⁺	= <15
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.L = franco limoso					
*neutro	7.0	L = limoso					
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.6						
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4						
*fuertemente alcalino	>8.5						

ANEXO 20,2

CUADRO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA Y LA LÁMINA INFILTRADA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,

	Hora	Tiempo (cm)		Lectura en regla (cm)	Lamina infiltrada (cm)		Velocidad de infiltración (cm/h)	
		Parcial	Acumulado		Parcial	Acumulada	Instantánea	Acumulada
Anillo II: Suelo con tratamiento Distancia Inicial = 20,5 Tiempo: 1h 7"	10:05	0	0	20,5	0	0	0,00	0,00
	10:06	1	1	18,9	1,6	1,6	96,00	96,00
	10:07	1	2	17,6	1,3	2,9	78,00	87,00
	10:08	1	3	16,3	1,3	4,2	78,00	84,00
	10:09	1	4	15,6	0,7	4,9	42,00	73,50
	10:10	1	5	14,8	0,8	5,7	48,00	68,40
	10:11	1	6	14	0,8	6,5	48,00	65,00
	10:12	1	7	13,8	0,2	6,7	12,00	57,43
	10:13	1	8	12,7	1,1	7,8	66,00	58,50
	10:14	1	9	12,1	0,6	8,4	36,00	56,00
	10:15	1	10	11,6	0,5	8,9	30,00	53,40
	10:18	3	13	10,1	1,5	10,4	30,00	48,00
	10:21	3	16	9,1	1	11,4	20,00	42,75
	10:24	3	19	8,3	0,8	12,2	16,00	38,53
	10:29	5	24	6,9	1,4	13,6	16,80	34,00
	10:34	5	29	5,7	1,2	14,8	14,40	30,62
	10:39	5	34	4,7	1	15,8	12,00	27,88
	10:49	10	44	3,1	1,6	17,4	9,60	23,73
10:59	10	54	2	1,1	18,5	6,60	20,56	
11:09	10	64	0,9	1,1	19,6	6,60	18,38	
11:12	3	67	0,6	0,3	19,9	6,00	17,82	
Anillo II: Suelo sin tratamiento Distancia Inicial = 21,7 Tiempo: 1h 14"	12:36	0	0	20,5	0	0	0,00	0,00
	12:37	1	1	20,1	0,4	0,4	24,00	24,00
	12:38	1	2	19,5	0,6	1	36,00	30,00
	12:39	1	3	19	0,5	1,5	30,00	30,00
	12:40	1	4	18,5	0,5	2	30,00	30,00
	12:41	1	5	18	0,5	2,5	30,00	30,00
	12:42	1	6	17,5	0,5	3	30,00	30,00
	12:43	1	7	17	0,5	3,5	30,00	30,00
	12:44	1	8	16,6	0,4	3,9	24,00	29,25
	12:45	1	9	16,1	0,5	4,4	30,00	29,33
	12:46	1	10	15,7	0,4	4,8	24,00	28,80
	12:49	3	13	14,5	1,2	6	24,00	27,69
	12:52	3	16	13,5	1	7	20,00	26,25
	12:55	3	19	12,3	1,2	8,2	24,00	25,89
	01:00	5	24	10,8	1,5	9,7	18,00	24,25
	01:05	5	29	9,4	1,4	11,1	16,80	22,97
	01:10	5	34	8	1,4	12,5	16,80	22,06
	01:20	10	44	5,6	2,4	14,9	14,40	20,32
01:30	10	54	3,6	2	16,9	12,00	18,78	
01:40	10	64	1,9	1,7	18,6	10,20	17,44	
01:45	5	69	1,1	0,8	19,4	9,60	16,87	
01:50	5	74	0,4	0,7	20,1	8,40	16,30	

ANEXO 24

CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE MOSCA BLANCA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,

Severidad: Mosca Blanca antes del tratamiento

Nº de árbol	Tratamiento	Norte					Sur					Este					Oeste					Severidad	Cantidad de insectos
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5			
1	1	0	0	0	2	3	3	2	3	1	2	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3	2	30
2	5	2	0	2	2	2	0	3	0	0	1	2	0	0	3	2	1	0	0	0	1	1	21
4	3	2	0	3	3	2	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	14
5	2	0	2	2	0	1	0	0	0	2	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	14
6	4	0	3	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	12
7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	9
8	5	4	3	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
9	2	0	3	3	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	3	0	0	3	3	1	20
10	3	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8
11	1	0	0	0	0	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12	1	0	2	0	2	0	0	1	0	3	1	0	3	0	0	0	1	0	3	0	0	1	16
13	5	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1	3	3	3	3	0	1	0	1	0	0	1	21
14	4	0	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	9
15	3	4	0	0	2	0	0	0	0	3	2	3	1	0	3	0	3	0	0	0	0	1	21
16	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
17	4	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	4	0	0	3	0	1	1	14
18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
19	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4	1	2	3	0	1	0	0	0	1	15
20	5	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	10
21	2	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	11
22	2	0	1	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	3	1	0	0	3	3	15
23	1	0	2	0	4	3	0	2	3	2	1	3	2	0	2	0	0	3	0	3	2	2	32
24	5	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	8
25	4	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
26	3	0	0	0	0	2	0	0	2	1	4	3	2	0	0	2	3	0	0	2	1	1	21

ANEXO 25

CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE BICHO DEL CESTO ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,

Severidad y Cantidad de insectos de Bicho del Cesto antes del tratamiento

Nº de árbol	Tratamiento	Norte					Sur					Este					Oeste					Severidad	Cantidad de insectos
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	1	1	0	3	4	4	0	3	2	2	3	1	4	2	4	2	3	2	2	1	2	2	45
2	5	3	3	0	2	4	2	0	4	0	2	4	3	1	3	4	3	3	3	3	2	2	49
4	3	1	3	0	2	0	3	2	2	4	3	0	4	2	2	4	3	3	3	4	2	1	47
5	2	3	3	0	4	3	0	3	0	4	1	3	4	0	2	4	2	2	2	1	2	1	43
6	4	3	0	3	2	0	3	0	3	0	0	3	3	0	4	1	3	3	3	1	3	1	38
7	4	0	4	3	0	3	0	1	0	3	4	0	0	3	3	4	3	3	1	4	3	2	42
8	5	1	0	2	1	4	0	4	0	4	3	3	2	4	3	3	2	4	3	1	4	2	48
9	2	0	3	0	3	0	4	0	2	0	2	0	4	0	0	4	4	2	2	0	0	1	30
10	3	3	2	2	3	0	0	1	1	0	1	4	0	2	0	3	4	4	1	3	4	1	38
11	1	2	2	4	3	4	3	0	2	1	4	2	4	3	2	4	3	2	1	4	1	2	51
12	1	3	4	1	3	2	0	1	1	4	0	3	3	0	2	4	2	4	2	2	0	1	41
13	5	3	4	3	4	2	4	3	3	0	2	1	4	3	4	2	3	3	3	4	4	2	59
14	4	0	3	4	2	2	0	1	0	3	0	3	4	3	4	1	4	3	3	4	3	1	47
15	3	4	2	3	0	4	3	0	3	0	3	0	0	4	4	1	4	4	3	1	2	1	45
16	2	0	0	3	4	0	4	0	0	0	3	0	4	3	4	3	3	0	3	4	3	1	41
17	4	4	2	0	2	3	3	0	3	0	3	4	3	2	4	0	4	0	2	4	3	2	46
18	3	4	0	4	4	0	0	3	4	4	3	0	0	2	4	2	0	4	4	3	3	1	48
19	1	0	3	0	4	4	2	2	4	0	2	4	3	4	0	3	4	3	2	4	4	1	52
20	5	1	2	4	2	3	2	4	3	3	0	3	4	2	1	3	3	4	0	2	0	2	46
21	2	0	1	0	0	2	0	3	3	0	3	0	2	3	0	0	4	0	2	2	4	1	29
22	2	4	0	3	0	2	4	1	0	1	0	2	4	2	1	0	3	1	0	0	4	1	32
23	1	3	0	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	0	2	0	4	0	3	1	0	1	47
24	5	3	0	3	0	3	0	2	0	2	2	3	4	1	0	3	0	3	0	3	4	1	36
25	4	0	4	2	0	3	0	3	2	0	3	4	3	0	2	3	3	2	2	4	0	2	40
26	3	1	2	4	3	0	4	3	0	4	1	4	3	0	4	3	0	4	3	0	0	0	43

ANEXO 26

CUADRO DE SEVERIDAD Y CANTIDAD DE QUEREZA ANTES DE LA EXPERIMENTACIÓN,

Severidad y Cantidad de insectos de Quereza antes del tratamiento

Nº de árbol	Tratamiento	Norte					Sur					Este					Oeste					Severidad	Cantidad de insectos	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
1		1	0	3	3	2	2	2	1	2	1	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	22
2		5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	12	
4		3	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	15	
5		2	0	1	3	1	3	0	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	25	
6		4	1	3	1	0	3	3	3	4	4	1	1	0	0	2	2	0	1	0	3	1	33	
7		4	3	1	1	3	4	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	1	19	
8		5	1	3	1	1	0	4	3	4	3	2	0	0	1	0	1	0	3	0	0	1	28	
9		2	3	0	1	3	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12	
10		3	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	9	
11		1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	
12		1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	0	1	3	2	3	21	
13		5	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	9	
14		4	1	1	1	1	1	2	0	1	0	0	2	1	0	2	0	0	0	1	1	0	15	
15		3	0	0	1	1	0	1	3	3	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	15	
16		2	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	3	1	1	0	15	
17		4	1	3	0	3	1	1	4	0	3	1	0	0	3	2	4	1	2	3	2	1	35	
18		3	3	3	0	1	1	1	1	1	1	0	3	0	0	2	0	3	1	1	0	0	22	
19		1	3	4	4	0	1	0	3	0	4	0	0	1	2	1	1	4	1	0	1	4	34	
20		5	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	9	
21		2	3	0	1	4	0	2	4	3	1	1	3	0	0	4	1	3	1	2	0	1	34	
22		2	0	1	1	1	1	0	0	2	1	2	0	0	2	3	3	0	0	1	2	1	21	
23		1	3	1	4	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	20	
24		5	1	2	4	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3	1	0	20	
25		4	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3	3	2	0	0	0	2	3	0	0	2	20	
26		3	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	12	

ANEXO 27

CUADRO DE RANGOS DE PH OPIMOS PARA LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES, SEGÚN BRADY (2008),

