

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**“Efecto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos y
enraizadores en el establecimiento de *Pinus tecunumanii*
(Schw) en Oxapampa.”**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Ulda Shulay Llanos Condezo

Lima – Perú
2006

RESUMEN

Este estudio de fertilización de *Pinus tecunumanii* se realizó en el distrito de Oxapampa, Pasco, a 2075 m.s.n.m. El objetivo fue probar diferentes fuentes de fertilizantes tradicionales (fosfato diamónico y cloruro de potasio) y no tradicionales (producidos por Bioquímica Internacional) tanto orgánicos como inorgánicos para aplicación al suelo y foliares o parte aérea (Agriphos Ca, Kimelgran, Ferti Feel Fullpos, Biosnew y otros) así como enraizadores (Mol Algae, RaizMax) en el establecimiento de *Pinus tecunumanii* en un programa de reforestación. Se probó: 1) un control con aplicaciones de solo de N, P, K al transplante; 2) un tratamiento completo con enraizadores, fertilizantes orgánicos e inorgánicos al suelo y foliares durante 6 meses; 3) Aplicaciones solo al suelo de los mismos fertilizantes del tratamiento 2 y 4) aplicaciones solo al suelo de fertilizantes de CBI hasta el transplante. Se realizaron evaluaciones mensuales de sobrevivencia, altura total, diámetro y análisis de fertilidad del suelo antes y a los 6 meses de la plantación. El diseño experimental utilizado fue de Bloques completamente randomizados con 4 tratamientos y 4 repeticiones con parcelas de 25 x 25 m por tratamiento. Con un manejo adecuado de los plantones en vivero y transplante adecuado a base de diferentes tipos y cantidades de fertilizantes tanto inorgánicos como orgánicos así como enraizadores el porcentaje de sobrevivencia fue del 100%. Las respuestas en crecimiento tanto en altura como en diámetro con el tiempo correlacionaron significativamente para todos los tratamientos. Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos de la compañía bioquímica internacional (CBI) debido a su efecto en el mejoramiento de las bases cambiables y solubilidad de N, P y K mostró una mayor tendencia a la acumulación de biomasa foliar y radicular que el tratamiento control. El costo de fertilización foliar y al suelo para una dosis completa en base a fertilizantes no tradicionales es muy alto pero haciendo el ajuste a estas dosis con aplicaciones solo al suelo el costo se redujo en un 50%. Con el uso de fertilizantes no tradicionales como el Agriphos Ca así como enraizadores a base de compuestos orgánicos aumento la disponibilidad de los diferentes nutrientes como P así como las cationes cambiables como K, Ca y Mg mejorándose significativamente la fertilidad de la capa arable del suelo. El uso de fertilizantes en la fase de establecimiento de las plantaciones de pinos han mejorado la fertilidad y reducido la acidez del suelo y esto ofrecería una alternativa para combinar estas plantaciones con sistemas agroforestales y así tener un mayor aprovechamiento del suelo y reducir los riesgos erosivos y compensar el gasto por la fertilización inicial .

Palabras claves: supervivencia, altura, diámetro, disponibilidad, reforestación, fertilidad

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PINO TECUNUMANII	2
2.1.1 <i>Distribución Geográfica</i>	2
2.1.2 <i>Ecología</i>	2
2.1.3 <i>Experiencias de Plantaciones de Pinus tecunumanii</i>	3
2.2 DEFINICIONES BASICAS DE LOS NUTRIENTES	3
2.3 NUTRICION DE LAS PLANTAS	5
2.4 RAICES	5
2.5 FERTILIZACIÓN DE PINOS.....	7
2.6 FERTILIZACIÓN EN PLANTACIONES DE PINOS.....	11
2.7 EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	15
3.1.1 <i>Política y geográfica</i>	15
3.1.2 <i>Características del terreno</i>	16
3.1.3 <i>Clima</i>	17
3.1.4 <i>Suelo y fisiografía</i>	18
3.1.5 <i>Accesibilidad</i>	18
3.1.6 <i>Características del ensayo</i>	18
3.2 MATERIALES	19
3.2.1 <i>Materiales y equipos de campo</i>	19
3.2.2 <i>Los Plantones</i>	19
3.3 METODOLOGIA	19
3.3.1 <i>Descripción de los Tratamientos</i>	20
3.3.2 <i>Descripción de todos los fertilizante usados</i>	22
3.3.3 <i>Dosis a probar y material necesitado</i>	24
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
3.4.1 <i>Diseño de las parcelas</i>	25
3.5. EVALUACIONES DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO:	26
3.5.1 <i>Variable suelo</i>	26
3.5.2 <i>Variable planta</i>	28
3.6 COSTO DE LOS FERTILIZANTES	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 VARIABLES DE LA PLANTA	30
4.1.1 <i>Sobrevivencia</i>	30
4.1.2 <i>Crecimiento e incremento en altura</i>	30
4.1.3 <i>Crecimiento e incremento en diámetro</i>	36
4.1.4 <i>Biomasa foliar y de raiz</i>	42
4.2 CAMBIOS EN LA NUTRICION DE LOS SUELOS CON LA FERTILIZACION	45
4.2.1 <i>Costos de la fertilización</i>	50
5. CONCLUSIONES	51
6. RECOMENDACIONES.....	52
ANEXO 1	
RELACION DE PRODUCTOS Y DOSIS PARA UNA HECTAREA	58

ANEXO 2	
MAPA DE PENDIENTES DE LA PARCELA Y ALREDEDORES	59
ANEXO 3	
DATOS DE ALTURA (HT) Y DIAMETRO (DIA) DE LOS TRATAMIENTOS HASTA LOS 180 DIAS.....	60
ANEXO 4	
BIOMASA SECA FOLIAR Y RAIZ.....	68
ANEXO 5	
ANALISIS INICIAL DE SUELO.....	70
ANEXO 6	
ANALISIS FINAL DE SUELO	71
ANEXO 7	
ANALISIS ESTADISTICOS DE ALTURA HASTA LOS 180 DIAS	73
ANEXO 8	
ANALISIS ESTADISTICOS DE DIAMETRO HASTA LOS 180 DIAS	75
ANEXO 9	
ANALISIS ESTADISTICOS DE NUTRIENTES DEL SUELO	77
ANEXO 10	
ESTADISTICA – REGRESIONES DE ALTURA.....	84
ANEXO 11	
ESTADISTICA – REGRESIONES DE DIAMETRO	86

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1	ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE UN PERFIL DE LA ZONA.....16
CUADRO 2	APLICACIONES Y PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO 220
CUADRO 3	APLICACIONES Y PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO 321
CUADRO 4	APLICACIONES Y PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO 421
CUADRO 5	CORRELACIONES DE LAS REGRESIONES DE ALTURA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS33
CUADRO 6	PROMEDIOS DE INCREMENTO MENSUAL DEL CRECIMIENTO EN ALTURA DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> DURANTE LOS 180 DÍAS DE ESTABLECIDO, EN OXAPAMPA.36
CUADRO 7	CANTIDAD DE NUTRIENTES DE 0 – 15 CM DE PROFUNDIDAD AL FINAL DEL EXPERIMENTO DURANTE 6 MESES EN DIFERENTES TRATAMIENTOS EN OXAPAMPA.42
CUADRO 8	CORRELACIONES DE LAS REGRESIONES DE ALTURA PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS38
CUADRO 9	PROMEDIOS DE INCREMENTO MENSUAL DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> DURANTE LOS 180 DÍAS DE ESTABLECIDO, EN OXAPAMPA41
CUADRO 10	INVERSIÓN DE FERTILIZANTES PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS POR HECTÁREA REFORESTADA EN OXAPAMPA.50

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1	RELACIONES ENTRE EL PESO DE LAS RAÍCES Y DE LAS RAMAS EN <i>PINUS RADIATA</i> DE 18 AÑOS (WILL 1966).....6
FIGURA 2	UBICACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO15
FIGURA 3	VISTA PANORÁMICA DE LA DISTRIBUCIÓN RANDOMIZADA DE LOS TRATAMIENTOS Y SUS REPETICIONES17
FIGURA 4	PREPARACIÓN PARA LA APLICACIÓN EN VIVERO24
FIGURA 5	PREPARACIÓN DE LAS TARAS24
FIGURA 6	MEZCLA DE PRODUCTOS SÓLIDOS25
FIGURA 7	ABONADO DE LA PLANTA25
FIGURA 8	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES26
FIGURA 9	TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANÁLISIS DE FERTILIDAD27
FIGURA 10	MEDIDA DE ALTURA Y DIÁMETRO27
FIGURA 11	EXTRACCIÓN DEL ÁRBOL29
FIGURA 12	EXTRACCIÓN DE BIOMASA FOLIAR29
FIGURA 13	ALTURA DE LOS ÁRBOLES DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> , AL INICIO Y MENSUALMENTE HASTA LOS 6 MESES PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS, EVALUADOS EN OXAPAMPA.32
FIGURA 14	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> CON EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO CONTROL EN OXAPAMPA.33
FIGURA 15	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO COMPLETO EN OXAPAMPA34
FIGURA 16	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO DE FERTILIZANTES AL SUELO DURANTE 6 MESES EN OXAPAMPA.34
FIGURA 17	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> PARA EL TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN SOLO HASTA EL PLANTADO EN OXAPAMAPA.35
FIGURA 18	DIÁMETRO DE LOS ÁRBOLES DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> , AL INICIO Y MENSUALMENTE HASTA LOS 6 MESES PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS, EVALUADOS EN OXAPAMPA37
FIGURA 19	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO CONTROL EN OXAPAMPA.38
FIGURA 20	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO COMPLETO EN OXAPAMPA39
FIGURA 21	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> EN EL TIEMPO PARA EL TRATAMIENTO DE FERTILIZANTES AL SUELOS DURANTE 6 MESES EN OXAPAMPA39
FIGURA 22	REGRESIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DEL <i>PINUS TECUNUMANII</i> PARA EL TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN SOLO HASTA EL PLANTADO EN OXAPAMAPA.40

FIGURA 23	BIOMASA SECA FOLIAR Y RAÍZ.....	43
FIGURA 24	RAÍZ DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> A LOS 6 MESES.....	43
FIGURA 25	RAÍZ DE <i>PINUS TECUNUMANII</i> A LOS 6 MESES.....	43
FIGURA 26	PORCENTAJE DE LA RELACIÓN BIOMASA SECA FOLIAR Y RAÍZ.....	45
FIGURA 27	VALOR DE PH DEL SUELO, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM, PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS EN OXAPAMPA.....	46
FIGURA 28	VALOR DE SATURACIÓN DE AL, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM.....	46
FIGURA 29	CANTIDAD DE FÓSFORO DEL SUELO, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM, PARA LOS CUATRO TRATAMIENTOS EN OXAPAMPA.....	47
FIGURA 30	CANTIDAD DE POTASIO DEL SUELO, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM.....	48
FIGURA 31	SUMA DE BASES DEL SUELO, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM.....	49
FIGURA 32	PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES, DEL SUELO, INICIAL Y FINAL (A LOS 6 MESES), A LA PROFUNDIDAD DE 0 A 15 CM.....	49

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se está tomando conciencia de la necesidad de recuperar los suelos degradados producto de la agricultura o la ganadería, y una forma de recuperarlos es mediante la forestación y la reforestación. En la Selva Central, especialmente en la provincia de Oxapampa, se está empezando a reforestar, mediante algunos programas nacionales y privados, siendo FONDEBOSQUE como parte del INRENA y basados en la Ley Forestal, la institución encargada de incentivar y promocionar la reforestación con especies exóticas maderables como el *Pinus tecunumanii*, y otras con un desarrollo favorable en la zona y de rápido crecimiento en comparación con las especies nativas. Siendo la meta obtener madera aserrada de buena calidad es necesario, que los árboles sean plantados con los nutrientes necesarios para un óptimo crecimiento especialmente en zonas como Oxapampa que tienen suelos degradados de mediana a baja fertilidad en donde el crecimiento de árboles es lento por problemas nutricionales y malas propiedades físicas del suelo. Entonces siendo el establecimiento en campo definitivo el proceso más crítico de la supervivencia del árbol, se justificaría aplicar nutrientes orgánicos complementado con un abastecimiento adecuado de enraizadores en los periodos críticos de establecimiento en campo y así los pinos resultaran con un mejor crecimiento y mayor acumulación de biomasa tanto para madera como captación de carbono para generación de servicios medio ambientales.

El objetivo general fue probar un plan nutricional mediante el abonamiento del *Pinus tecunumanii*, en los primeros seis meses de establecido para así dar inicio a una base de datos del crecimiento del *Pinus tecunumanii*. Los objetivos específicos fueron evaluar la respuesta en el establecimiento y crecimiento del *Pinus tecunumanii* a niveles de fertilización orgánica e inorgánicos con y sin enraizadores, reducir la degradación de los suelos bajo condiciones de alta pendientes y suelos poco fértiles y estructurados mediante los abonos orgánicos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PINO TECUNUMANII

2.1.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución del *Pinus tecunumanii* parece estar determinada por la geología y la precipitación (FAO 2005). La distribución natural del *Pinus tecunumanii*, es principalmente en las montañas centrales de Guatemala. También se les encuentra en los estados de Oaxaca y Chiapas, al sur de México, norte de El Salvador, Sudeste de Honduras y Noreste de Nicaragua. (Dovorak et al 2000 y Eguilz and Perry, 1983 y CATIE 1997).

2.1.2 ECOLOGÍA

Al *Pinus tecunumanii* se le encuentra entre los 440 hasta 2800 m.s.n.m. Frecuentemente se le encuentra en valles fértiles o cañones de los ríos (FAO, 2005), formando pequeños rodales puros o asociada a las especies de: *Pinus ayacahute* Ehreb, *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Cupressus sp.*, *Liquidambar styraciflua* L. y raramente con *Abies sp.* y *Quercus spp* (Dovorak et al 2000). En tierras altas tiende a fusionarse con *Pinus maximinoi* Moore y bosques de latifoliadas, en sitios mas bajos con *Pinus caribaea* (FAO, 2005).

Las condiciones del hábitat son un poco restringidos a las montañas subtropicales con precipitaciones anuales de 1, 800 a 2, 400 mm. Con temperatura media anual de 14 °C y humedad relativa de +- 80 % (Dovorak et al 2000). A pesar de que también se ha encontrado en sitios con precipitación de 790 a 2200 mm y temperaturas de 14 a 25 °C., puede crecer tanto en áreas donde llueve todo el año así como en sitios con estaciones secas de hasta seis meses. (FAO 2005)

Habita en una gran variedad de suelos, desde los rojos arcillosos hasta los suelos profundos de origen volcánico, los cuales son ligeramente ácidos, con un pH de 4.5 a 5.5. Los mejores rodales fueron encontrados en los suelos más fértiles y bien drenados. Sin embargo, algunos fenotipos de calidad crecen en suelos arcillosos y pobres en materia orgánica. (Dovorak et al 2000).

2.1.3 EXPERIENCIAS DE PLANTACIONES DE PINUS TECUNUMANII

Pinus tecunumanii ha sido plantado en muchos países de los trópicos y subtrópicos, originalmente en ensayos de adaptación y evaluación de procedencias y progenies y luego se han establecido grandes plantaciones. Los países con los mayores programas de evaluación son Australia, Brasil, Colombia, Malawi, Swazilandia, Venezuela y Zimbabwe (FAO 2005).

En el Perú durante los años 1980 – 1982 con el apoyo de la GTZ (Gobierno Alemán), se hicieron ensayos experimentales con diferentes pinos, eucalyptus, cupresus (Bockor, 1986), obteniendo buenos resultados con el *Pinus tecunumanii* (Palomino et al 1991), es por ello que FONDEBOSQUE esta promocionando la reforestación con esta especie originaria de Nicaragua. No hay estudios de la zona sobre los requerimientos nutricionales del pino.

2.2 DEFINICIONES BASICAS DE LOS NUTRIENTES

En el suelo hay elementos esenciales para el desarrollo de la planta como:

a) Macronutrientes

Se conoce como macronutrientes a los elementos esenciales que la planta los utiliza en mayores cantidades. De los trece elementos esenciales utilizados por la las plantas, seis son usados relativamente en grandes cantidades, como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (Buckman y Brady, 1966).

Siendo los elementos principales, el nitrógeno, fósforo y el potasio, pues estos son suministrados por el suelo en pocas cantidades así que y tienen que ser abastecidos externamente. Los secundarios son: el calcio, magnesio y azufre, los cuales por lo general, son abastecidos por el suelo y son poco abastecidos por una fuente externa (Alegre et al 2005)

b) Micronutrientes

Los micronutrientes como el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro, son utilizados por las plantas superiores en muy pequeñas cantidades (Buckman y Brady, 1966)

No todos los suelos contienen los macronutrientes y micronutrientes, en cantidades necesarias para la planta, para balancear existe la necesidad de la aplicación de fertilizantes a los suelos,

en el mercado se puede encontrar diferentes tipos de fertilizantes, entre ellos se encuentran (INFOAGRO, 2006):

c) Fertilizante o abono

Cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal.

d) Fertilizante o abono mineral

Todo producto desprovisto de materia orgánica que contenga, en forma útil a las plantas, uno o más elementos nutritivos de los reconocidos como esenciales al crecimiento y desarrollo vegetal.

e) Fertilizante o abono mineral simple

Producto con un contenido considerable de uno solo de los macroelementos siguientes: nitrógeno, fósforo o potasio.

f) Fertilizante o abono mineral complejo

Producto con un contenido considerable de más de uno de los macroelementos siguientes: nitrógeno, fósforo o potasio.

g) Fertilizante o abono orgánico

El que procediendo de residuos animales o vegetales, contengan los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutriente.

h) Fertilizante o abono orgánico – mineral

Producto obtenido por mezcla o combinación de abonos minerales y orgánicos.

Usualmente los fertilizantes tradicionales son los que se usan comúnmente y son fabricados localmente o son importados y se comercializan en la región mientras que los no tradicionales son los que recién se están introduciendo y la composición se esta basada en el revestimiento con compuestos orgánicos

2.3 NUTRICION DE LAS PLANTAS

Gross (1971) manifiesta que después de haber agotado las reservas de la semilla, la planta extrae su alimento del suelo y del aire por sus raíces y órganos aéreos.

i) Por sus raíces

Las raíces, o más exactamente los pelos absorbentes muy finos que llevan las raicillas, extraen del suelo el agua y ciertos elementos parcialmente disueltos en las soluciones del suelo: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio y los diversos oligoelementos.

El agua es a la vez un alimento (fuente de hidrógeno y de oxígeno) y un vehículo para los elementos fertilizantes que no son absorbibles por las raíces más que a condición de ser previamente disueltos.

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 del estiércol y de los residuos orgánicos, gracias a los cuales ciertos cuerpos insolubles en el agua pura pueden pasar progresivamente a la solución. Las mismas raíces segregan sustancias ácidas capaces de atacar a ciertas sales difícilmente solubles, haciéndolas así más asimilables. Estas soluciones están muy poco concentradas y empobrecen o se 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.

j) Por sus órganos verdes aéreos.

No solo las raíces son capaces de absorber los elementos nutritivos. Las hojas y los restantes órganos aéreos (corteza de los árboles) pueden también absorber directamente estos elementos a través de sus tejidos superficiales. En la práctica se utiliza esta facultad haciendo pulverizaciones nutritivas muy diluidas en el curso de la vegetación.

2.4 RAICES

Pritchett (1990) refiere que las raíces de las plantas constituyen el nexo entre la planta y el suelo. Las raíces constituyen el sistema de fijación para los árboles y efectúan las funciones

vitales de la absorción y transporte del agua y sus sustancias nutritivas. Ejercen una influencia significativa sobre el desarrollo del perfil del suelo y, al morir, las raíces enriquecen la materia orgánica del suelo. No es pues sorprendente que el crecimiento y la distribución de las raíces sean influenciados esencialmente por los mismos factores ambientales que afectan al crecimiento del árbol por encima del terreno. No solamente las variaciones en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo tienen un efecto profundo sobre las raíces de los árboles, sino que la influencia de factores tales como la intensidad de la luz, la temperatura del aire y el viento pueden reflejarse en el mismo grado tanto en el crecimiento de las raíces como en el crecimiento de las plántulas esto se ilustra (Figura 1), con una íntima relación entre el peso de las raíces y el de las ramas en el pino radiado (*Pinus radiata*) en Nueva Zelanda (Will 1966).

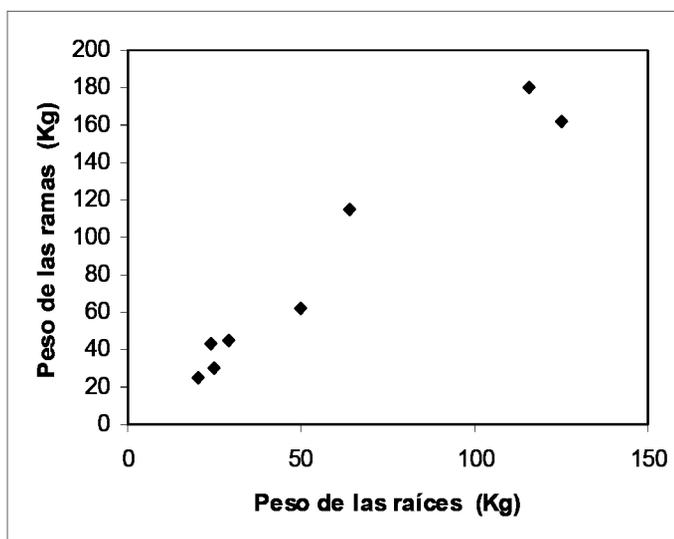


Figura 1 Relaciones entre el peso de las raíces y de las ramas en *Pinus radiata* de 18 años (Will 1966). Peso de las raíces = 0.69 del peso de las ramas.

Como dice Reismann (2004) debería recordarse, que a pesar de que el crecimiento de la raíz esta genéticamente determinado, esta influenciado por factores ambientales y desarrolla adaptación compatible con las condiciones de sitio.

Los pinus tienen raíces axonomorfa, estos se caracterizan por poseer una raíz principal con un fuerte crecimiento hacia abajo, la cual puede ramificarse hasta cierto punto. Las raíces

axonomorfas del pino americano a menudo están en forma de abanico, desde la zona capilar hasta debajo del manto acuífero medio (Prichett, 1990).

Los árboles que desarrollan fuertes raíces axonomorfas pueden penetrar en el suelo a grandes profundidades en busca de sustento y humedad. Muchos árboles con raíz axonomorfas también tienen ramificaciones laterales extensas así como guías de horadación que les permiten sobrevivir en los suelos superficiales y en aquellos que contienen mantos acuíferos fluctuantes. Aunque las raíces por lo general no persisten en una zona de saturación permanente de agua, las raíces axonomorfas del pino rígido se han desarrollado por debajo del manto acuífero (McQuilkin, 1935).

Las raíces pueden crecer profundamente para alcanzar cuadros inferiores de agua. Si el agua viene aun a ser más escasa y es llevada a tensiones altas, los árboles tienden a incrementar el potencial osmótico con la acumulación activa de sales y las células de la raíz enriquecidas con componentes de azúcar. En suelos con agua y limitación de nutrientes, el cuerpo sustancial de la raíz crece profundamente en el perfil del suelo buscando agua. Este sistema radicular sin embargo, no tiene la misma capacidad absorbente de aquellas que están creciendo en la parte superior del perfil del suelo donde los nutrientes deberían de estar disponibles como es el caso de los mejores sitios. Esto es debido a la baja proporción de raíces finas en este sistema radicular profundo (Reismann, 2004).

2.5 FERTILIZACIÓN DE PINOS

La fertilidad del suelo es un factor factible de ser controlado por el hombre para entregar elementos nutricionales en cantidades, formas y proporciones requeridas para lograr un máximo crecimiento de las plantas vía aplicación de fertilizantes (Hausenbuiller, 1984).

Por otro lado Cannom et al (1983) señala que el uso adecuado de fertilizantes es importante en la producción de plantones, para que sobrevivan y crezcan cuando sean transplantados al campo.

Esta fertilización esta destinada a colmar el déficit entre las necesidades de los árboles y las cantidades de elementos nutritivos, susceptibles de ser cedidos por el suelo. La fertilización es equilibrada cuando ella aporta, a un suelo pobre, los principales elementos minerales, que den

un margen de seguridad para la alimentación de las plantas durante un cierto tiempo, cualquiera que sean las opciones climáticas (Baule y Fricker, 1969).

De acuerdo a González (1985) la respuesta a un fertilizante será mayor donde la presencia de otros factores de crecimiento sea beneficiosa para el cultivo, proposición conocida como “ley del óptimo”.

Una planta joven requiere nutrientes en forma asimilable como el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y azufre, y pequeñas cantidades de microelementos; las cantidades de estos nutrientes que absorbe la planta, dependen en cierta medida del suelo, tamaño de la planta, densidad, régimen de fertilización y humedad.

Más aún Bucmak y Brady (1966) manifiestan que los factores que influyen en el crecimiento de las plantas son: luz; soporte mecánico; temperatura; aire y nutrientes. Con excepción de la luz, el suelo es un agente de aprovisionamiento, en todo o en parte, de todos estos factores. Es conveniente recordar que el crecimiento de las plantas depende de una combinación favorable de estos factores y que, cualquiera de ellos desequilibrado respecto a los otros, puede reducir o casi enteramente impedir el crecimiento de las plantas.

Aparte de ello Gross (1971) señala que las condiciones meteorológicas del año parecen tener mucha más importancia que el abonado sobre la composición de las cosechas. Es evidente que la alimentación de la planta depende mucho de su enraizamiento, que a su vez depende de las propiedades físicas del suelo y de las labores de cultivo recibidas.

Con respecto a los nutrientes Davey (1983) manifiesta que el nitrógeno es una parte esencial de todos los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos; a lo que Baule y Fricker (1969) agregan que cuando los otros factores de crecimiento están cercanos al óptimo, el nitrógeno determina la importancia de la producción vegetal en general, y leñosa en particular.

Ignatieff y Page (1969) argumentan que una planta provista de nitrógeno, brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos y toma un bonito color verde oscuro, debido a la abundancia de clorofila. El nitrógeno es el factor que determina los rendimientos y es la base del abonado.

En relación al fósforo, dichos autores señalan que este elemento se encuentra en la planta formando nucleoproteínas, ácidos nucleicos, proteínas, y hexosas. Davey (1983) resalta la importancia del fósforo, indicando que su papel más ampliamente reconocido en la planta es en la función del sistema de suministro de energía de ADP – ATP, y que actúa como amortiguador químico en la célula para mantener un pH constante. Respecto a las características macroscópicas, el fósforo aumenta el crecimiento radicular y favorece la floración y la fructificación.

El fósforo participa en la actividad funcional de la planta, cumple un doble papel, como vehículo y como motor, fundamentalmente para la fotosíntesis. Además favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación. El único macronutriente que no tiene un papel estructural en el árbol es potasio. Sin embargo, es necesario en cantidades relativamente grandes para cumplir con sus diversas funciones reguladoras, en las que participa activamente, lo que explica su mayor concentración en los tejidos jóvenes, en pleno crecimiento. En combinación con el ácido fosfórico, favorece el desarrollo de las raíces y da más rigidez a los tejidos (Ignatieff y Page, 1969).

Se ha comprobado según Davey (1983) que un buen suministro de potasio, aumenta la resistencia del árbol a varios patógenos y a las bajas temperaturas; Baule y Friker (1969) agregan que este elemento aumenta la presión osmótica, favorece la absorción del agua, protege a la planta contra la marchitez y juega un rol preponderante en la resistencia a la sequía las heladas.

El estado nutricional del árbol es también directamente dependiente de factores climáticos, edáficos y biológicos. En cuanto a los factores edáficos, los niveles adecuados de los nutrientes entre la altura dominante de varias especies y el nivel de algunos nutrientes (Reismann, 2004).

Los ácidos húmicos aceleran el crecimiento de la planta, pues estimula diversos procesos o metabolismos. El complejo arcillo-húmico, formado por la arcilla y hùmus, se encuentran en un estado de floculación, para que exista el estado de floculación es necesario que el suelo contenga una cierta cantidad de calcio. El calcio mantiene fuertemente la floculación, evitando así la dispersión de los coloides y, en consecuencia, la desaparición del complejo. En un suelo fertilizado, las soluciones del suelo son más concentradas, y que para absorber las mismas

cantidades de elementos nutritivos, la planta utiliza menos agua. Por tanto, es exacto decir que para una misma cantidad de agua disponible en el suelo, el abono ha permitido producir una cosecha mayor (Gross 1971).

Ignatieff y Page (1969) también manifiestan que el calcio mantiene fuertemente la floculación, evitando así la dispersión de los coloides y, en consecuencia, la desaparición del complejo arcilloso-húmico pues éste cumple un valioso papel de regulador de la fertilidad y del agua en el suelo, haciendo posible que el agua sea puesta progresivamente a disposición de la planta durante un largo período. El calcio o el magnesio son, los intermediarios indispensables entre la planta y los elementos nutritivos que toma del suelo.

Reissmann et al (1990) reportó que el K tienen una importancia en la economía del agua en las plantaciones de pino, principalmente en suelos de textura arenosa o media y dependiendo de su posición en el paisaje. Con más disponibilidad de agua en el suelo, los iones de K se mueven más rápido. Los requerimientos de K son muchos más altos que los de Ca.

Sin embargo según Mengel and Kirkby (1987) dicen que el crecimiento de la raíz y las modificaciones osmóticas requieren la migración de la migración fotoasimilada, con lo cual una función esta asegurada por el contenido adecuado de K.

En lugares donde el K es limitado, los árboles pierden grandes cantidades de energía en el crecimiento intermitente de la raíz y en los gastos de funcionamiento para el crecimiento de la raíz.

Desde que el K esta también dentro de las operaciones propias del cuidado de las células, de esta forma, el árbol pierde grandes cantidades de agua en una transpiración ineficiente, perjudicando el equilibrio entre la transpiración y la absorción del CO₂. Además, más de 60 enzimas cuyas actividades están asociadas con el K no funcionan correctamente. Esta relación entre el nivel de K y el incremento de la fijación del CO₂ es muy conocida.

La plantación pierde las reservas de nutrientes, especialmente en áreas de pendientes y de alta pluviosidad, donde el 74% de esta reserva se termina a los 6 años de haber talado el bosque. (Treviño, 1980)

2.6 FERTILIZACIÓN EN PLANTACIONES DE PINOS

Boardman y Simpson, citados por Boosma y Hunter (1990) manifiestan que las razones del uso de los fertilizantes son para:

1. Aumentar los niveles naturales de fertilidad del suelo y permitir un balance entre los nutrientes
2. Proveer cantidades de nutrientes que permitan producir tasas de crecimiento aceptables predeterminadas.
3. Mantener tasas de crecimiento aceptables en el largo plazo.

Por otra parte se realizaron diferentes pruebas y ensayos para ver la eficacia de los nutrientes en diferentes plantaciones de pinus, así como los descritos más adelante.

Lupi et al (2006), realizaron pruebas, con fertilización inicial en plantaciones de *Pinus radiata*. Los tratamientos aplicados fueron combinaciones de tres dosis de N y tres dosis de P_2O_5 , dispuestos bajo un diseño factorial 3x3 y distribuidos en bloques completos al azar con tres repeticiones. Como fuente de N se utilizó urea (46% N) y como fuente de P superfosfato triple de Ca (47% P_2O_5). El fertilizante se aplicó un día después de la plantación alrededor de cada planta, en forma de corona circular a unos 15 cm. del cuello de la misma e incorporándolo parcialmente al suelo. A los cinco meses de plantación, la altura promedio de las plantas de todo el experimento fue de 31.2 ± 6.35 cm. y el DAC medio fue $0,64 \pm 0.15$ mm; resultados que son alentadores teniendo en cuenta que la plantación fue realizada en forma tardía.

El N produjo cambios significativos en el crecimiento en DAC, pero no afectó la altura. La aplicación de 50 g de urea generó un aumento en el DAC que superó al testigo en un 12 %. Ninguno de los tres parámetros mostró diferencias de crecimiento entre las plantas fertilizadas con 50 y 100 g de urea. Woods et al. (1992), citado por Lupi, obtuvieron respuestas semejantes a la aplicación de N en plantaciones de *Pinus radiata* sobre suelos arenosos del sur de Australia.

Con 300 kg / ha de N fraccionado en dos años, en combinación con control de malezas, produjo una ganancia del 17 % en el área transversal de las plantas, medida a 15 cm del suelo, después de un año de la segunda fertilización.

Fernández et al. (1999), reportó una tendencia diferente en *Pinus taeda* implantado sobre Alfisoles arcillosos de Corrientes. Los autores indicaron que la fertilización con dosis y fuentes de N similares a las utilizadas en este experimento produjeron un efecto negativo significativo a los 5 meses de edad.

Con relación a los tratamientos que recibieron solo P, se encontraron crecimientos significativamente superiores al testigo tanto para el DAC como la H, pero no se detectaron diferencias entre las dosis de 87 y 174 g / pl. Los mayores crecimientos se alcanzaron con la dosis media (87 g / pl de SPT), lográndose incrementos del 15% en DAC, 11 % en H y 41% en IP. En suelos con bajos niveles de P disponible, Fernández et al (1999), reportó importantes respuestas a la adición de P en *Pinus taeda* con dosis de 45 y 90 g P_2O_5 / pl.

La adición conjunta de N (50 g N / pl) y Fósforo se tradujo en crecimientos significativamente mayores al testigo y a los tratamientos que recibieron cada nutriente en forma separada. Este efecto sinérgico, fue reportado por Turner y Lambert (1986), citado por Lupi, en evaluaciones nutricionales realizadas sobre *Pinus radiata*, La combinación que maximizó el crecimiento correspondió a las dosis 50-174, superando al testigo en un 40 % en DAC y 27 % en H.

También Burley et al (1973) refiere que en Cuba, la aplicación de fósforo y nitrógeno por separado no produjo respuesta en *Pinus caribaea* pero con los dos juntos si hubo una respuesta significativa. Aparte de ello la aplicación de boro en el suelo dio mejor resultado que la aplicación foliar con *Pinus pátula* en Tanzania y *Pinus radiata* en Chile según Proter (1967) y Tollenar (1970); respectivamente.

En el estudio realizado por Ladrach (1980) el *Pinus oocarpa* respondió al método de aplicación de abono, a las escorias thomas (abonos fosfatados), pero no a la cal. Y el abono mezclado con el suelo dio mejor resultado que la aplicación superficial. Se aumentó el volumen del pino en 181%, con la aplicación de 45 gr, escorias/árbol y 220% con la aplicación de 90gr. de escorias/árbol, pero no hubo diferencias significativas entre 90gr. y 135 gr.

En el arboretum de Chumillauta, en el lote de *Pinus radiata*, a la mitad de los árboles se les aplicó 5 gr. de bórax y a la otra no. Al final de siete años la altura promedio del *Pinus radiata* sin boro fue de 4.6 m y la altura total con boro fue 7.8 m una diferencia de 70%. En volumen por árbol la diferencia fue de un incremento del 211% con 5 gr. de bórax aplicada una vez al momento de la plantación.

Coy (1980) manifiesta que el aspecto económico de la fertilización en plantaciones forestales ofrece la posibilidad más conveniente de incrementar los rendimientos en madera, citando algunos ejemplos:

1. En experimentos realizados en Píceas, han mostrado incrementos en volumen hasta de 39%.
2. La aplicación de fertilizantes combinada con el deshierbe, ha aumentado el crecimiento de los árboles entre un 53 y 60 %.
3. En África del Sur, en experimentos empleando abonos fosfatados en presencia de potásicos y nitrogenado, indican que la corta puede ser realizada 14 meses antes y se produce un incremento en producción de madera del 30%.
4. Hay un mejor establecimiento de la plantación.
5. Fácil aprovechamiento para árboles de alto valor.
6. Se obtiene más rápida una clase de rendimiento superior.
7. La madurez es precoz.
8. Posibilidades de usos alternativos, como pastoreo.

2.7 EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN

Por otra parte, la respuesta a la fertilización puede ser bien explicada como un proceso que acelera el crecimiento, conduciendo a una reducción de la edad de rotación (Millar, 1981). De acuerdo con Jones y Broerman (1991) las ventajas de la fertilización es en forma específica al establecimiento y son:

1. Corrección de deficiencias nutricionales inherentes que mejoran el crecimiento durante toda la rotación. Al respecto, Waring (1981) señala que la falta de fertilización al establecimiento, en sitios con deficiencias importantes, impide la obtención de máxima productividad del sitio en el largo plazo.

2. En muchos casos la sobrevivencia inicial es mejorada significativamente.

3. Los costos de aplicación son mínimos si se realiza en conjunto con la preparación de suelo.

4. Si se aplica durante la formación de camellones se permite una incorporación total del fertilizante en el suelo donde éste se encuentra más accesible al sistema radical de la planta.

Según Allen (1987) los criterios de diagnóstico para la selección de sitios que presenten respuestas biológicas a la adición de fertilizantes, incluyen: características del perfil de suelo, posición topográfica, provincia fisiográfica, niveles de fertilidad del suelo, concentraciones foliares, clase de sitio y densidad del rodal. De acuerdo con Will (1985) las decisiones de cuando aplicar fertilizantes deberían considerar además experiencias pasadas y conocimiento local de los fertilizantes. Además, la respuesta a la fertilización, expresada en términos biológicos, requiere de la capacidad de analizar áreas físicas de respuesta más probable y de referir la respuesta a términos económicos (González, 1985).

Mead (1990) indican que la fertilización ha sido efectiva en el desarrollo de plantaciones de pino radiata en sitios deficientes nutricionalmente y donde, de acuerdo a Will (1985) se han obtenido buenos retornos financieros.

Donald et al (1987) señalan que acorde a una adecuada profundidad de enraizamiento y capacidad de almacenamiento de agua, la respuesta a la fertilización es seguramente positiva en una variedad de condiciones de sitio. Del mismo modo la estructura del sistema radical es influenciada por la fertilización y las diferencias de fertilidad de los suelos (Snowdon y Waring 1985). Este efecto se observa en que la biomasa de raíces gruesas se incrementa con el aumento de fertilización nitrogenada en pino radiata, lo cual ha sido informado en estudios de Will y Hodgkiss (1977).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1 POLITICA Y GEOGRAFICA

El área de estudio se encuentra en el distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa. La provincia de Oxapampa se encuentra geográficamente, entre los meridianos 74° 41' 11" y 76° 00' 15" de longitud oeste y los paralelos 9° 34' 13" y 10° 54' 32" de latitud sur. A 1830 m.s.n.m; limita por el norte con el departamento de Huanuco, por el sur con el departamento de Junín, por el oeste con la provincia de Pasco, y por el este con el departamento de Ucayali. La provincia abarca un área de 17 149, 14 Km², las altitudes son variables, en su mayor parte varían entre 200 y 2 000 m.s.n.m. (Gómez, 2000).

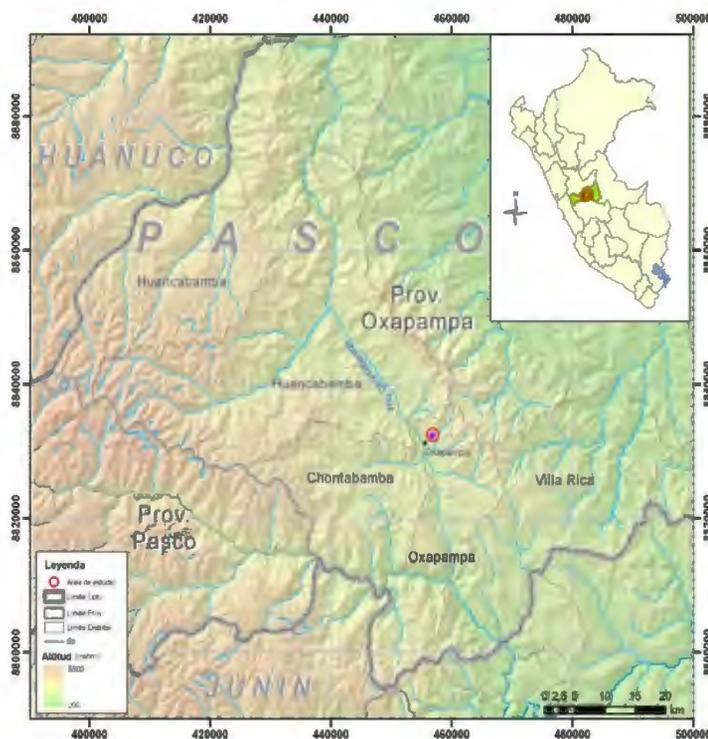


Figura 2 Ubicación de área de estudio en la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco (Perú digital, 2001).

3.1.2 CARACTERISTICAS DEL TERRENO

El estudio se realizó en el terreno del Sr. Roberto Duarte, quien está reforestando, según la tecnología recomendada para la zona. La parcela de estudio está ubicada en el cerro San Francisco a un kilómetro del pueblo, en la parte alta de un cerro a 2075 m.s.n.m., con fuertes pendientes de 30 a más de 50% (Anexo 2). Ahí corren fuertes vientos en diferentes direcciones, Usualmente son suelos ácidos, con baja fertilidad, poca consistencia y estructura suelta y la capa superficial es bastante orgánica con mucha hojarasca y raicillas provenientes de bosques forestales pre-existente que se quemaron y se dejaron en barbecho. Son de textura franco arenoso a franco conforme se profundiza. En el Cuadro 1 se puede ver el análisis de caracterización de un perfil de la zona.

Cuadro 1 Análisis de caracterización de un perfil de la zona

Profundidad	Análisis Mecánico			Clase Textura	pH (1:1)	M.O. %	P ppm	CIC me/100g	Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	% Saturación de Aluminio
	Arena	Limo	Arcilla									
	%	%	%									
0-7	64	28	8	Fr.A.	4.5	20.6	21.7	41.92	10.16	6.86	16	32.48
7-33	58	28	14	Fr.A.	4.7	5.8	2.1	16.96	2.91	1.21	7	58.42
33-60	40	34	26	Fr.	4.6	2.4	3	8	3	0.9	11	70

Inicialmente la vegetación fue un bosque nativo al cual se le extrajo la madera y después se produjo quemadas accidentales.

La preparación del terreno para la reforestación fue cortar toda la vegetación existente de *Pteridium arachnoideum* (machicura) y carrizos, se realizó una quema parcial, posteriormente se realizó en alineado, el poseo y por último el plantado.

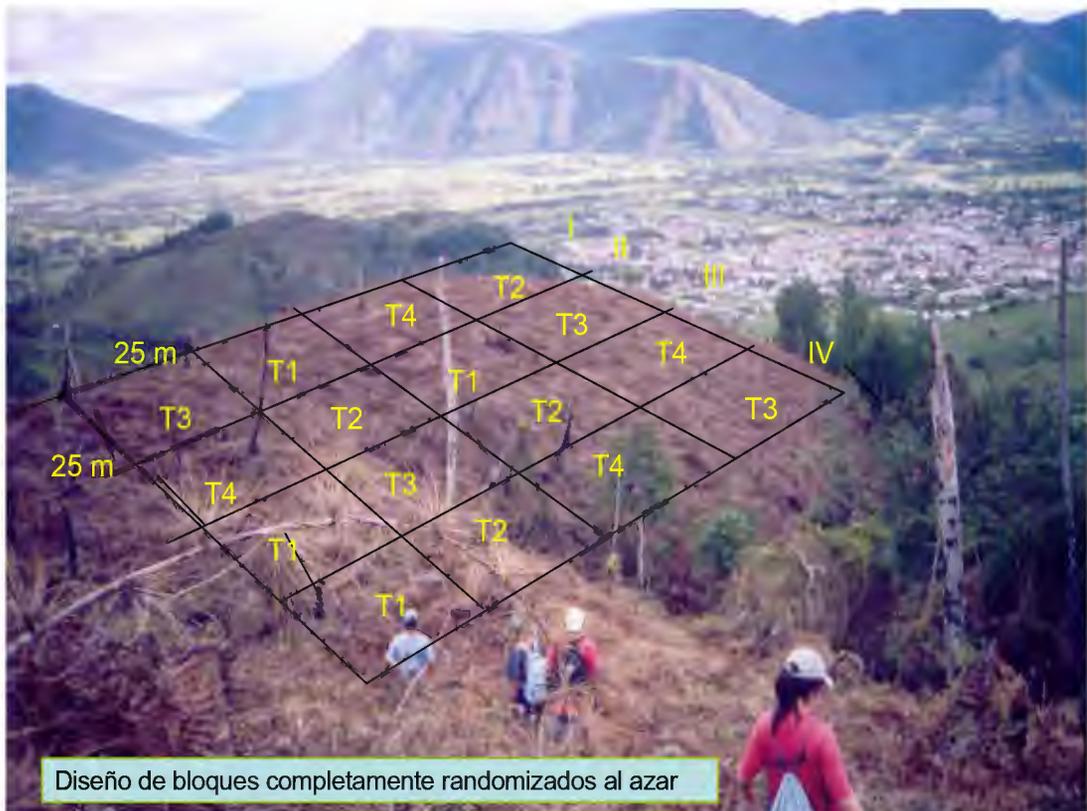


Figura 3 Vista panorámica de la distribución randomizada de los tratamientos y sus repeticiones de las parcelas experimentales, en Oxapampa.

3.1.3 CLIMA

Las lluvias son caracterizadas por tener dos estaciones bien marcadas: húmeda y seca; la época húmeda ocurre en el periodo de octubre a abril, y tiene un periodo de 1086 mm, mientras en la época seca que es de mayo a septiembre con 256 mm promedio de precipitación. La neblina y la nubosidad son constantes (Brack, 1987)

La temperatura media anual es de 14.9 °C, y presenta un promedio anual de precipitación de 1342 mm.

3.1.4 SUELO Y FISIOGRAFIA

Galvez (2003), señala que en Oxapampa la mayoría de los suelos son profundos, sin embargo algunas áreas presentan suelos superficiales. La capa arable de la mayoría de las laderas exhibe aceptables propiedades físicas y en algunos casos alto nivel de materia orgánica pero predominan los suelos de fertilidad natural baja. Algunas áreas en las cuales el material parental es caliza presenta mejores condiciones de fertilidad. Se encuentran laderas de pendientes > 75%, también se encuentran áreas de fondos de valle y terrazas altas.

De acuerdo a sus características físicas, químicas y de material parental, Ruíz (1986) clasifica a los suelos de Oxapampa en el orden de Inceptisoles.

3.1.5 ACCESIBILIDAD

Existen ómnibus interprovinciales que van Lima – Oxapampa, la ruta es por la carretera central Lima – Oroya – Puente Paucartambo – Oxapampa.

Para llegar al área de estudio se camina desde la carretera Oxapampa – Pozuzo, aproximadamente 50 minutos en forma ascendente como 230 metros.

3.1.6 CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

- Preparación de terreno, una vez realizado los hoyos para la plantación, la mitad de la tierra extraída se colocaba a un costado del hoyo y la otra en el hoyo, para ser mezclados con los abonos sólidos, al momento del establecimiento.
- La plantación fue realizada en el mes de Noviembre del 2005, aprovechando el inicio de la época de lluvias en la zona.
- La selección de las plantas se realizó en el vivero, para asegurar la homogeneidad de las plantas.

3.2 MATERIALES

3.2.1 MATERIALES Y EQUIPOS DE CAMPO

Los materiales utilizados en el establecimiento de la parcela fueron: las plantas de pino, abonos de CBI y abonos de NPK, cámara fotográfica, GPS, brújula, cinta métrica, eclímetro, estacas para identificar los árboles y las parcelas, estaquitas para las bases (para medir altura), baldes de 15 Lt., tachos (envases) de 50 y 150 Lt., bomba aspersora, balanza de 2 Kg., tarros de pintura de 1/4 galón, tijera, paquetes de bolsas plásticas (grande y chica), franelas, costales, cuchillo, plumones indelebles, corrector, lápices, libreta de campo, rafia. Para la evaluación de altura y diámetro, se utilizó vernier y regla metálica.

3.2.2 LOS PLANTONES

FONDEBOSQUE, produce y vende los plantones con semilla proveniente de Yucul – Nicaragua (CATIE). Está utilizando tecnología brasileña, en el vivero utilizan tubos de plástico de 53 cc., con 4 estrías, en lugar de bolsas. El sustrato está compuesta de: 50 % de tierra agrícola, 20 % de Arena de río y 30 % con micorrización. La siembra es directa, una semilla por tubo, la germinación se da entre 8 a 15 días en cajas de germinación. El crecimiento se realiza entre 5 a 6 meses alcanzando entre 20 a 35 cm de altura. Se realiza ferti-irrigación semanal de NPK con micronutrientes. Se realizan inoculaciones periódicas de micorriza según los requerimientos (FONDEBOSQUE, 2005).

3.3 METODOLOGIA

La Corporación Bioquímica Internacional S.A.C (CBI) proporcionó los fertilizantes orgánicos tanto foliares (Seed, Benlife, Biosolnew, Fullpos, Topper, Kelmix PS y Zn) como para el suelo (Soil, Agrifos Ca, Kilmelgran) así como los enraizadores foliares (Mol Algae, Raizmax), se probaron 4 tratamientos partiendo con un control basado en los programas de reforestación actualmente recomendados en la zona y algunas variantes de fertilización recomendados por CBI y modificados por los expertos asesores en suelos. Los plantones provenían del vivero de Fondebosque – Oxapampa, siendo los plantones seleccionados los que tenía una altura promedio de 30 cm; rectos, buen estado fitosanitario y que se vean vigorosos.

Para el tratamiento 1 (control) se compro en Oxapampa los fertilizantes inorganicos.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Todos los tratamientos se realizaron en una sola etapa, en el momento de la instalación.

1^{er} tratamiento: Control, con abono **inorgánico**, se aplicó en el momento de la instalación, 75 gr. por planta, de la fórmula 10-30-10 de fosfato diamónico (18% N y 46% P₂O₅) y cloruro de potasio con 60% K₂O.

2^{do} tratamiento: Dosis completa: Recomendado por CBI con dosis foliar de enraizadores aplicada un día antes de la instalación y aplicaciones de fertilizantes orgánicos al suelo antes y después del plantado del pino. Después cada 30, 90 y 150 días la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes al suelo y foliares.

Cuadro 2 Aplicaciones y productos utilizados en el tratamiento 2

Almacigo de semillas (Un día antes de la instalación)	Preparación del suelo (se aplica mezclado con la tierra)	Siembra de plantón (aplicación al hoyo)	30 días (aplicación en trench y foliar)	90 días (aplicación en trench y foliar)	150 días (Aplicación en trench al suelo)
Aplicación foliar los 4 productos mezclados en 50 Lt de agua	Aplicación de los dos productos al suelo alrededor del plantón en 50 Lt agua	Se mezcla los 3 productos sólidos y se aplica al hoyo, raíz maxen 50 Lt	Se mezcla los productos en 50 Lt tanto para foliar y trench	Se mezcla los productos en 50 Lt tanto para foliar y trench	Se mezcla los productos en 50 Lt de agua
Seed 0.125 kg / 50 Lt	Soil 0.125 Lt / 50 Lt (181 ml/planta)	Agriphos Ca 30 kg (117 gr / planta)	Mol Algae 1.25 Lt / 50 Lt (181 ml/planta) (trench)	Mol Algae 1.25 Lt / 50 Lt 181 ml/planta (trench)	Mol Algae 1.25 Lt / 50 Lt (181 ml/planta)
BiosolNew 0.125 kg / 50 Lt		Fertifeed Nitro Retard 25 kg (97.7 gr / planta)	Fullphos 0.125 Lt / 50 Lt (foliar)	Raiz Max 0.5 litros / 50 Lt 181 cc /planta (trench)	
Benlife 0.125 kg / 50 Lt	Biosolnew 0.125 kg / 50 Lt (181 ml/planta)	Raiz Max 0.5 litros / 50 Lt (181 ml /planta)	Topper 0.15 Lt / 50 Lt (foliar)	Strong Power 0.25 kg/50 Lt (foliar)	Raiz Max 0.5 Lt/ 50 Lt (181 ml /planta)
A3P 37.5 gr / 50 Lt		Kimelgran 15 kg (58.6 gr / planta)	Kelmix PS 0.0525 kg / 50 Lt (foliar)	Altoke 0.25 kg / 50 Lt (foliar)	
			A3P 37.5 gr /50 Lt (foliar)	Kelmix Zn (0.5 l /50 l) (foliar) A3P 37.5 gr /50 l (foliar)	

Fuente: Corporación Bioquímica Internacional S.A.C

3^{er} tratamiento: CBI (modificado) similar al Tr 2, pero a los 30 días solo se aplico Mol Algae y a los 90 días Mol Algae y Raíz Max en forma de trench.

Cuadro 3 Aplicaciones y productos utilizados en el tratamiento 3

Almacigo de semillas (Un día antes de la instalación)	Preparación del suelo (se aplica mezclado con la tierra)	Siembra de plantón (aplicación al hoyo)	30 días (aplicación en trench y foliar)	90 días (aplicación en trench y foliar)	150 días (Aplicación en trench al suelo)
Aplicación foliar los 4 productos mezclados en 50 litros de agua	Aplicación de los dos productos al suelo alrededor del plantón en 50 l agua	Se mezcla los 3 productos sólidos y se aplica al hoyo, raíz max en 50 Lt	Se mezcla los productos en 50 Lt trench al suelo	Se mezcla los productos en 50 Lt trench al suelo	Se mezcla los productos en 50 Lt de agua
Seed 0.125 kg / 50 t	Soil 0.125 Lt / 50 Lt (181 ml/planta)	Agriphos Ca 30 kg (117 gr / planta)	Mol Algae 1.25 Lt /50 Lt (181 ml/planta) (trench)	Mol Algae 1.25 Lt / 50 Lt 181 ml/planta (trench)	Mol Algae 1.25 Lt / 50 Lt (181 ml/planta)
BiosolNew 0.125 kg / 50 Lt		Fertifeed Nitro Retard 25 kg (97.7 gr / planta)			
Benlife 0.125 kg / 50Lt	Biosolnew 0.125 kg / 50 Lt (181 ml/planta)	Raiz Max 0.5 litros / 50 Lt (181 ml planta)		Raiz Max 0.5 litros / 50 Lt 181 cc /planta (trench)	Raiz Max 0.5 Lt/ 50 Lt (181 ml /planta)
A3P 37.5 gr / 50 Lt		Kimelgran 15 kg (58.6 gr / planta)			

Fuente: CBI, modificado por expertos asesores en suelos

4^{to} tratamiento: CBI (Modificado) fertilizantes sólidos en el momento de la instalación.

Cuadro 4 Aplicaciones y productos utilizados en el tratamiento 4

Almacigo de semillas (Un día antes de la instalación)	Preparación del suelo (se aplica mezclado con la tierra)	Siembra de plantón (aplicación al hoyo)
Aplicación foliar los 4 productos mezclados en 50 Lt de agua	Aplicación de los dos productos al suelo alrededor del plantón en 50 Lt agua	Se mezcla los 3 productos sólidos y se aplica al hoyo, raizmax en 50 Lt de agua
Seed 0.125 kg / 50 Lt	Soil 0.125 Lt / 50 Lt (181 ml/planta)	Agriphos Ca 30 kg (117 gr / planta)
BiosolNew 0.125 kg / 50 Lt		Fertifeed Nitro Retard 25 kg (97.7 gr / planta)
Benlife 0.125 kg / 50 Lt	Biosolnew 0.125 kg / 50 Lt (181 ml/planta)	Raiz Max 0.5 litros / 50 Lt (181 ml /planta)
A3P 37.5 gr / 50 Lt		Kimelgran 15 kg (58.6 gr / planta)

Fuente: CBI, modificado por expertos asesores en suelos

3.3.2 DESCRIPCION DE TODOS LOS FERTILIZANTE USADOS

- **AGRIPHOS Ca₂**: (Abono orgánico con N-P-K con Ca). Es un fertilizante orgánico con alto contenido de P y Ca. Composición: Materia orgánica total =46.25, N Total=3.7%, Nitrógeno orgánico 2.5%, Pentóxido de fósforo (15% de P₂O₅) , Oxido de potasio 1.2% de K₂O, Oxido de calcio 25% de CaO, relación C/N=10.7. También presenta extractos húmicos totales=20%, ácidos húmicos=6%, ácidos fúlvicos=14% y oxido de magnesio 1% de MgO. Favorece un buen desarrollo radicular. Aumenta la fertilidad y favorece la humificación de la materia orgánica.
- **BIOSOLNEW**: Es un complejo orgánico de Extractos Húmicos Totales (EHT), ácidos húmicos y fúlvicos, enriquecidos con aminoácidos, macro y microelementos. Es quelante y complejante de macro y micro nutrientes aplicados al suelo y foliarmente mejora la retención de la humedad. Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- **SOIL+**: Es un bioestimulante orgánico que actúa promoviendo el crecimiento de los microorganismos benéficos del suelo.
- **KELMIX Zn** : Es un complejo orgánico a base de zinc, ácidos fúlvicos y carboxílicos, Favorece la producción de auxinas, favorece el crecimiento de entrenudos, incrementa el tamaño del follaje y del fruto, es importante en la transformación y transporte de los fosfatos.
- **MOL ALGAE**: Formación de raíces saludables, produce un crecimiento vegetativo equilibrado, mejora la apariencia y color de la planta, aumenta la resistencia al estrés ambiental.
- **STRONG POWER**: Nutriente foliar balanceado, que permite que sus componentes de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, sean tomados por la planta en forma inmediata y translocados a través de sus hojas y tallos por el contenido de aminoácidos. Por su alto contenido de fósforo disponible en su formulación hace que las plantas lo tomen en la cantidad necesaria y en el momento adecuado.

- **RAIZMAX:** Nutriente orgánico mineral con una alta concentración de fósforo como ion fosfito y ácido policarboxílicos que promueven la formación de nuevas raíces.
- **KELMIX PS:** Nutriente foliar sólido a base de microelementos quelatizados y repotenciado con ácidos fúlvicos y algas marinas, gracias a estos dos últimos componentes es rápidamente asimilado por las plantas y es más eficiente su uso al interior de la planta.
- **TOPPER:** Complejo orgánico de ácidos fúlvicos y carboxílicos enriquecidos con aminoácidos, macro y micro nutrientes, Aplicado solo actúa como biorregulador y potencializador del metabolismo de las plantas, además de otras ventajas.
- **KILMELGRAN:** Complejo orgánico de origen vegetal que mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, tiene forma granular, se aplica en mezcla con los fertilizantes de suelo en cualquier época de desarrollo de los cultivos y permitiendo disminuir hasta un 20 % de estos debido al incremento en la eficiencia agronómica de los macro y micro elementos
- **A3P :** Adherente que sirve para neutralizar las sales del caldo, penetrando gracias a los ácidos carboxílicos y fúlvicos. Adherente aplicable en cultivos de hojas cerosas y otros.
- **SEED+:** Bioestimulante orgánico, permite hidrolizar péptidos, aminoácidos. Actividad de la geminación, gracias a contener nutrientes que promueven el desarrollo de raíces y tallos fuertes.
- **FERTI FEED Nitro Retard:** Fertilizante especial granulado, produce una liberación gradual de N por dos procesos carbamidación y sulfatación. Previene la retrogradación del fósforo.
- **FULLPOS:** Contiene 100% de fósforo es bioactivado orgánicamente. Incrementa la cabellera radicular y la floración. La planta lo asimila eficientemente. Es un corrector foliar de P totalmente asimilable por las hojas y raíces, esto debido a la molécula LKP. Aporta ión fosfito en su composición que se comporta como un indicador de defensa.

- ALTOKE: Bioactivador orgánico concentrado. Activa el metabolismo y la fitoregulación de la planta.
- BEN-LIFE: Nutriente foliar balanceado, inductor de defensas con acción bioestimulante a base de ácidos orgánicos, policarboxílicos y activadores orgánicos. Inductor de defensa con acción bioestimulante.

3.3.3 DOSIS A PROBAR Y MATERIAL NECESITADO

Las dosis y los tiempos de aplicación están especificados en los tratamientos (cuadros 2, 3 y 4) y se necesitaron envases de 15, 50 y 150 litros de agua para las aplicaciones foliares, al suelo.

Se utilizó una balanza y probeta para dosificar los fertilizantes de naturaleza sólida, en polvo y líquida. Se prepararon taras de botellas de plástico, para las aplicaciones de la mezcla de los fertilizantes tanto para la preparación del suelo (líquido) y la siembra del plánton (sólido). La aplicación foliar se realizó con una bomba aspersor.



Figura 4 Preparación para la aplicación en vivero



Figura 5 Preparación de las taras



Figura 6 Mezcla de productos sólidos



Figura 7 Abonado de la planta

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de Bloques completamente randomizados con 4 tratamientos y 4 repeticiones con parcelas de 25 x 25 m por tratamiento, con un área total de 10,000 m². (Figura 8) Se uso el programa SAS (Inc.1988) para realizar los diferentes análisis estadísticos y la Prueba de Waller y Duncan así como DLS para la comparación de medias de las variables en estudio con un 5% de probabilidades y también se realizaron correlaciones y regresiones.

3.4.1 DISEÑO DE LAS PARCELAS

En la Figura 8 se puede ver la disposición de los tratamientos. La hectárea de tierra se dividió en 4 bloques iguales de 100 m x 25 m y éstos se subdividieron en 4 parcelas de 25 x 25 m cada una, dentro de cada bloque se randomizaron los 4 tratamientos.

La densidad de plantación fue de 3 m x 3 m con un total de 1111 plantas / ha. Los árboles a evaluados en cada tratamiento fueron los 16 centrales. (Figura 8).

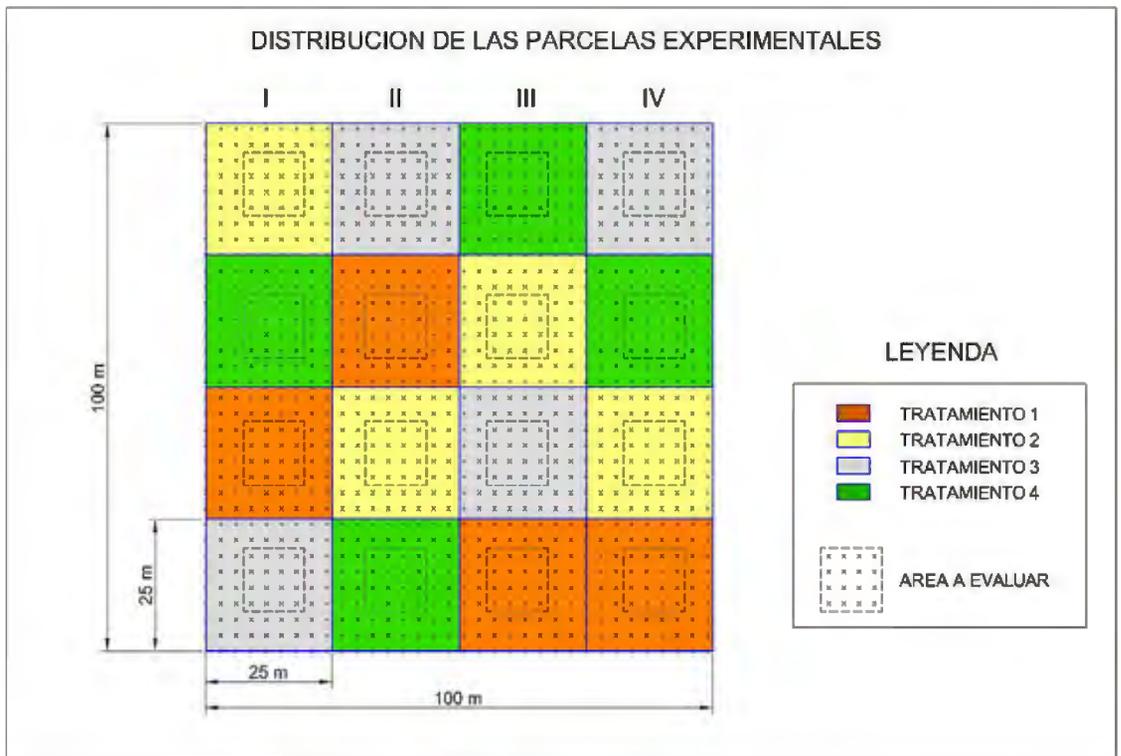


Figura 8 Distribución de los tratamientos y repeticiones con el total de árboles de pinus plantados (1111 plantas/ha) y el área evaluada en cada parcela (16 árboles).

3.5. EVALUACIONES DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO:

3.5.1 VARIABLE SUELO

Se tomaron muestras compuestas a 2 profundidades: 0-15 y 15-30 cm por cada parcela, para el análisis de caracterización (Textura, MO, pH, N, P, K, Ca, Mg, CIC, Acidez, Saturación de Al, Saturación de bases), antes de transplantar los pinos se tomaron 16 muestras por cada profundidad, totalizando 32 muestras al inicio y a los 6 meses después del plantado se tomaron otras 32 muestras (Figura 9).



Figura 9 Toma de muestras de suelo para análisis de fertilidad



Figura 10 Medida de Altura y Diámetro

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina utilizando las metodologías de Soil Science Society of America (1996). El cual consiste en:

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método de hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua: 1:1 ó en el extracto de la pasta de saturación (es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2:5.
4. Calcareo total (CaCO_3): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. $\%M.O. = \%C \times 1.724$.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.

7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3=0.5\text{M}$, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N; pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N; pH 7.0
10. Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ cambiables: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N; pH 7.0. cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$: método de Yuan. Extracción con KCl, N

3.5.2 VARIABLE PLANTA

- a) Porcentaje de sobre vivencia, se realizo mediante conteos mensuales, durante 6 meses
- b) Altura del árbol, se midió con una regla metálica graduada en milímetros, desde la estaca (plantada a nivel del suelo) hasta ápice del árbol.
- c) Diámetro del árbol, se midió a 3 cm del suelo y sobre el lado opuesto de la pendiente, utilizando un vernier calibrada en milímetros.
- d) Biomasa foliar de la planta completa, A los 6 meses fueron extraídos 5 árboles de la repetición 2, 3 y 4 de los 4 tratamientos, haciendo un total de 60 árboles , se seco en la estufa y se determinó la materia seca. (figura 12).
- e) Biomasa de raíces del árbol, también a los 6 meses se extrajo las raíces en un volumen de suelo el cual fue lavado mediante la aspersión de agua a presión con una bomba de mochila (Figura. 11). Estas muestras de raíces se secaron en la estufa a 75 °C, durante 48 horas para determinar la materia seca.
- f) Relación área foliar - radicular, usando los datos de d y e.



Figura 11 Extracción del árbol



Figura 12 Extracción de biomasa foliar

3.6 COSTO DE LOS FERTILIZANTES

Se realizó una comparación de los costos de cada uno de los tratamientos durante los primeros 6 meses de establecimiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VARIABLES DE LA PLANTA

4.1.1 SOBREVIVENCIA

Hasta los 6 meses de evaluación se obtuvo un 100 % de sobrevivencia para los 4 tratamientos. Similares resultados fueron encontrados por Jones y Boreran (1991) en donde la sobrevivencia inicial fue mejorada significativamente por la fertilización. Otros factores favorables que favorecieron la supervivencia fueron el trasplante en una época oportuna, plantas bien seleccionadas en cuanto a conformación, tamaño, humedad adecuada del suelo y un transporte adecuado del vivero al campo. Solo dos plantas fueron cortadas accidentalmente al hacer el mantenimiento (2 deshierbos) de las parcelas. Como continuidad de este trabajo se seguirá evaluando durante la época seca.

4.1.2 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA

Estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo se puede observar una ligera ventaja con el tratamiento 2 respecto a los otros tratamientos.

En la Figura 13. se observa el crecimiento en altura en forma mensual hasta los 180 días de evaluación. El tratamiento 1 (control) creció un promedio de 69.74 cm, en 180 días, mientras que el tratamiento 2 (completo de CBI) creció 76.59 cm o sea 8.94% más. Los otros tratamientos también mostraron diferencias con respecto al control con un 1.01 % más con el tratamiento 3 (CBI - completo sin foliar), y un 3.31 % más para el tratamiento 4 (CBI - solo al suelo). Si comparamos el tratamiento 2 con el 3 esta diferencia fue de 7.93 % más, mientras que comparado con el tratamiento 4 fue solo de 5.63 % más. En general en el tiempo se dio un respuesta al crecimiento en altura y de todas maneras existe una variabilidad entre plantas del pino y esto mismo fue documentado por Snowdon (1985) quién demostró que el crecimiento y la capacidad de absorción de nutrientes están relacionados al genotipo. Por ello inicialmente para las diferentes variables evaluadas no hay mucha diferencia entre el control y los tratamientos, quizás por el genotipo del *Pinus tecunumanii*. No hay muchos estudios con esta especie pero con otras especies así como lo indico Waring (1981) comprobó que el *Pinus radiata* es una especie de gran sensibilidad a la fertilización, capaz de producir un crecimiento

acelerado si las condiciones del medio lo permiten. Sin embargo autores como Wollons y Snowdon (1981) manifiestan que a pesar que existe acuerdo entre investigadores, que el crecimiento de *pinus radiata* puede ser aumentado por medio de fertilización, algunos resultados no son concluyentes para el desarrollo de aplicaciones operacionales como medio de aumentar la productividad.

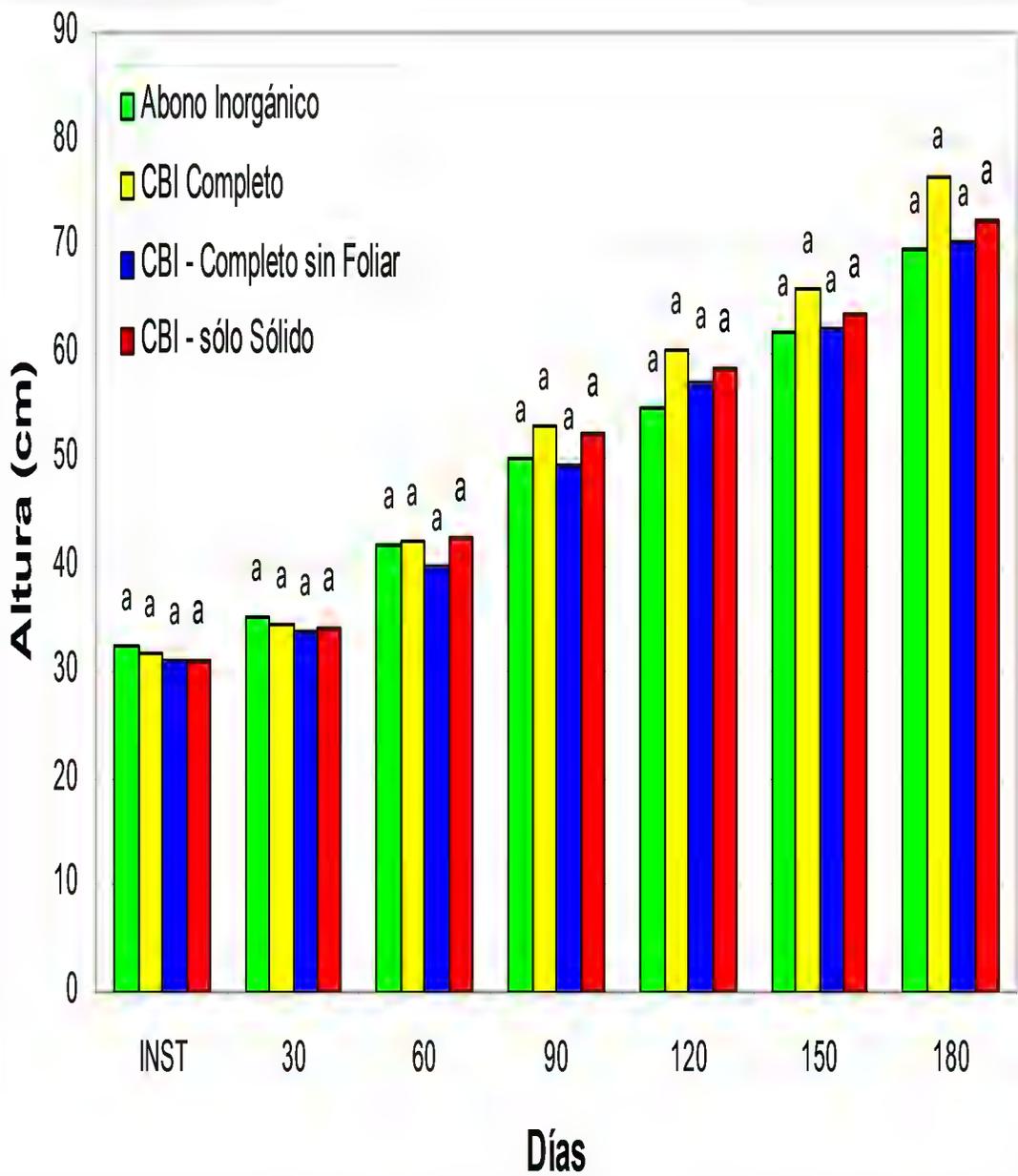


Figura 13 Altura de los árboles de *Pinus tecunumanii*, al inicio y mensualmente hasta los 6 meses para cada uno de los tratamientos, evaluados en Oxapampa. INST = Instalación

No se dieron diferencias significativas para el promedio de las alturas para cada uno de los tratamientos y realizando una regresión entre el tiempo y el crecimiento de altura se puede ver en las figuras 14, 15, 16 y 17, la dispersión de los promedios de las repeticiones y siguen una regresión lineal y estos presentaron una alta correlación para todos los tratamientos que presentaron un coeficiente de correlación (r^2) que va desde 0.91 hasta 0.95. (Cuadro 5). En el mismo cuadro se dan las curvas de regresión entre la altura y el tiempo de crecimiento.

Cuadro 5 Correlaciones de las Regresiones de altura para los diferentes tratamientos

Tratamiento	Ecuación de Regresión	r^2
1	Altura = 30.347 + 0.2124 día	0.94
2	Altura = 28.949 + 0.2568 día	0.95
3	Altura = 28.659 + 0.2285 día	0.91
4	Altura = 29.45+ 0.2363 día	0.91

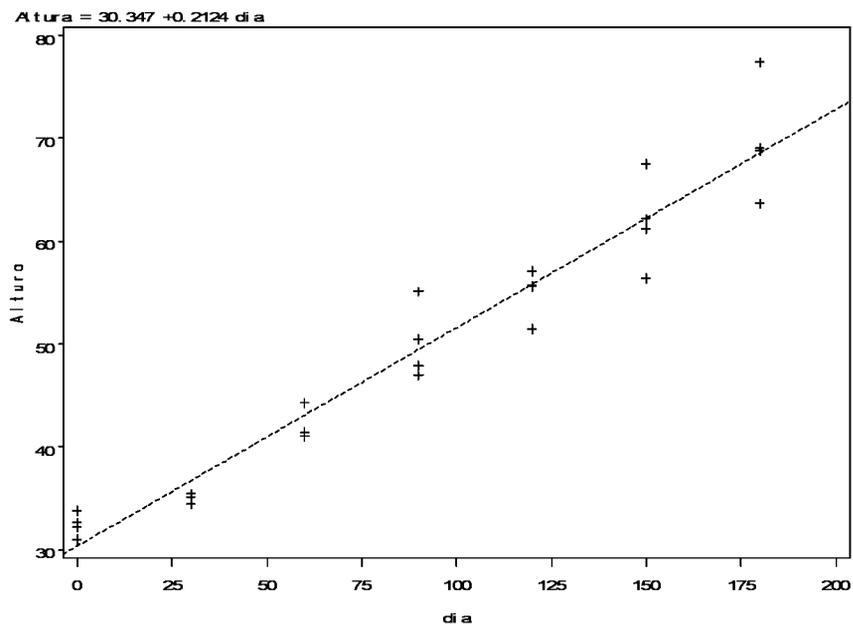


Figura 14 Regresión del crecimiento en altura del *Pinus tecunumanii* con el tiempo para el tratamiento control en Oxapampa.

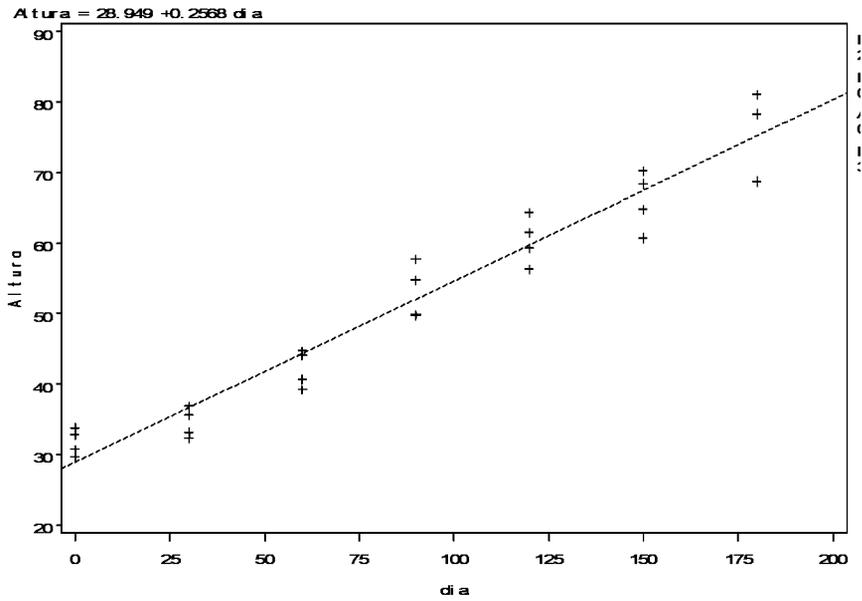


Figura 15 Regresión del crecimiento en altura del *Pinus tecunumanii* en el tiempo para el tratamiento completo en Oxapampa.

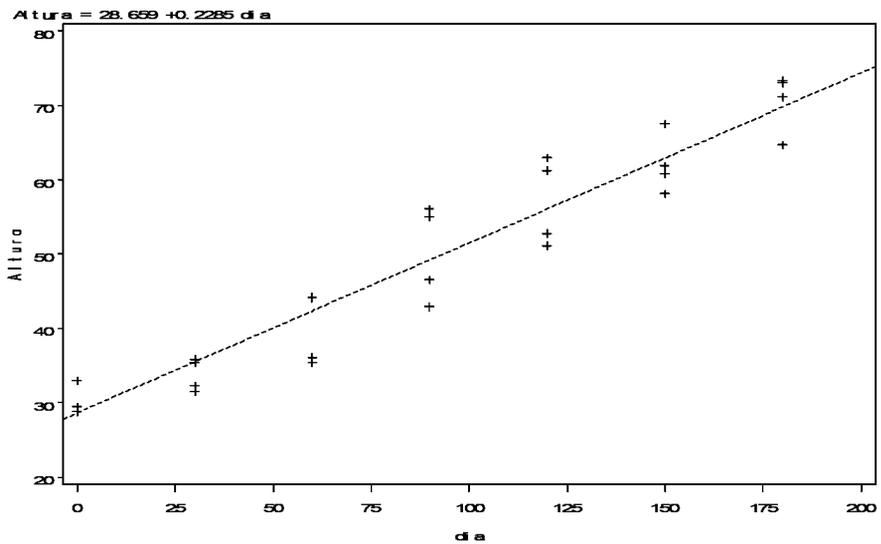


Figura 16 Regresión del crecimiento en altura del *Pinus tecunumanii* en el tiempo para el tratamiento de fertilizantes al suelo durante 6 meses en Oxapampa.

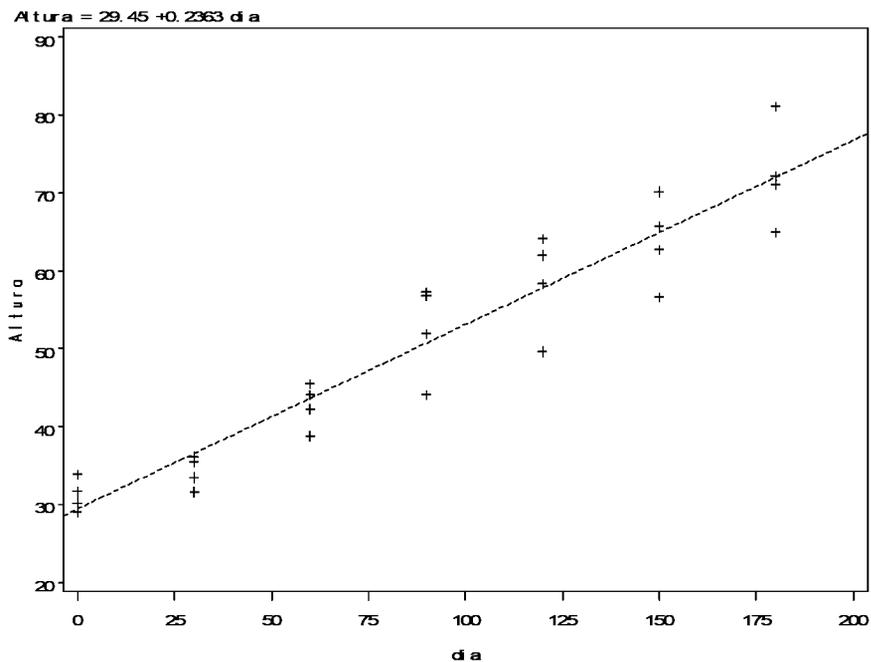


Figura 17 Regresión del crecimiento en altura del *Pinus tecunumanii* para el tratamiento de fertilización solo hasta el plantado en Oxapamapa.

En el Cuadro 6 se puede observar que los incrementos del crecimiento en altura del *Pinus tecunumanii* a los 180 fue superior en un 53.5% para todos los tratamientos lo que corrobora lo encontrado por Baule (1977) en donde los incrementos con la fertilización de las plantaciones forestales siempre son superiores al 20 %. Se encontró que el tratamiento control creció en 180 días un promedio de 37.34 cm mientras que el tratamiento 2 (completo de CBI) creció 44.83 cm o sea 16.7 % más. Los otros tratamientos también mostraron diferencias con respecto al control con un 4.7 % más con el tratamiento 3, y un 8.4 % más para el tratamiento 4. Si comparamos el tratamiento 2 con el 3 esta diferencia fue menor en un 12 %, mientras que comparado con el tratamiento 4 fue solo de 8.3%.

Cuadro 6 Promedios de incremento mensual del crecimiento en altura de *Pinus tecumumanii* durante los 180 días de establecido, en Oxapampa.

TRATAMIENTOS	INCREMENTO EN (cm) DURANTE LOS 180 DIAS						% de crecimiento relativo a los 180 días
	30*	60*	90*	120*	150*	180*	
(T1) Control	2.7	9.64	17.71	22.57	29.43	37.34	83.3
(T2) Completo con aplicaciones al suelo y foliares	2.75	10.4	21.22	28.58	34.3	44.83	100
(T3) Aplicación solo al suelo	2.7	8.88	18.41	25.96	31	39.45	88
(T4) Aplicación al suelo solo hasta la plantación	2.98	11.48	21.35	27.36	32.61	41.12	91.7

* Días evaluados

4.1.3 CRECIMIENTO E INCREMENTO EN DIAMETRO

Respecto al diámetro no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo se puede observar una ligera ventaja los tratamientos 3 y 4 respecto al tratamiento 2 y 1.

A los 180 días se pueden ver ligeras diferencias de los tratamientos con fertilizantes orgánicos (CBI) comparado con el tratamiento control. Siendo los tratamientos 3 (CBI - sin abono foliar) y 4 (CBI - solo suelo) con crecimientos parejos y superiores al tratamiento 2 (CBI - completo) y control, respectivamente. La diferencia en crecimiento en diámetro se aprecia a partir de los 60 días. (Figura 18). Las diferencias entre los tratamientos para cada tiempo de evaluación no fueron significativamente diferentes y así son mostrados con las letras similares por la prueba múltiple de Waller y Duncan. En la misma Figura 18, se observa que el porcentaje relativo del crecimiento en diámetro a los 180 días el tratamiento control creció en 180 días un promedio de 0.78 cm mientras que los tratamientos 3 y 4 crecieron 0.83 cm o sea 6.02 % más. El tratamiento 2 (completo de CBI) creció 3.61% más que el tratamiento control. Si comparamos el tratamiento 3 y 4 con el 2 esta diferencia fue de 2.41% más.

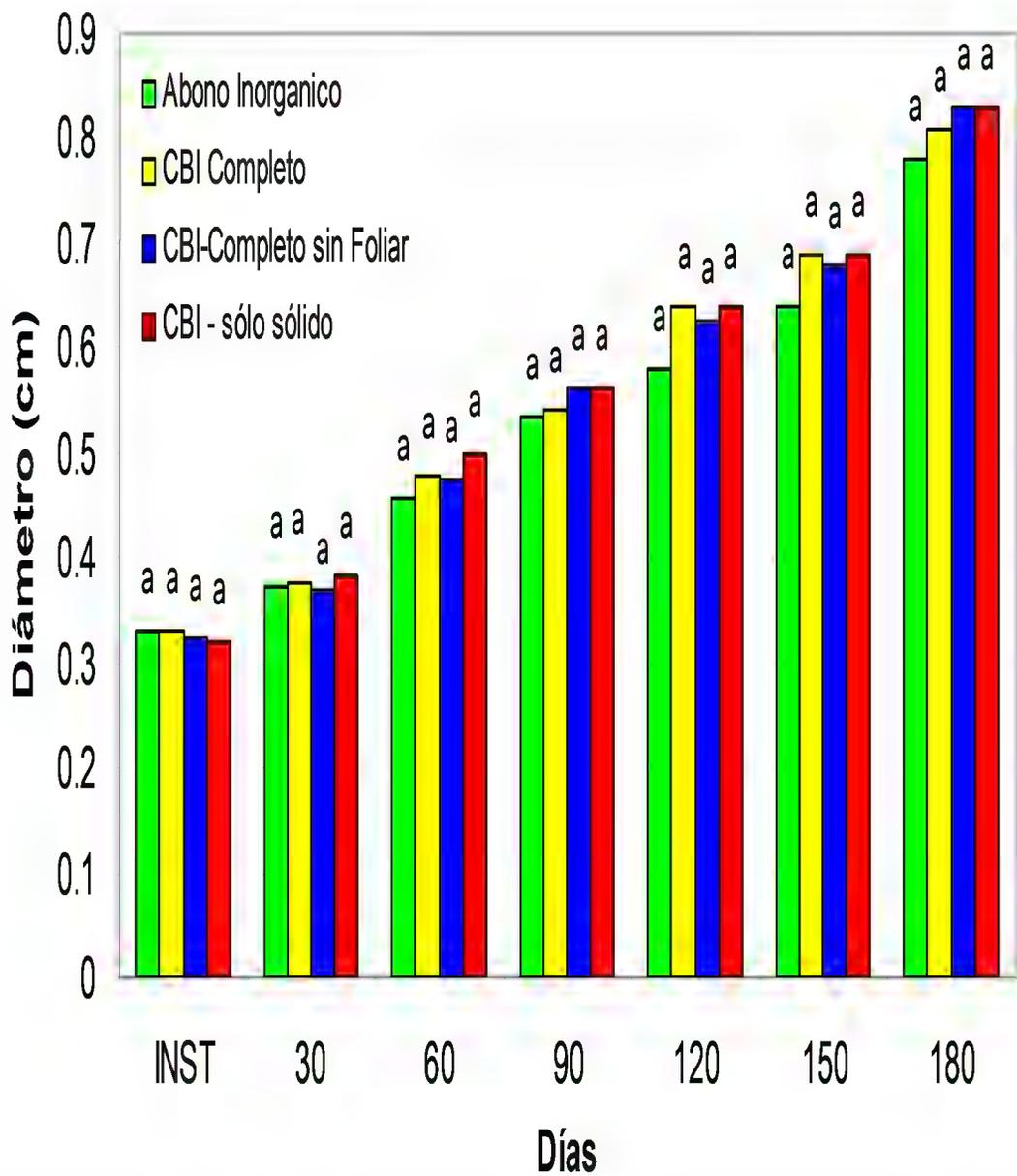


Figura 18 Diámetro de los árboles de *Pinus tecunumanii*, al inicio y mensualmente hasta los 6 meses para cada uno de los tratamientos, evaluados en Oxapampa. INST = Instalación.

No se dieron diferencias significativas para el promedio de los diámetros, para cada uno de los tratamientos y realizando una regresión entre el tiempo y el crecimiento en diámetro se puede ver en las figuras 19, 20, 21 y 22, la dispersión de los promedios de las repeticiones y estas siguen una regresión lineal. Se encontró una muy buena correlación para las curvas de regresión entre el diámetro y el tiempo de crecimiento para los 4 tratamientos y estos fluctuaron en un rango de coeficiente de correlación (r^2) de 0.88 a 0.95. (Cuadro 7)

Cuadro 7 Correlaciones de las Regresiones de altura para los diferentes tratamientos

Tratamiento	Ecuación de Regresión	r^2
1	Diámetro = 0.3106 + 0.0024 día	0.95
2	Diámetro = 0.3113 + 0.0027 día	0.94
3	Diámetro = 0.306 + 0.0027 día	0.88
4	Diámetro = 0.3153 + 0.0027 día	0.88

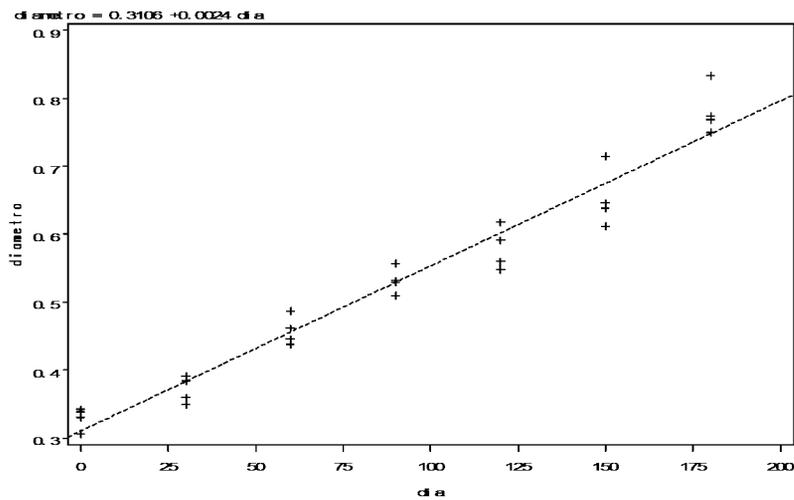


Figura 19 Regresión del crecimiento de diámetro del *Pinus tecunumanii* en el tiempo para el tratamiento control en Oxapampa.

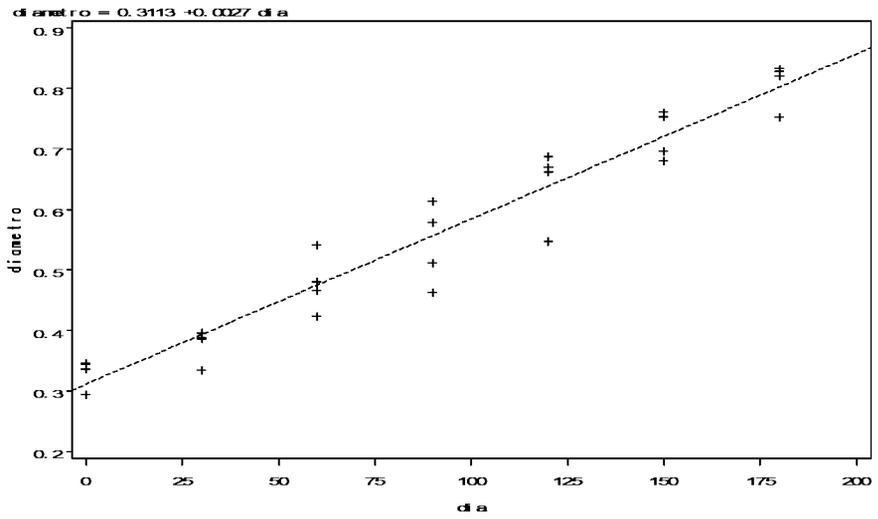


Figura 20 Regresión del crecimiento de diámetro del *Pinus tecunumanii* en el tiempo para el tratamiento completo en Oxapampa.

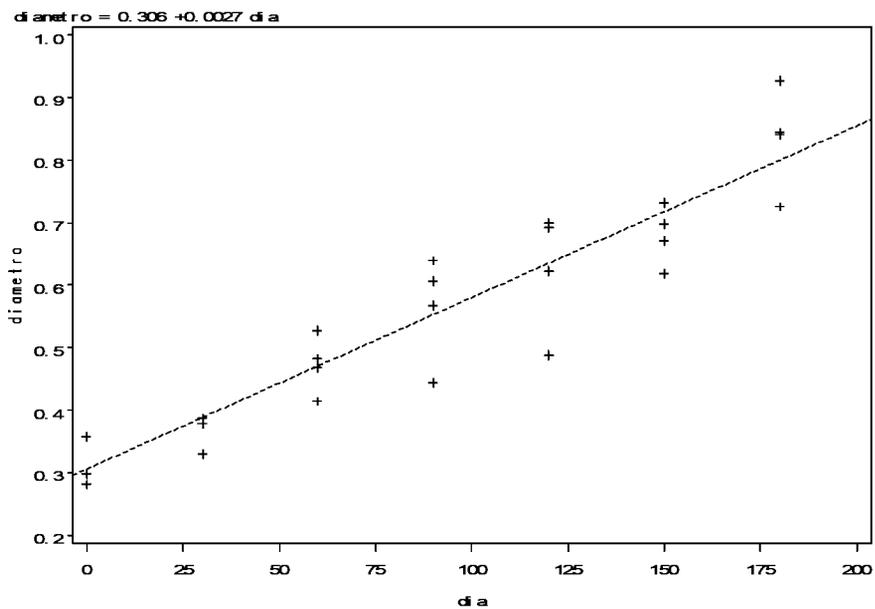


Figura 21 Regresión del crecimiento en diámetro del *Pinus tecunumanii* en el tiempo para el tratamiento de fertilizantes al suelos durante 6 meses en Oxapampa

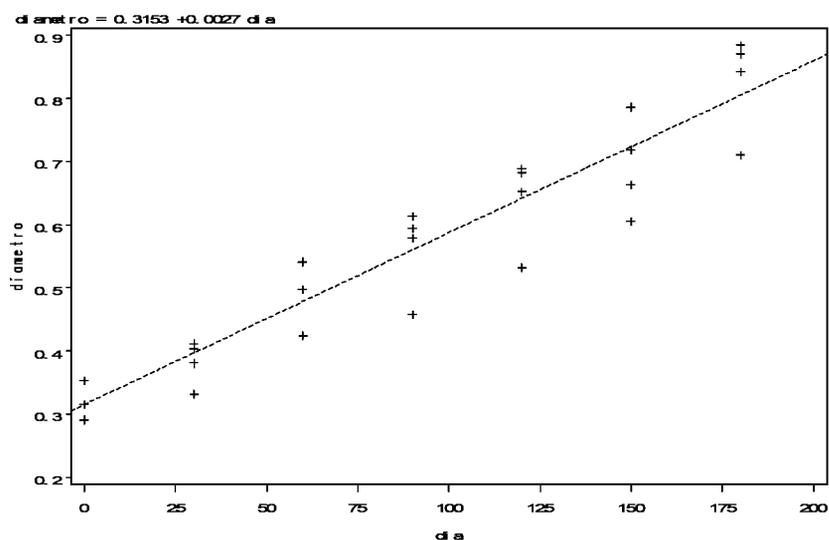


Figura 22 Regresión del crecimiento de diámetro del *Pinus tecunumanii* para el tratamiento de fertilización solo hasta el plantado en Oxapamapa.

El incremento en diámetro y las tendencias fueron similares al incremento en altura pero estas diferencias fueron muy pequeñas por el estadio muy joven y con el tiempo estas respuestas serían más notorias.

Sin embargo el incremento de los diámetros en porcentaje relativo en los tratamientos 3 y 4 con respecto al control y el tratamiento 2 es de 11.77 % y 5.88% más, respectivamente. Mientras que el tratamiento 2 (completo de CBI) es de 5.89 % más que el control. (Cuadro 8).

Cuadro 8 Promedios de incremento mensual del crecimiento en diámetro de *Pinus tecunumanii* durante los 180 días de establecido, en Oxapampa

TRATAMIENTOS	INCREMENTO EN (cm) DURANTE LOS 180 DIAS						% de crecimiento relativo a los 180 días
	30*	60*	90*	120*	150*	180*	
(T1) Control	0.04	0.13	0.2	0.25	0.31	0.45	88.23
(T2) Completo con aplicaciones al suelo y foliares	0.05	0.15	0.21	0.31	0.38	0.48	94.12
(T3) Aplicación solo al suelo	0.04	0.15	0.24	0.3	0.36	0.51	100
(T4) Aplicación al suelo solo hasta la plantación	0.06	0.18	0.24	0.32	0.37	0.51	100

* Días evaluados

Es claro que la respuesta a la fertilización tanto completa como parcial ya sea al suelo o a la planta, están mostrando una respuesta todavía no significativa para los primeros 6 meses evaluados en la época húmeda y estimamos que durante la época seca estas respuestas podrían variar por que los compuestos húmicos que contienen los fertilizantes de los tratamientos 2 y 3 harán que las propiedades del suelo tengan mayor capacidad de retener agua comparado con el control. Si vemos los resultados del análisis de suelo al final de experimento en el Cuadro 9 para todos los tratamientos se observara que el pH se redujo significativamente para todos los tratamientos con excepción del control lo que significó también una reducción de la saturación de aluminio en un 50%. El fósforo disponible (P), Potasio disponible (K), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Suma de Cationes, Suma de Bases, Porcentaje de Saturación de Bases se incrementaron significativamente en todos los tratamientos que recibieron fertilización de Compañía Bioquímica Internacional (CBI), mientras que el control (tratamiento 1) solo se incremento significativamente el fósforo, siendo menor en los otros nutrientes. Estos incrementos de nutrientes en el suelo muestran una tendencia a un mayor crecimiento tanto en diámetro como en altura para el tratamiento 2 (completo), pero estadísticamente no significativo por el lento crecimiento de la especie forestal, pero da las posibilidades de integrar

esta reforestación a un programa de agroforestería en la que se podría incluir especies anuales inicialmente hasta que la sombra de los árboles ya no lo permitan.

Cuadro 9 Cantidad de Nutrientes de 0 – 15 cm de profundidad al final del experimento durante 6 meses en diferentes tratamientos en Oxapampa.

Tratamiento	pH (1:1)	M.O. %	P ppm	K ppm	CIC	Suma de Cationes me/100g	Suma de Bases me/100g	% Saturación de Bases	% Saturación de Al3+
Inicial	4.7	5.8	14.03	162.56	16.7	6.01	1.71	5.87	47.34
1	4.7	7.05	53.225	240.50	22.6	4.34	2.14	4.34	50.04
2	5.4	7.93	36.575	311.75	26.32	7.84	6.99	17.01	11.38
3	5.15	9.23	32.3	262.00	25	7.12	5.94	23.54	17.82
4	5.5	7.63	48.25	316.75	23.16	8.69	7.94	34.44	9.56
DLS	0.24	3.61	18.09	114.98	5.99	2.99	3.13	10.76	9.97
CV	2.9	28.4	26.6	25.4	15.4	26.7	34.1	33.9	28.1

4.1.4 BIOMASA FOLIAR Y DE RAIZ

La biomasa foliar expresada en materia seca a los 180 días dado en la Figura 23 fue mayor para el tratamiento completo y en porcentajes relativos fue 21.9% mayor que el control, 20.3% más que el tratamiento 3 (CBI - sin foliar) y 16.98% más que el tratamiento 4 (CBI – solo suelo). El tratamiento 4 en comparación con el tratamiento 3 produjo 3.32 % mas de biomasa foliar y 4.98% más comparado con el tratamiento control .El tratamiento 3 en comparación con el control fue solo 1.68 % superior.

El crecimiento radicular expresado en biomasa seca total de cada planta, solo fue ligeramente superior el tratamiento completo siendo los otros tratamientos (2, 3 y 4) casi similares en esta etapa de crecimiento de 6 meses. (Figura 23). Este mayor crecimiento no significativo estadísticamente para el tratamiento completo esta mostrando algunos de los beneficios de los abonos foliares y enraizadores que contienen nutrientes y regularizadores del crecimiento pero estas tendencias se estiman que podrían cambiar haciéndose más significativas conforme se incremente el crecimiento con el tiempo.

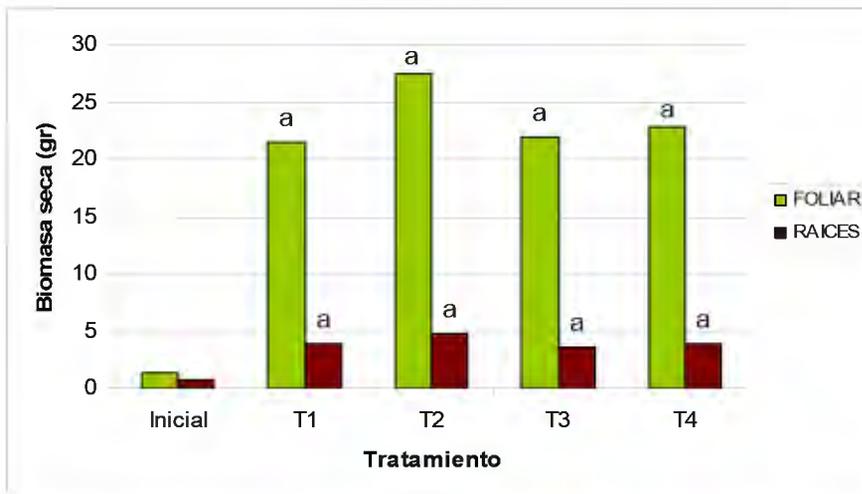


Figura 23 Biomasa seca Foliar y Raíz, los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Waller y Duncan al 0.05. Con coeficiente de variabilidad de 23% para biomasa foliar y un 24% para raíces.

Al extraer los árboles se apreció la forma y distribución de las raíces, los cuales estaban comprimidas por el tipo de envase (llamado tubete) con que creció durante el periodo de vivero. (Figuras 24 y 25).



Figura 24 Raíz de *Pinus tecunumanii* a los 6 meses



Figura 25 Raíz de *Pinus tecunumanii* a los 6 meses

Un indicador de crecimiento muy importante es la relación entre la biomasa foliar con la biomasa de raíces y como se observa en la Figura 26. Estas diferencias no fueron significativas y fue superior en los tratamientos que recibieron fertilización completa tanto foliar como en el suelo así como enraizadores en comparación con el tratamiento control que solo recibió una fertilización inorgánica (N, P y K). Se esperaría encontrar resultados significativos conforme se evalúe en mayor tiempo. Así como manifestó Groos (1971) que no solo las raíces son capaces de absorber los elementos nutritivos. Las hojas y los restantes órganos aéreos (corteza de los árboles) pueden también absorber directamente los elementos a través de sus tejidos superficiales. Ello se puede explicar por las tendencias de crecimiento y producción de biomasa obtenidos en el tratamiento 2.

Un buen sistema radicular reduce la relación foliar con la raíz, significando un buen balance en el crecimiento del árbol, el cual si continua con este crecimiento equilibrado hasta estados adultos mostraran una mayor fijación al suelo y mayor resistencias a las caídas por el efecto del viento, pendiente, erosión y algunos otros factores (*).

Pero se debe aclarar que estos resultados son preliminares por el período largo de estas especies pero se están dando claramente las tendencias en incrementos iniciales manifestandos con los tratamientos 2, 3 y 4 con nutrientes y ácidos húmicos y fúlvicos (mejoradores de la estructura del suelo).

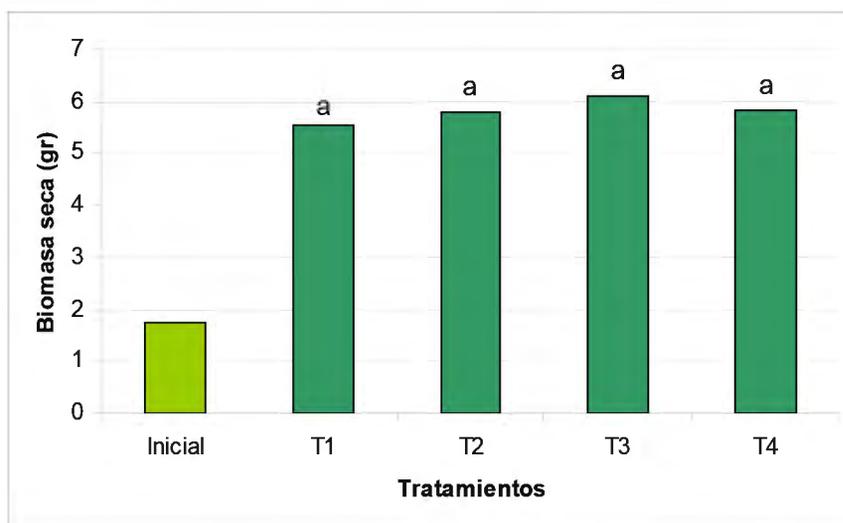


Figura 26 Porcentaje de la relación biomasa seca foliar y raíz. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Waller y Duncan al 0.05. Con un coeficiente de variabilidad de 22%.

4.2 CAMBIOS EN LA NUTRICION DE LOS SUELOS CON LA FERTILIZACION

A) ACIDEZ Y SATURACION DE ALUMINIO

Los cambios en la acidez de suelo dado por el pH evaluados al inicio y al final de 6 meses se dan en la figura 27. Se encontraron cambios significativos para todos los tratamientos con excepción del control. Esto se debe a que la composición de los fertilizantes incorporados al suelo en forma localizada al momento del transplante produjo estos cambios y esto se manifestó en la reducción de la saturación de aluminio mostrado en la figura 28 Para el tratamiento completo y los otros tratamientos con fertilización no tradicional (fertilizantes inorgánicos y orgánicos mejorados) la saturación de aluminio se redujo entre 55 y 65%. Para el tratamiento control se noto una reducción no significativa de 15%.

Generalmente las coníferas son tolerantes a suelos con pH inferiores a 5.0 (Pritchett, 1990). Usualmente la acumulación de cenizas disminuye la acidez de la superficie del suelo, pero este efecto es efímero. La lixiviación tiende a aumentar la acidez de los suelos de las

regiones húmedas (Entrevista, Alegre, 2006). Se aprecia que con los fertilizantes aplicados, especialmente en la siembra del plantón y los aplicados en vivero, contienen Ca.

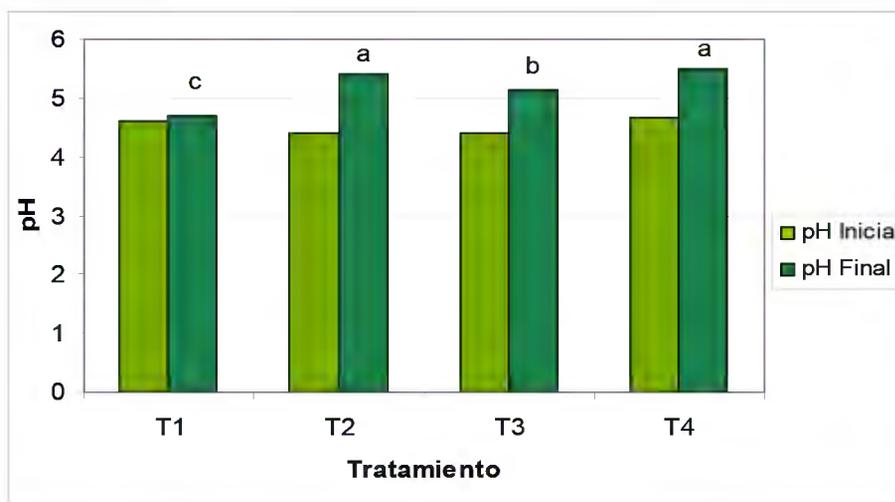


Figura 27 Valor de pH del suelo, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV= 2.9

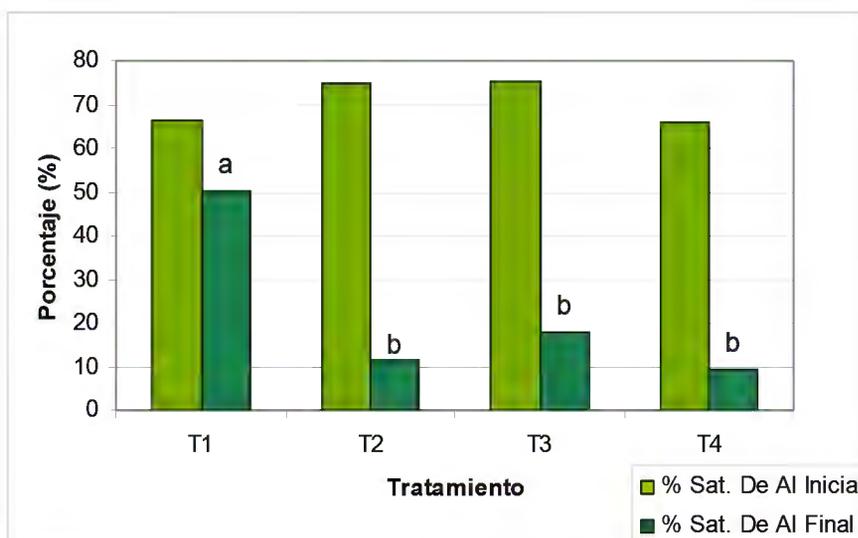


Figura 28 Valor de saturación de Al, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV = 28.1

B) FOSFORO

Es claro que la adición inicial de fósforo (P) aumentó los niveles de P disponible en la capa superficial de suelo para todos los tratamientos así como se ve en la Figura 29 y esto se debió posiblemente a la mayor solubilidad de los fertilizantes inorgánicos que se aplicaron con el tratamiento control a base de fosfato diamónico. El control en términos relativos a los 6 meses de aplicado presento tenores de P mayores en un 39.3% comprado con el Tratamiento 3 y 31.3% mas comprado con el tratamiento completo. Las diferencias fueron menores con el tratamiento 4 con solo un 9.4% mas. Entonces a rangos de pH entre 5 y 6 así como y valores bajos de saturación de Al el P es mas asimilable (Davey 1983; Fernández 1999). Como el P es poco móvil en el suelo y las plantas en los 6 meses recién están asimilando pocos nutrientes entonces esa puede ser la razón del incremento pero el efecto residual del P será una fuente segura de P para el crecimiento posterior de los pinos.

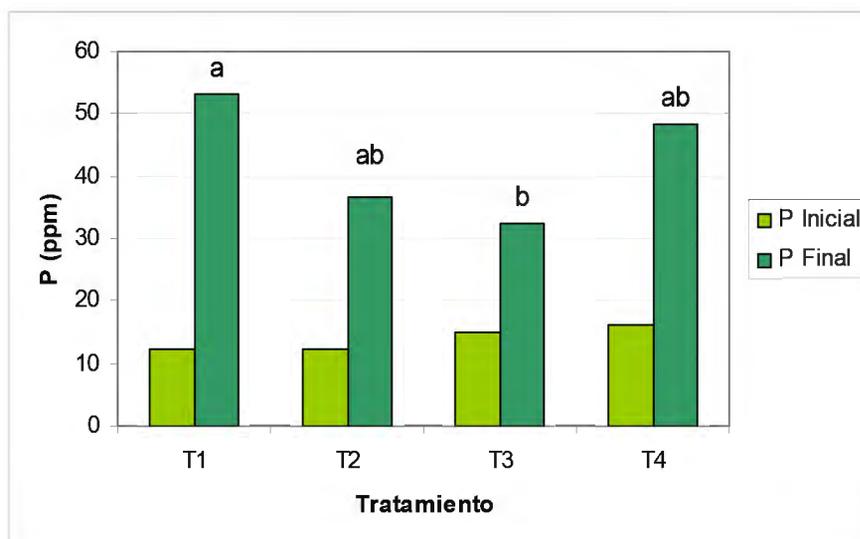


Figura 29 Cantidad de Fósforo del suelo, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV = 26.6.

C) POTASIO

En la Figura 30 se aprecia que en el momento de la instalación la cantidad de potasio para los cuatro tratamientos fue medio, y a los 6 meses aumento para los cuatro tratamientos a niveles altos. En porcentaje relativo de la concentración de potasio en el tratamiento 4 fue 24.07% más que el tratamiento 1 (control) y un 17.28% más comparando con el tratamiento 3 y por último tan solo un 1.58% más que el tratamiento 2. Comparando el tratamiento 2 con el tratamiento 1 es 22.49% más, mientras con el tratamiento 3 es 15.7% más. El tratamiento 3 es 6.79% más que el tratamiento 1.

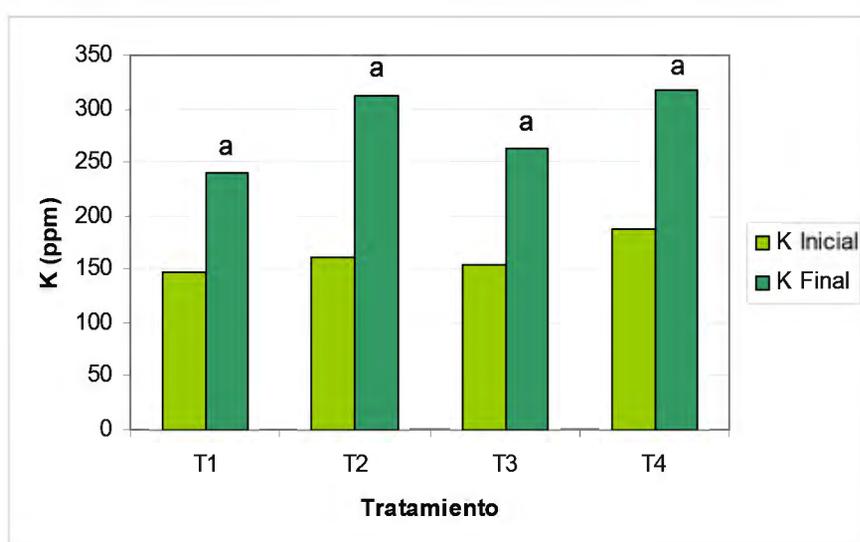


Figura 30 Cantidad de Potasio del suelo, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV = 25.4.

D) SUMA Y SATURACION DE BASES

En la Figura 31 son mostrados las sumas de bases para cada uno de los tratamientos al inicio y la final del estudio a los 6 meses y se puede ver que solo los tratamientos 2,3 y 4 que recibieron la fertilización al suelo a base de Agriphos Ca que tiene Ca y Mg aumento los tenores del suelo significativamente. También los fertilizantes orgánicos y enraizadores ayudaron a una mayor solubilidad de la materia orgánica y una mayor acumulación de bases disponibles. Si vemos el porcentaje de saturación de bases (Figura 32) se nota el incremento significativo para los

tratamientos con fertilizantes de CBI en comparación con el tratamiento control ya que los fertilizantes tradicionales usados tienen poca cantidad de bases.

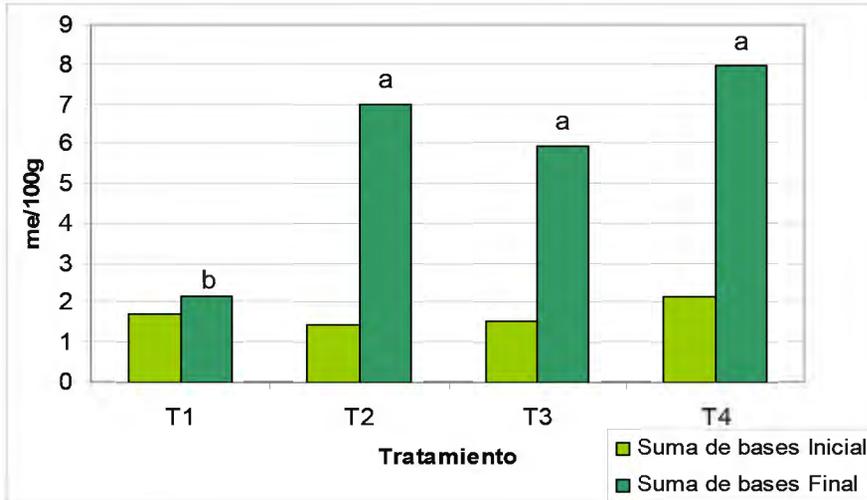


Figura 31 Suma de Bases del suelo, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV = 34.1

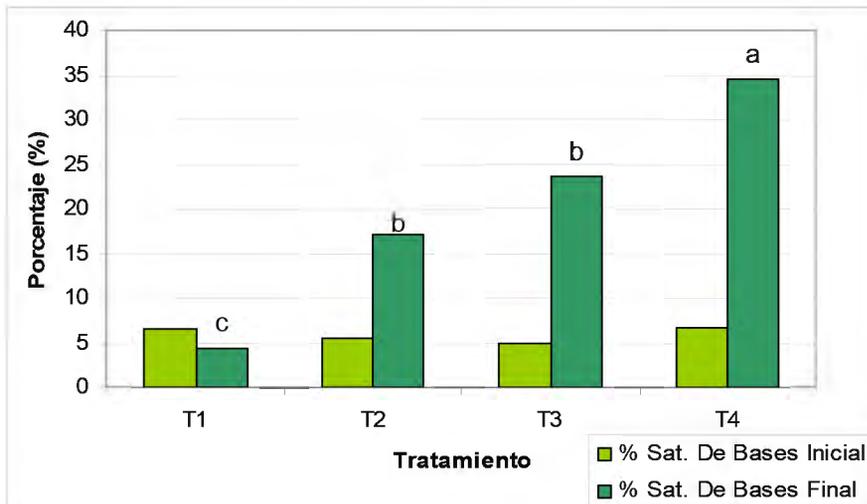


Figura 32 Porcentaje de Saturación de Bases, del suelo, inicial y final (a los 6 meses), a la profundidad de 0 a 15 cm, para los cuatro tratamientos en Oxapampa. Los promedios con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de LSD al 0.05 de significancia. CV = 33.9

4.2.1 COSTOS DE LA FERTILIZACION

En el Cuadro 10 se muestra los costos de los fertilizantes usados en los diferentes tratamientos. El tratamiento 2, que tiene varias aplicaciones de fertilizantes aumento los costos que fueron muy altos para los programas de reforestación ya que los productores no están acostumbrados a fertilizar las plantaciones forestales. Pero la alternativa económica de los tratamientos 3 y 4 fueron más razonables y si lo vemos desde el punto de vista de una inversión a largo plazo los resultados podrían justificar los costos de inversión. Así como lo refirió Baule (1977) en Austria en donde demostró que los gastos de fertilizantes serían compensados por el incremento en el crecimiento durante los 3 o 4 primeros años, con un aumento suplementario asegurado durante los 6 años más, resultando en beneficio positivo. Y para los trópicos este rendimiento puede incrementarse hasta en 3 veces, dadas las condiciones de rápido crecimiento de las especies.

Cuadro 10 Inversión de Fertilizantes para los diferentes tratamientos por hectárea reforestada en Oxapampa.

Tratamiento	Valor Neto por hectárea en USA \$ incluido IGV
T1 Tradicional (fertilización solo siembra del plantón)	45.45
T2 Completo CBI (enraizadores en vivero, abonos al suelo, a la siembra del plantón y abonos al suelo y foliares durante los 6 meses)	836.44
T3 CBI con enraizadores en vivero y abonos al suelo, a la siembra del plantón y abonos al suelo durante 6 meses	654.39
T4 CBI (enraizadores en vivero y abonos solo siembra)	396.87

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En base a este estudio de establecimiento en campo durante 6 meses del *Pinus tecumannii* con diferentes tratamientos de fertilización se puede concluir:

- 1) Con un manejo adecuado de los plántones en vivero y un trasplante adecuado a base de diferentes tipos y cantidades de fertilizantes tanto inorgánicos como orgánicos así como enraizadores el porcentaje de sobrevivencia fue del 100%.
- 2) Las respuestas en crecimiento tanto en altura como en diámetro con el tiempo correlacionaron significativamente para todos los tratamientos.
- 3) Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos no tradicionales debido a su efecto en el mejoramiento de las bases cambiables y solubilidad de N, P y K mostró una mayor tendencia a la acumulación de biomasa foliar y radicular que el tratamiento control el cual se estima tendrá mejores respuestas con un mayor tiempo de crecimiento.
- 4) El costo de fertilización aérea y al suelo para una dosis completa en base a fertilizantes no tradicionales es muy alto pero haciendo el ajuste a estas dosis con aplicaciones solo al suelo el costo se redujeron en un 50%.
- 5) Con el uso de fertilizantes no tradicionales como el AGrifhos Ca así como enraizadores a base de compuestos orgánicos aumento la disponibilidad de los diferentes nutrientes como P así como los cationes cambiables como K, Ca y Mg mejorándose significativamente la fertilidad de la capa arable del suelo.
- 6) En general se encontraron buenas tendencias y respuestas del *Pinus tecumannii* a las aplicaciones de nutriente en su fase de establecimiento de 6 meses y en futuras evaluaciones éstas se manifestaran con mayor significancia.

6. **RECOMENDACIONES**

- 1) Continuar la evaluación de crecimiento mensual por dos años y después en forma anual hasta el aprovechamiento, para observar el efecto residual de los fertilizantes y el comportamiento de la especie en la producción de madera..
- 2) El uso de fertilizantes en la fase de establecimiento de las plantaciones de *P. tecunumanii* han mejorado la fertilidad y reducido la acidez del suelo y esto ofrecería una alternativa para combinar estas plantaciones con sistemas agroforestales y así tener un mayor aprovechamiento del suelo y reducir los riesgos erosivos y compensar el gasto por la fertilización inicial.
- 3) Se recomienda realizar estudios de crecimiento entre plántones producidos en bolsas y los producidos en los tubetes.
- 4) Se tiene que seguir investigando algunas otras opciones para el uso de los fertilizantes especialmente los enraizadores y los fertilizantes orgánicos a base de ácido húmicos y fúlvicos en periodos más avanzados de crecimiento porque sus efectos son a largo plazo tanto para la planta como para el suelo.
- 5) Realizar investigaciones de fertilización con enraizadores y fertilizantes orgánicos a base de ácido húmicos y fúlvicos en especies nativas de importancia comercial en la zona de estudio.
- 6) En otros estudios más detallados de suelos en este mismo experimento se debe estudiar los efectos de los fertilizantes orgánicos sintéticos en la mejora de la estructura, estabilidad de agregados, capacidad retentiva de humedad y otras propiedades físicas importantes que complementarían las mejoras en la fertilidad química y biológica de los suelos para una reforestación sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Alegre, J.; Loli O.; La Torre, B. 2005. Manual Práctico de Fertilidad de suelos.
- Allen, H. 1897. Forest fertilizers. *Journal of Forestry* 85(2): p. 37-46
- American Society of agronomy, Inc. (1996). *Methods of Soil Analysis. Part 3 – Chemical Methods*. Madison, USA. 1356 p.
- Baule, H.; Fricker, C. 1969. La fertilization des arbres forestiers. GN, Centre international de la Potase. 255 p.
- Baule, H. 1977. La situación mundial actual, en la fertilización de los bosques. C.I.A. – Berna, SZ, Instituto Internacional de la Potasa. 28 (6) 2592 p.
- Brack, A. 1987. Plan Maestro del parque Nacional Yanachaga Chemilén. INADE-PEPP, Lima, PE.
- Bosmsma, D.; Hunter, I. 1990. Effects of water, nutrients and their interactions on tree growth, and plantation forest management practices in Australasia: A review. *Forest Ecology and Management* 30: p. 455 – 476.
- Bucckman, H; Brady, N. 1966. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona, ES, Montaner y Simón. 590 p.
- Burley, J., A.B.; Awan, G. Arias 1973. Investigación preliminar de un ensayo de fertilización de *Pinus caribea* var. Caribe: Un estudio representativo de diseño y análisis. Baracoa, CU: *Revista forestal de Cuba*. p.11-14.
- Cannon, P. et al. 1983. Fertilización en el vivero. Fertilización forestal en el Valle y el Cauca. *Revista de Investigación Forestal de Cartón de Colombia*. p. 121-126.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) 1997. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales N° 12. “*Pinus tecunumanii*” Turrialba, CR.

- Coy, A. 1980. Fertilización Forestal en los Trópicos. Foro sobre Nutrición y Fertilización Forestal. Bogotá, CO, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. p.18-62.
- Davey, CB. 1983. Crecimiento de los árboles y los elementos nutrientes esenciales: fertilización forestal en el Valle y el Cauca. Revista de Investigación Forestal de Cartón de Colombia. CO p. 13-26.
- Donald, D.; Lange, P.; Schutz, C. & Morris, A. 1987. The application of fertilizers to pines in Southern Africa. South African Forestry Journal 141:53-62
- Dorovak, W.W.; Hodge, G. R; Romero. 2000. *Pinus tecunumanii* (en línea). In: Conservation and Testing of Tropical and Subtropical Forest Species By the CAMCORE Cooperative. Raleigh, NC. USA, College of Natural Resources, NCSU. p. 188 – 209. Consultado el 15 dic. 2005. Disponible en : <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2316S/y2316s02.htm>.
- Eguiluz P., T.; Perry, J. P.Jr. 1983. “*Pinus tecunumanii*. Una especie nueva de Guatemala”. Ciencia Forestal (MX). 5(41):2-22
- FAO.2005. (En línea) Consultado el 10 dic. del 2005. Disponible en: www.fao-sict.un.hn.
Pinus tecunumanii
- Fernandez R, Rodríguez F., Lupi A. M., Hernández A., Reis H. 1999. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial de *Pinus spp* en NE Argentino. Bosque 20(1): p. 47-55.
- Fondebosque, 2005. (En línea) Consultado en 12 de dic. Del 2005. Disponible en: www.fondebosque.org.pe
- Galvez, P. 2003. Estudio de suelo. Proyecto Acción Climática en la Selva. Pro Naturaleza
- Gomez, D. 2000. Composición florística en el Bosque Ribereño de la Cuenca alta San Alberto, Oxapampa-Perú. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Facultad Ciencias Forestales. UNALM. Lima, PE.
- Gonzales, G. 1985. Principios de la fertilización forestal. En: Primer taller sobre suelos y fertilización forestal. Chillán, Chile. Departamento de Cs. Forestales. Universidad de Concepción. Mimeografiado 25 p.

- Gross, A. 1971. Abonos: guía práctica de la fertilización. Madrid, ES: Ediciones Mundi-Prensa. 526p.
- Hausenbuiller, R. 1984. Fertilizers and fertilizer use. Cap. 15. p.390-415. In: Robert S.(Ed.). Soil Science: principles and practices. Wm. C. Brown. Washington USA. 610p.
- Infoagro. (En línea). Consultado el 18 de ago. Del 2006. Disponible en:
http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.asp#1.
- Ignatieff, V ; Page, H. 1969. El uso eficaz de los fertilizantes. Roma, IT: FAO. 379p.
- Jones, B. & Broerman, F. 1991. The role of fertilization in intensive forest management. Southern Journal of Applied Forestry 15: p. 34-37
- Labrach, W.1980. Respuesta al crecimiento de algunos árboles con la aplicación de fósforo, nitrógeno, boro, al momento de la plantación en el Cauca y en el Valle. Foro sobre Nutrición y Fertilización Forestal. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Memoria. Bogotá, CO. p 153-180
- Lupi, A. M.; Pathauer, P.; Robbiani, S. Fertilización Inicial en Plantaciones de *Pinus radiata* D. Don. En el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNAM- EEA Montecarlo – INTA – El Dorado, Misiones, Argentina. (En línea). Consultado el 8 de dic. Del 2005. Disponible en:
<http://www.elsitioagricola.com/articulos/lupi/Fertilizacion%20Inicial%20en%20Plantaciones%20de%20Pinus%20Radiata%20Bs%20As.asp>
- Mead, D. 1990. Response of young *Pinus radiata* to cultivation and fertilizer near Motueka, New Zealand. New Zealan Journal of Forestry Science 20(3): p.268-278
- Mendel, K. and Kirkby, E. A. 1987. Principles of Plant Nutrition. Bern, International Potash Institute. 687p.
- Miller, H. 1981. Forest fertilization: Some guiding concepts. Forestry 54(2): p. 57-167
- McQuilkin, E. E. 1935. Root development of pitch pine, with some comparative observations on short-leaf pine. J. Agr. Res. 51- p.983-1016.

- Palomino, J.; Barra. M.; Bohorquez. M.; Sosa. G.1991. Ensayos Silviculturales con especies de pinus, eucalyptus y cupresus en Selva Central del Perú. Documento N° 71. INIAA, GTZ, San Ramón.
- Perú Digital 2001. Escala 1:100,000, elaboración propia.
- Pritchett, W. 1990. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. México, D.F., MX: Limusa. 634p.
- Proter, J. 1967. A nutritional disorder of pine. Commonwealth For Rev. 46(2) p. 145-154
- Reissman, C.B.; Wisnewski, C. 2004. Forest Nutrition and Fertilization. Nutritional Aspects of pine plantations. Institute of Forest Research and Study. Picacicaba, Sau Paulo, BR. p. 142-170.
- Reissmann, C.B.; Koehler, C.W.; Paula Souza, M.L.. 1990 Classificacao de sitio para Araucaria angustifolia, Pinus taeda e Pinus elliottii no 2° Planalto do Paraná. Subprojeto I. Nutricao. UFPR/FUNPAR/FINE. 1: p.1-286.
- Ruíz, R. A. 1986. Evaluación de las influencias del Bosque de Protección en la Conservación de suelo y agua – Oxapampa- Perú. UNALM. Lima PE. Tesis Magister.
- SAS Institute, 1989. Inc. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volumes 1 and 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1848p.
- Snowdon, P. & Waring, H. 1985. Responses of some genotypes of Pinus radiata to clover and fertilization. Australian Forestry Research 15: p 125-134
- Snowdon, P. 1985. Effects of fertilizer and family on the homogeneity of biomass regressions for young Pinus radiata. Australian Forestry Research 15: p.135-140
- Tollenaar, Huib. 1970. Deficiencia de boro en plantaciones de pino en la zona Central de Chile. I.F.L.A.I.C. Mérida, VE. 34: p. 81-87
- Triviño, T. 1980. Algunos Aspectos Ecológicos de la fertilización Forestal. Foro sobre Nutrición y Fertilización Forestal. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Memorias. Bogotá, CO. p. 114-153.

- Waring, H. 1981. Forest fertilization in Austria: early and late. In: Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop, Productivity in Perpetuity. Melbourne, Australia. CSIRO. 367 p.
- Will, G. 1985. Nutrient deficiencies and fertilizer use in New Zealand exotic forest. FRI Bulletin N° 97. 53p
- Will, G. & Hodgkiss, P. 1977. Influence of nitrogen and phosphorus stresses on the growth and form of radiata pine stems and crowns. New Zealand Journal Forestry Science 7(3): p.307-320
- Will, G. M. 1966. Root growth and dry-matter production in a high-producing land of *Pinus radiata*. N. Z. For. Res. Nota 44. 15p.
- Wollons, R. & Snowdon, P. 1981. Theory and practice of forest fertilization In: Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop, Productivity in Perpetuity. Melbourne. AU. 1981. CSIRO. 367 p.

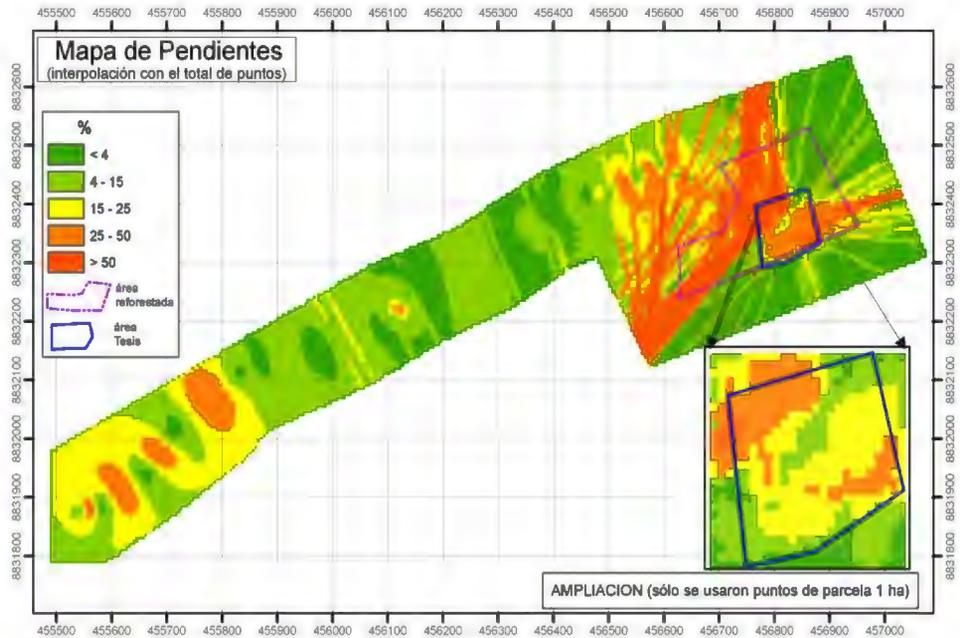
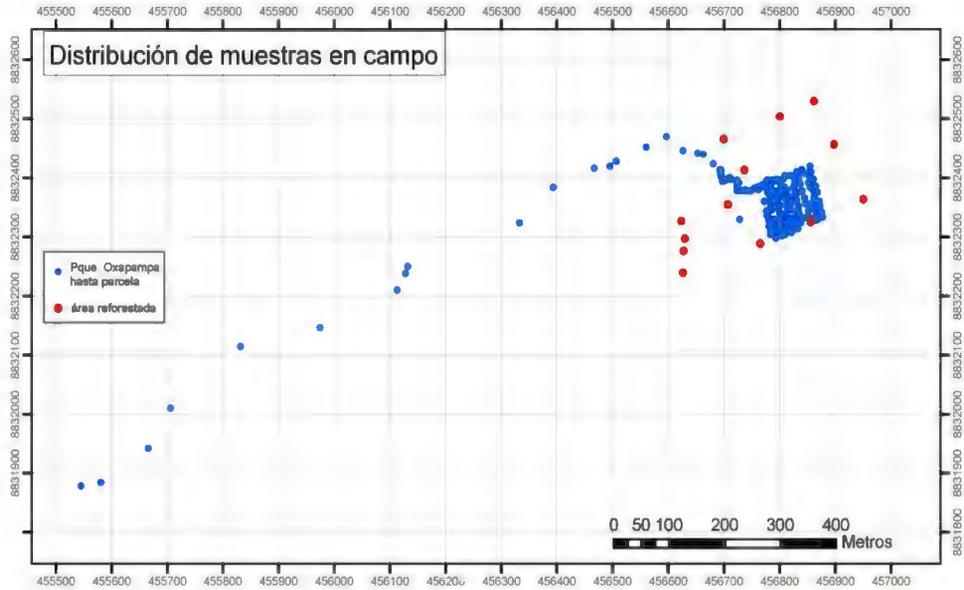
ANEXO 1

RELACION DE PRODUCTOS Y DOSIS PARA UNA HECTAREA

PRODUCTO	MOMENTO DE APLICACIÓN	DOSIS/HA
SEED+	Aplicación Foliar Almacigo	0.5 kg.
BIOSOL NEW	Aplicación Foliar Almacigo	0.5 kg.
BEN LIFE	Aplicación Foliar Almacigo	0.5 Lt.
SOIL+	Aplicar en el terreno	1Lt
BIOSOL NEW	Aplicar en el terreno	5 kg
KILMENGRAN	Aplicación siembra plantón	60 kg
AGRIPHOS Ca	Aplicación siembra pla tón	120 kg
FERTIFEED NITRO RETARD	Aplicación siembra plantón	100 kg.
RAIZ MAX	Aplicación siembra plantón	2 Lt
MOL ALGAE	1º Aplicación drench 30 días 2º Aplicación drench 90 días 3º Aplicación drench 150 días 4º Aplicación drench 180 días	20 Lt
FULLPHOS	Aplicación drench 30 días	1 Lt
KELMIS PS	Aplicación drench 30 días	0.5 kg.
TOPPER	Aplicación drench 30 días	1 Lt.
STRONG POWER	Aplicación drench 90 días	2 Lt.
ALTOKE	Aplicación drench 90 días	1 Lt.
KEMIX ZINC	Aplicación drench 90 días	1 Lt.
A3P	Aplicación foliar (150 ml/cil 200Lt de agua)	2 Lt.

ANEXO 2

MAPA DE PENDIENTES DE LA PARCELA Y ALREDEDORES



ANEXO 3

DATOS DE ALTURA (HT) Y DIAMETRO (DIA) DE LOS TRATAMIENTOS HASTA LOS 180 DIAS

TRATAMIENTO 1															
RP	Nº PIt	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
1	1	30.8	0.31	32.5	0.32	36.5	0.41	44	0.43	48	0.44	49.5	0.5	57.5	0.7
1	2	34	0.37	35.4	0.4	39	0.44	39	0.42	42.5	0.52	46	0.68	53	0.65
1	3	33.5	0.32	35.6	0.35	42.2	0.41	48.5	0.65	60	0.61	68.5	0.75	81	0.95
1	4	34	0.34	35.5	0.34	39.1	0.45	42.5	0.53	47	0.51	53.5	0.55	67.5	0.72
1	5	30	0.3	33.4	0.3	47	0.51	57	0.64	63	0.74	68.5	0.71	72	0.73
1	6	33.5	0.3	35.5	0.3	50.6	0.55	63	0.69	71	0.69	77.5	0.71	80	0.81
1	7	33.5	0.3	36	0.32	44	0.4	50.5	0.45	56	0.46	62	0.59	69.5	0.8
1	8	29.2	0.33	30.1	0.33	33	0.4	31	0.46	32	0.44	35	0.55	36	0.49
1	9	32.5	0.34	36.6	0.36	47.2	0.6	60	0.7	66.5	0.74	70	0.79	70	0.96
1	10	29.4	0.36	31.5	0.33	37	0.41	40	0.44	59	0.62	61	0.8	84	1
1	11	36	0.34	36.5	0.35	41	0.43	42	0.42	49.5	0.48	58.5	0.58	74.5	0.72
1	12	38.5	0.33	39.4	0.3	44.5	0.46	56	0.56	63.5	0.74	70.5	0.83	77	0.85
1	13	36	0.37	36.5	0.42	41	0.46	41.5	0.64	51.5	0.71	58	0.8	60	0.9
1	14	37.3	0.34	39	0.37	41	0.42	52	0.55	62	0.72	67	0.9	71	0.95
1	15	38	0.43	38.6	0.41	42	0.32	50	0.71	55	0.68	63	0.75	75	1.05
1	16	34.5	0.4	35	0.4	38	0.46	49.5	0.63	63	0.78	71	0.95	77	1.05
2	1	33.5	0.3	33.7	0.3	45	0.42	56	0.57	64	0.67	66	0.68	66	0.8
2	2	34	0.35	35.9	0.4	42.2	0.5	52	0.61	61	0.75	67	0.71	82.5	0.95
2	3	34	0.36	36.3	0.42	48.2	0.42	57	0.47	61	0.45	64	0.54	79	0.8
2	4	32	0.3	36.4	0.3	38.7	0.43	41	0.4	45	0.51	47.5	0.53	49	0.66
2	5	29	0.32	30	0.33	34	0.44	40	0.46	42	0.5	44	0.52	50	0.6
2	6	31.5	0.35	34.5	0.42	40.5	0.53	43.5	0.65	52	0.64	58	0.7	60	0.8
2	7	32	0.32	35.3	0.36	43.5	0.54	55	0.64	59.5	0.64	63	0.6	68	0.85
2	8	32	0.36	33.8	0.4	39.5	0.45	45	0.51	51	0.45	64	0.68	72	0.88
2	9	36	0.3	38.7	0.44	54.5	0.61	54.5	0.75	70	0.73	76	0.43	77.5	0.84
2	10	32	0.36	34.7	0.4	49	0.6	62	0.7	70.5	0.7	74	0.92	74	0.9
2	11	35	0.3	35.5	0.33	38	0.36	38	0.36	38	0.33	39	0.37	48	0.5
2	12	33.8	0.3	34.5	0.3	37.5	0.3	37	0.39	37	0.4	38	0.35	40	0.42
2	13	31.5	0.33	31.5	0.36	36.5	0.4	45	0.63	47	0.64	62	0.81	69	1.04
2	14	30.5	0.31	31	0.32	32	0.32	32	0.35	36	0.42	40.5	0.61	56	0.66
2	15	33.5	0.31	35.5	0.32	42	0.35	54	0.51	47	0.61	56	0.76	72.5	0.98
2	16	31.5	0.41	33.6	0.36	36	0.33	39	0.51	43	0.52	44	0.58	56	0.7
3	1	32.5	0.35	35	0.4	34.5	0.61	55	0.69	58	0.74	60	0.8	63	1
3	2	33	0.27	35.5	0.42	43	0.55	53.5	0.55	61	0.7	65	0.74	68	0.82
3	3	34	0.36	36.8	0.44	50	0.56	62	0.6	69	0.73	75.8	0.8	79	0.9
3	4	34.5	0.33	37.4	0.34	41.5	0.44	45	0.57	55	0.6	60.5	0.6	65	0.81
3	5	34	0.34	37.7	0.42	41.7	0.4	43	0.35	48	0.44	69	0.63	78	0.84
3	6	31	0.35	32.8	0.4	33.7	0.36	33	0.41	34	0.4	35	0.37	49	0.5

TRATAMIENTO 1															
RP	Nº Pit	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
3	7	30	0.4	34	0.42	42.8	0.59	68	0.67	76	0.43	90	0.87	100	0.95
3	8	30	0.37	33.9	0.4	48.5	0.55	60.5	0.57	65	0.57	70	0.71	75	0.81
3	9	31	0.3	33	0.33	37	0.54	44	0.59	46	0.54	47	0.72	47	0.75
3	10	35.5	0.32	38.5	0.4	44	0.5	63.5	0.52	70	0.74	72.5	0.75	77	0.9
3	11	31	0.35	31.2	0.44	33	0.46	34	0.46	36	0.4	41.5	0.5	48	0.64
3	12	36.5	0.33	37.9	0.43	39	0.42	40	0.35	43	0.4	47	0.44	56.5	0.5
3	13	31.5	0.33	35.2	0.3	39.5	0.35	40.5	0.38	41	0.34	44	0.3	58	0.5
3	14	30	0.3	30.6	0.36	31.3	0.38	38	0.46	43	0.41	57.5	0.66	65	0.72
3	15	31	0.3	36	0.42	51	0.55	64	0.66	76	0.66	81	0.7	88	0.83
3	16	30	0.42	36	0.34	52	0.53	64	0.64	70	0.68	79	0.74	84	0.83
4	1	32	0.3	37.3	0.35	50.5	0.5	66	0.5	73	0.66	87.5	0.66	100	0.8
4	2	31.8	0.26	33.5	0.34	42.3	0.4	50	0.3	52	0.5	62	0.67	75	0.72
4	3	31	0.32	33.4	0.39	39.2	0.35	53	0.52	58	0.57	60.5	0.64	76	0.69
4	4	31	0.3	36.6	0.38	48	0.47	59	0.49	62.5	0.65	66	0.72	74	0.8
4	5	31	0.3	34	0.35	43	0.46	52	0.41	55	0.67	66	0.67	78.5	0.72
4	6	31.2	0.31	36	0.34	46.4	0.44	60	0.5	0.7	0.52	75.5	0.56	81	0.64
4	7	29.5	0.33	30.5	0.37	35	0.41	46	0.46	50	0.48	52	0.51	58	0.61
4	8	30	0.33	33.3	0.44	44.5	0.55	55	0.55	59.5	0.64	62	0.69	74	0.8
4	9	32	0.3	37	0.43	44.5	0.46	49	0.46	55	0.5	56.6	0.5	63	0.61
4	10	30	0.27	35.5	0.33	42.5	0.41	50	0.47	53	0.47	56	0.51	66.5	0.63
4	11	31	0.35	40	0.41	55.5	0.57	73.5	0.61	85.5	0.73	94.8	0.78	100	0.9
4	12	31	0.32	36	0.4	46.2	0.47	56	0.55	63	0.63	74	0.61	78	0.95
4	13	34	0.33	39.8	0.4	43.5	0.52	55.5	0.58	65.5	0.63	71	0.76	90	0.91
4	14	32.5	0.3	36	0.41	44.5	0.5	63.5	0.56	73	0.66	76.5	0.7	97.5	0.8
4	15	29	0.32	35.5	0.46	43.7	0.52	53	0.63	62	0.62	71.5	0.7	77	0.84
4	16	29	0.27	32.7	0.34	39	0.36	40.5	0.5	46	0.52	48	0.54	50	0.58

TRATAMIENTO 2															
RP	Nº Pft	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
1	1	30.4	0.34	34.6	0.4	45.2	0.47	55.5	0.35	67	0.6	76	0.7	80	0.8
1	2	28.2	0.27	30.7	0.34	44	0.45	63	0.44	82	0.73	104.5	0.85	123	1.1
1	3	27	0.25	29.5	0.31	36.7	0.35	51.5	0.35	59	0.47	72.5	0.6	84	0.65
1	4	27.2	0.27	28.4	0.35	31.8	0.35	42	0.56	50	0.41	65	0.5	65	0.59
1	5	29	0.26	31.2	0.25	31.7	0.42	32	0.4	38	0.31	41.5	0.51	41	0.5
1	6	29.5	0.24	35.5	0.32	47	0.36	54	0.44	57	0.53	69.5	0.64	82.5	0.75
1	7	28.8	0.32	32.4	0.34	43	0.5	55	0.51	64	0.64	73.5	0.6	78.5	0.9
1	8	31	0.26	37.5	0.3	48.5	0.4	59	0.5	65	0.53	73.5	0.7	84	0.7
1	9	27.5	0.35	32	0.4	45	0.47	50.5	0.43	65	0.53	75	0.83	90	0.91
1	10	31.8	0.33	33.1	0.33	39.5	0.48	58.5	0.29	69	0.72	86	0.89	110	1.2
1	11	28	0.27	33.4	0.3	42	0.37	51.5	0.55	60.5	0.44	64.2	0.55	75	0.64
1	12	33	0.27	35.5	0.27	41	0.42	45	0.42	51.5	0.5	55	0.54	56	0.55
1	13	29	0.32	31.9	0.4	38	0.41	50.5	0.67	58	0.6	62.5	0.8	74.5	0.73
1	14	33.8	0.32	36.9	0.36	42	0.44	44	0.34	57	0.52	71.5	0.62	91.5	0.98
1	15	31	0.31	35	0.35	40	0.46	41.5	0.52	49	0.6	62.5	0.74	72.5	0.94
1	16	30	0.33	32.9	0.34	36	0.44	44	0.63	56	0.63	70.5	0.81	89.5	0.1
2	1	38.5	0.34	41.5	0.35	52	0.51	63	0.51	71.5	0.78	74.8	0.73	83	0.94
2	2	29	0.32	33.3	0.4	45	0.45	54	0.65	62.5	0.65	70	0.72	79.5	0.88
2	3	32	0.31	33.6	0.35	39.5	0.52	54.5	0.68	65	0.72	70	0.8	76	0.91
2	4	36.5	0.43	36.6	0.47	36	0.39	73	0.64	87	0.8	102.5	0.88	119	1.1
2	5	30	0.34	33.5	0.36	46	0.55	55	0.54	62	0.76	74.5	0.86	80	1.01
2	6	35.5	0.31	40.6	0.34	56	0.5	69	0.65	73	0.68	74	0.71	83.5	0.8
2	7	31.5	0.38	34.7	0.4	39.5	0.41	52	0.71	58	0.62	67.8	0.77	85	0.9
2	8	33	0.45	33.5	0.46	36.5	0.47	47	0.75	52	0.66	53	0.66	65	0.8
2	9	36.5	0.28	37.7	0.34	41	0.46	51	0.62	57	0.63	59	0.64	59	0.64
2	10	31.5	0.33	37.6	0.41	53.5	0.52	67.5	0.6	72	0.72	77	0.86	90	0.61
2	11	36.6	0.33	37	0.36	43	0.47	58.5	0.51	63.5	0.67	64.5	0.72	71.5	0.73
2	12	28	0.33	30	0.37	31.5	0.33	41	0.61	44	0.64	47.5	0.65	56	0.6
2	13	33.5	0.35	36.5	0.44	50	0.53	60.5	0.63	69	0.38	77	0.9	81	1
2	14	33	0.37	38.2	0.4	50.5	0.46	63	0.61	68.5	0.65	76	0.65	77	0.7
2	15	31.5	0.33	34.8	0.42	49	0.5	59	0.66	66	0.74	72	0.9	77.5	0.92
2	16	29	0.3	32	0.31	46	0.38	55	0.44	59	0.61	68	0.6	70	0.71
3	1	28.5	0.36	31	0.36	33.5	0.51	40.5	0.61	45	0.5	46.5	0.7	51	0.7
3	2	28	0.35	28.5	0.37	31.7	0.41	35	0.6	40	0.56	41	0.62	43	0.55
3	3	30.5	0.3	33	0.33	40	0.5	52	0.42	58	0.74	60.5	0.9	66	0.8
3	4	28.5	0.34	29	0.36	36	0.5	55	0.46	68	0.83	80.5	0.84	95	1.2
3	5	30.8	0.32	31.6	0.35	39	0.5	52	0.46	56.5	0.72	61	0.82	70	1
3	6	26.8	0.3	27	0.36	29	0.39	31	0.49	37	0.53	42	0.6	46	0.61
3	7	31.5	0.34	34.5	0.4	44	0.64	51	0.76	61.5	0.8	66	0.81	80	1.05
3	8	30	0.38	32.5	0.4	43	0.48	50.5	0.61	56.5	0.6	63	0.65	65	0.8
3	9	31.5	0.37	33.1	0.44	37.3	0.56	46	0.62	50	0.6	52.5	0.76	63	0.84
3	10	32.4	0.34	34	0.44	42.5	0.53	56	0.65	63	0.75	75	0.72	83	0.83
3	11	29	0.33	31.8	0.37	38	0.35	46.5	0.48	54.5	0.7	57	0.96	57.5	0.79
3	12	32.5	0.33	34.2	0.4	43	0.4	58	0.6	66	0.69	71	0.85	82.5	0.8

TRATAMIENTO 2															
RP	Nº Pit	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
3	13	34	0.34	34.3	0.42	40	0.51	55	0.6	62	0.8	66.5	0.75	80	1
3	14	31.5	0.34	34.5	0.44	40.5	0.55	54	0.66	60	0.88	62.5	0.6	68	0.8
3	15	34	0.33	35	0.36	46	0.44	55	0.66	58	0.6	60.5	0.85	73	0.75
3	16	32	0.3	33.3	0.4	43.5	0.42	57.5	0.58	64.5	0.7	67	0.73	77	0.8
4	1	31	0.36	31.6	0.42	38	0.6	39	0.5	54	0.75	62	0.83	75	0.9
4	2	30.5	0.36	32	0.46	36.2	0.6	47	0.36	50.5	0.68	54.5	0.75	69	1
4	3	38	0.4	41.5	0.43	47.5	0.57	63	0.52	69.5	0.8	83	0.9	99	1.09
4	4	31.5	0.33	34.5	0.4	40.8	0.51	45	0.49	47.5	0.6	51	0.71	66	0.7
4	5	38.8	0.3	47.6	0.42	65	0.6	81	0.41	91.5	0.83	102	0.8	110	0.91
4	6	33.5	0.35	39	0.4	50.2	0.6	60	0.5	69	0.73	78	0.76	96.5	0.93
4	7	31	0.35	34.5	0.35	42.7	0.42	47	0.46	48.5	0.44	51	0.51	58	0.55
4	8	31.5	0.35	33.6	0.41	45	0.5	52	0.55	57	0.53	61	0.6	67	0.62
4	9	31.8	0.31	32.5	0.35	39.8	0.47	46	0.46	49.5	0.6	57	0.65	60	0.7
4	10	30	0.26	34	0.31	45	0.4	57	0.47	67	0.65	73	0.59	80	0.71
4	11	38	0.33	42.3	0.36	34.7	0.46	68.5	0.61	75	0.56	82	0.61	98	0.79
4	12	38.5	0.4	41.4	0.4	48	0.55	58	0.55	63	0.62	67.5	0.64	77	0.8
4	13	36	0.31	38.7	0.4	45	0.6	57	0.58	62	0.73	63	0.78	73	0.9
4	14	32.8	0.41	33	0.42	34.5	0.53	40.5	0.56	48	0.61	61	0.65	64	0.7
4	15	36.5	0.36	40.8	0.4	55	0.7	68	0.63	77	0.74	86	0.75	90.5	1
4	16	31.5	0.35	33	0.4	38	0.55	46.5	0.54	55	0.71	63	0.62	69	0.82

TRATAMIENTO 3															
RP	Nº PIt	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
1	1	32.2	0.34	34	0.45	40	0.46	47	0.53	57.2	0.8	62	0.7	64.5	0.71
1	2	35.1	0.31	39	0.33	52	0.5	67	0.62	73.5	0.65	76	0.71	80	0.64
1	3	32.5	0.33	35	0.36	49	0.47	61	0.61	68	0.74	73	0.8	85	0.94
1	4	30.5	0.35	32.3	0.4	48	0.63	59	0.63	64.5	0.7	68	0.72	70.5	0.84
1	5	28.3	0.3	29.9	0.3	33	0.31	50.5	0.5	61	0.64	66.5	0.8	80	0.85
1	6	33.5	0.41	39	0.42	55	0.6	68	0.6	77	0.76	87	0.95	96.5	1.1
1	7	34	0.41	36.4	0.4	39	0.45	49.5	0.54	54	0.61	55	0.64	62	0.65
1	8	32	0.3	33.5	0.3	40	0.36	56.5	0.54	65.5	0.54	70	0.6	71.5	0.76
1	9	35	0.44	37	0.47	50	0.55	59	0.74	60	0.77	64.5	0.75	66	0.87
1	10	31.5	0.35	32	0.35	36	0.43	43	0.56	49	0.6	50.5	0.62	53	0.75
1	11	32.4	0.45	33.5	0.43	38.5	0.46	49	0.62	53	0.64	55	0.75	56.5	0.8
1	12	38.5	0.36	41	0.35	47.5	0.62	62	0.63	71	0.8	75.2	0.78	79.5	1.1
1	13	33.4	0.3	35.5	0.3	43	0.38	58.5	0.56	70	0.67	77	0.75	86.5	0.72
1	14	33.3	0.41	36.7	0.4	42	0.63	48	0.78	50	0.81	56	0.59	61	0.97
1	15	32.7	0.33	38.3	0.35	55.3	0.42	72	0.61	82.5	0.72	90.5	0.8	97	0.8
1	16	33	0.35	34.3	0.45	37	0.44	47.5	0.63	51	0.74	53.5	0.75	58	1
2	1	27.8	0.3	33.5	0.34	41.7	0.5	52	0.53	58.5	0.6	62	0.7	73	0.72
2	2	29.4	0.3	34.6	0.32	40.6	0.44	47	0.54	58.5	0.64	66.5	0.81	67	0.8
2	3	28	0.3	29.4	0.34	34.2	0.41	35	0.36	37.5	0.4	48	0.5	63	0.6
2	4	31.8	0.28	33.4	0.32	34.3	0.4	36	0.35	46.5	0.43	61.5	0.52	73.5	0.66
2	5	31	0.3	31.5	0.32	34.5	0.4	32	0.37	35	0.4	40.5	0.41	46	0.44
2	6	26	0.3	27.2	0.33	31.7	0.33	37.5	0.34	46.5	0.34	64	0.56	78	0.72
2	7	26.6	0.34	27.8	0.3	30.8	0.35	30	0.34	34	0.42	37.5	0.44	40	0.48
2	8	26.7	0.3	29.5	0.4	34.5	0.42	50	0.43	62.5	0.5	73	0.6	92	0.85
2	9	32.4	0.32	39.4	0.34	33.2	0.55	68	0.6	83	0.46	99	1.03	113	1.05
2	10	30	0.3	31	0.3	36.5	0.42	47	0.5	49	0.65	58	0.65	63	0.8
2	11	29.6	0.34	32.1	0.36	38	0.38	40	0.41	51.5	0.5	67	0.68	76.5	0.8
2	12	30.2	0.25	32	0.3	40.2	0.37	50	0.36	58.5	0.47	78	0.55	98	0.8
2	13	28	0.31	30.9	0.33	35	0.48	37	0.55	49.5	0.63	58	0.65	56	0.74
2	14	30.8	0.31	31.5	0.4	31.2	0.4	32	0.43	41.5	0.37	51	0.62	63	0.84
2	15	26.8	0.23	27.5	0.22	37.2	0.34	46	0.49	53.5	0.48	64.5	0.56	74	0.61
2	16	27.2	0.3	33.2	0.36	44.7	0.44	48	0.5	53	0.52	61	0.63	62	0.7
3	1	35	0.33	35	0.4	40.5	0.52	52	0.66	55	0.68	46.5	0.58	56	0.8
3	2	35	0.35	37	0.3	44	0.61	60.5	0.72	67	0.82	41	0.5	91	1.1
3	3	28.5	0.31	29.7	0.35	36.5	0.61	43	0.7	41.5	0.7	60.5	0.7	51	1.05
3	4	32	0.35	32.5	0.4	41	0.6	54	0.8	61	0.44	80.5	0.53	75	1.06
3	5	32	0.35	35.8	0.37	38.2	0.45	46	0.54	57.5	0.65	61	0.77	75.5	0.86
3	6	36	0.3	39.5	0.35	50	0.46	53	0.49	55	0.54	42	0.65	63	0.75
3	7	30	0.47	32.8	0.42	37	0.63	40	0.66	45.5	0.73	66	0.85	51	0.9
3	8	32	0.36	32.8	0.4	39.8	0.53	52	0.58	56	0.62	63	0.7	62	0.76
3	9	38	0.35	47	0.42	55	0.54	69	0.61	81	0.71	52.5	0.8	94	0.95
3	10	31.5	0.33	34.8	0.3	55	0.47	61	0.6	69.5	0.6	75	0.83	85	0.7
3	11	37	0.5	39.5	0.56	47	0.66	58	0.86	64	0.96	57	0.61	75	1.2
3	12	36	0.33	40.5	0.39	54	0.53	69	0.61	80.5	0.82	71	0.7	93	1.08

TRATAMIENTO 3															
RP	Nº Pit	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
3	13	30	0.35	36	0.44	49	0.46	69	0.56	69	0.66	66.5	0.74	80	0.9
3	14	30.5	0.3	31.2	0.3	40	0.35	48	0.5	52.5	0.66	62.5	0.84	64	0.71
3	15	37	0.34	40.1	0.4	47	0.5	57	0.7	67	0.7	60.5	0.64	86	1.15
3	16	27	0.4	29	0.4	34	0.53	49	0.65	58	0.77	67	0.72	72	0.86
4	1	33	0.36	36.6	0.4	48	0.6	60	0.79	66	0.86	70	0.9	76	1.15
4	2	29	0.27	30.6	0.43	36	0.5	35	0.68	37	0.68	38	0.6	39	0.79
4	3	29.5	0.32	33	0.36	36.8	0.45	41	0.47	57	0.66	67	0.71	71	0.87
4	4	29.5	0.27	30.3	0.3	35.7	0.32	37	0.39	45.8	0.4	49	0.49	66	0.6
4	5	26.5	0.24	30.1	0.27	36.2	0.33	39	0.31	42.5	0.36	45	0.31	46	0.45
4	6	31	0.2	35.5	0.25	44.5	0.34	57	0.42	67.5	0.56	79	0.7	84	0.8
4	7	27	0.2	29.4	0.27	0.41	0.44	47.5	0.45	50	0.47	53	0.52	57	0.78
4	8	30	0.3	34.4	0.7	0.45	0.5	37.5	0.66	43.5	0.64	56.5	0.8	67	1
4	9	30	0.31	32	0.46	40.3	0.6	48	0.75	54	0.75	63	0.83	70	1
4	10	30	0.3	34	0.36	46	0.54	50.5	0.66	51	0.61	55	0.66	62	0.8
4	11	29	0.3	34.2	0.36	36.2	0.42	39	0.63	51	0.6	57	0.61	58	0.69
4	12	28.8	0.25	29.4	0.32	35	0.4	37	0.41	38.5	0.48	40	0.51	63	0.8
4	13	30	0.3	31	0.35	45	0.51	56	0.62	65	0.66	71	0.75	74	0.91
4	14	29	0.25	35.4	0.36	50.2	0.52	66	0.57	75	0.77	82	0.78	85	0.92
4	15	29	0.31	30.3	0.41	37	0.47	44.5	0.6	47	0.61	48	0.71	51.5	0.8
4	16	30	0.33	30.6	0.47	38	0.56	49	0.66	54	0.85	56	0.86	65	1.09

TRATAMIENTO 4															
RP	Nº Pft	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
1	1	29.3	0.33	29.7	0.34	31.4	0.36	31	0.37	31	0.4	40.5	0.5	47.5	0.53
1	2	28	0.27	30.5	0.28	41.3	0.43	54	0.44	65	0.64	74	0.79	76	0.72
1	3	27	0.3	28.5	0.34	33.4	0.35	38	0.35	41	0.31	43	0.4	51	0.5
1	4	29.8	0.3	33.5	0.33	45.5	0.5	48	0.56	60.5	0.56	71	0.74	76.5	0.74
1	5	29.2	0.33	30.3	0.3	34.7	0.42	46	0.4	52	0.5	66	0.58	79	0.85
1	6	27.2	0.3	27.4	0.31	32.5	0.4	34	0.44	37.5	0.48	41	0.35	42	0.49
1	7	28	0.3	31.4	0.4	34.5	0.44	42	0.51	48	0.55	63	0.66	77	0.9
1	8	31.4	0.2	35	0.3	46.7	0.46	51.5	0.5	53	0.54	55	0.6	63	0.74
1	9	29.8	0.3	33.3	0.4	39.4	0.5	41	0.43	47.5	0.49	51	0.64	67	0.72
1	10	28.2	0.3	31.3	0.32	35.3	0.35	37	0.39	39.5	0.48	44	0.54	48	0.62
1	11	30	0.3	32.8	0.4	43.2	0.48	48	0.55	62.5	0.63	69.5	0.8	85	0.76
1	12	30.5	0.26	35	0.31	40.5	0.38	42	0.42	43	0.51	46	0.49	62	0.69
1	13	31	0.31	34.8	0.32	47	0.47	58	0.67	68	0.71	78	0.81	85	1
1	14	26	0.24	30	0.3	28	0.36	28.5	0.34	29	0.4	32	0.35	36	0.42
1	15	28.2	0.31	31.1	0.3	42	0.4	49	0.32	54.5	0.62	60	0.63	65.5	0.85
1	16	30.2	0.31	30.7	0.35	45.5	0.48	57	0.63	61.5	0.7	71	0.8	78	0.83
2	1	36.3	0.34	36.6	0.43	41	0.6	54	0.51	58.5	0.6	61	0.58	62	1
2	2	34.8	0.5	35.5	0.43	41	0.6	55.5	0.65	61	0.79	65	0.9	69	0.95
2	3	31.9	0.4	34.9	0.44	45	0.6	61	0.68	68	0.38	72	0.69	88	1
2	4	34.5	0.36	37	0.4	46.2	0.55	56	0.64	62	0.65	65	0.7	67	0.8
2	5	32.7	0.36	33	0.41	37.8	0.56	47.5	0.54	49.5	0.54	51	0.6	53	0.65
2	6	34.5	0.32	36	0.42	40.4	0.52	46	0.65	49.5	0.64	52	0.72	58	0.94
2	7	35.5	0.35	38.5	0.41	45	0.55	62	0.71	70	0.82	71.5	0.9	83	1
2	8	34	0.4	35.5	0.44	39	0.63	52	0.75	54.5	0.84	57.5	0.85	63	1
2	9	34	0.38	34.4	0.4	41.5	0.48	51.5	0.62	53.5	0.7	56	0.74	76	0.92
2	10	34.5	0.32	39.4	0.38	56	0.55	70.5	0.6	76.5	0.8	79	0.83	80	0.95
2	11	34	0.33	35.8	0.4	46.5	0.5	52	0.51	53	0.56	55.5	0.61	72	0.85
2	12	33	0.35	38.7	0.41	54	0.5	69	0.61	76	0.7	82	0.7	80	0.82
2	13	34	0.3	38.7	0.35	55	0.55	69.5	0.63	76.5	0.75	84	0.7	89	0.91
2	14	35	0.37	37	0.4	52.5	0.56	65	0.61	69	0.8	74	0.68	77	0.78
2	15	33	0.3	35.4	0.42	47	0.5	53	0.66	59	0.71	66.5	0.6	67	0.78
2	16	30	0.27	31.4	0.32	39	0.4	51	0.44	55.5	0.63	59	0.7	70	0.8
3	1	28	0.28	28.5	0.34	37	0.48	51	0.61	56	0.66	59	0.7	58	0.7
3	2	32.8	0.28	38.6	0.4	58.8	0.55	69.5	0.6	74	0.66	75.5	0.62	78	0.88
3	3	30.5	0.33	31.9	0.36	37.5	0.4	44	0.42	52	0.57	61.5	0.69	78	0.8
3	4	28	0.31	29.5	0.4	33.3	0.42	33	0.46	35	0.46	39	0.35	49	0.6
3	5	28	0.35	29.8	0.35	33.2	0.41	37	0.46	46.5	0.54	38.5	0.57	70	0.84
3	6	28.5	0.27	32	0.43	37.5	0.47	39.5	0.49	47	0.6	53	0.54	58	0.73
3	7	38	0.4	40.3	0.46	49	0.61	67	0.76	73.5	0.75	76	0.82	85.5	0.9
3	8	31.5	0.3	35.5	0.39	47.5	0.55	56	0.61	57	0.66	56.5	0.58	62	0.79
3	9	29.7	0.35	33.4	0.44	41.4	0.58	46.5	0.62	54.5	0.8	62	0.79	67	0.91
3	10	31	0.33	36.5	0.43	49	0.5	57	0.65	60.5	0.64	63	0.66	76	0.95
3	11	29	0.3	32.6	0.3	43.7	0.36	54	0.48	61	0.54	63	0.51	62.5	0.66
3	12	29	0.32	33.7	0.33	50.2	0.48	65	0.6	78	0.74	88	0.9	94	0.9

TRATAMIENTO 4															
RP	Nº Pit	DIAS													
		INSTALACION		30		60		90		120		150		180	
		HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA	HT	DIA
3	13	28.5	0.26	29.4	0.3	40.2	0.44	52.5	0.6	58.5	0.7	61	0.76	72	0.89
3	14	29	0.33	34.7	0.34	51	0.5	42.5	0.66	49.5	0.61	61	0.65	68	0.9
3	15	30.5	0.3	35.5	0.42	48.7	0.6	58	0.66	62.5	0.71	65	0.72	71	1
3	16	30.5	0.33	33.4	0.4	47	0.6	58	0.58	68	0.79	81	0.75	88	1.02
4	1	34	0.35	35.2	0.42	40	0.5	50.5	0.55	61.5	0.62	69	0.74	84	0.99
4	2	32	0.32	35	0.4	40.6	0.52	54	0.52	64.8	0.85	74	0.84	97	0.9
4	3	29	0.22	33	0.42	42	0.5	52	0.51	58.5	0.52	64	0.66	86.5	0.9
4	4	32	0.33	35	0.44	44	0.57	61.5	0.6	67	0.7	69.5	0.84	78	0.88
4	5	34	0.34	35.9	0.44	43.5	0.6	57	0.64	63.5	0.73	69	0.76	77	0.85
4	6	30.4	0.27	33.8	0.37	45.5	0.5	54	0.67	61	0.63	66	0.8	68	0.8
4	7	29.5	0.26	35	0.4	44.3	0.54	55	0.61	64	0.7	71	0.8	79	0.88
4	8	30.5	0.32	40	0.38	43.5	0.51	54	0.53	65.8	0.72	71	0.8	72	0.9
4	9	35.5	0.3	40	0.41	53.2	0.5	60	0.59	71.5	0.72	76	0.8	92	0.85
4	10	30.5	0.34	35.1	0.36	48.3	0.52	65	0.6	74.5	0.7	79	0.72	81	0.88
4	11	31	0.33	34.5	0.45	41	0.57	55	0.6	62	0.7	64.5	0.8	79	0.91
4	12	32	0.4	37	0.47	49.3	0.65	61.5	0.7	66.5	0.74	68	0.85	77	0.97
4	13	29	0.34	34.3	0.44	46.2	0.61	60	0.72	66	0.82	74.5	0.95	78	0.75
4	14	32	0.34	33.7	0.37	45.5	0.55	55	0.55	50	0.61	62	0.63	78	0.75
4	15	32.8	0.3	37.2	0.4	49	0.5	60	0.51	66	0.6	77	0.62	85	0.82
4	16	32	0.28	32	0.42	0.39	0.53	55	0.61	63.5	0.65	67.5	0.97	85	0.9

ANEXO 4

BIOMASA SECA FOLIAR Y RAIZ

Nº de Planta	PS FOLIAR	PS RAICES	F/R
1	21.74	2.63	8.27
2	32.72	4.10	7.98
3	16.46	2.47	6.67
4	16.61	3.57	4.66
5	27.88	4.68	5.96
6	31.65	7.00	4.52
7	23.04	6.14	3.76
8	31.31	5.48	5.71
9	31.47	2.88	10.92
10	40.07	7.51	5.33
11	15.93	4.34	3.67
12	13.87	2.90	4.79
13	13.91	2.27	6.14
14	14.11	2.77	5.09
15	12.22	2.28	5.36
16	24.55	3.98	6.17
17	22.86	3.93	5.81
18	35.67	4.89	7.29
19	26.53	4.56	5.82
20	31.71	4.73	6.71
21	32.48	5.75	5.65
22	21.57	4.78	4.51
23	25.97	6.79	3.82
24	25.19	4.92	5.12
25	24.64	3.31	7.45
26	45.69	6.83	6.69
27	26.69	4.51	5.92
28	30.24	3.95	7.65
29	26.40	4.47	5.91
30	31.23	3.69	8.47
31	22.22	3.34	6.66
32	17.83	2.99	5.96
33	15.77	3.14	5.02
34	13.94	2.61	5.35
35	15.21	2.66	5.71
36	18.56	3.61	5.14
37	17.05	3.28	5.19

Nº de Planta	PS FOLIAR	PS RAICES	F/R
38	16.16	2.59	6.23
39	13.40	3.23	4.15
40	11.67	2.34	5.00
41	37.24	4.56	8.17
42	13.40	3.28	4.08
43	22.21	3.44	6.46
44	22.62	4.30	5.27
45	22.16	3.14	7.05
46	17.28	2.69	6.42
47	21.65	3.18	6.81
48	19.29	2.91	6.64
49	24.72	3.86	6.40
50	15.72	3.26	4.83
51	24.43	4.56	5.36
52	22.25	4.55	4.89
53	21.92	4.82	4.54
54	28.75	5.61	5.13
55	19.02	3.00	6.34

ANEXO 5

ANÁLISIS INICIAL DE SUELO

Solicitante : ULDA LLANOS

Departamento : PASCO

Distrito : OXAPAMPA

Provincia : OXAPAMPA

Fecha : 05-01-06

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo						Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
6173	P1 0-15	5.0	0.19	18.6	26.1	422	72	26	2	A.Fr.	42.24	1.75	3.24	0.87	0.28	2.20	8.34	6.14	15
6174	P1 15-30	4.6	0.07	5.8	10.2	191	84	14	2	A.Fr.	24.48	0.53	0.65	0.20	0.15	2.50	4.03	1.53	6
6175	P2 15-30	4.7	0.04	10.8	18.6	153	74	22	4	A.Fr.	28.48	0.59	0.43	0.21	0.15	3.20	4.58	1.38	5
6176	P3 15-30	4.6	0.05	11.8	11.2	149	76	20	4	A.Fr.	31.04	0.61	0.88	0.15	0.18	3.30	5.12	1.82	6
6177	P4 15-30	4.4	0.06	12.3	11.2	136	84	12	4	A.Fr.	33.60	0.50	0.56	0.18	0.14	4.40	5.78	1.38	4
6178	P5 15-30	4.5	0.04	10.0	13.0	144	88	12	0	A.	30.24	0.51	0.55	0.11	0.12	4.50	5.79	1.29	4
6179	P6 15-30	4.5	0.03	12.8	12.1	143	74	22	4	A.Fr.	33.12	0.62	0.90	0.17	0.16	3.70	5.55	1.85	6
6180	P7 0-15	4.5	0.06	29.3	43.8	446	68	28	4	Fr.A.	49.60	2.23	4.18	1.08	0.12	3.00	10.61	7.61	15
6181	P7 15-30	4.3	0.04	10.5	22.4	159	80	16	4	A.Fr.	30.72	0.44	0.56	0.24	0.14	5.50	6.88	1.38	4
6182	P8 15-30	4.6	0.06	14.0	23.3	218	74	24	2	A.Fr.	36.80	0.57	1.66	0.30	0.14	5.40	8.07	2.67	7
6183	P9 15-30	4.8	0.03	8.5	5.6	130	72	24	4	Fr.A.	26.24	0.42	0.81	0.15	0.09	3.70	5.17	1.47	6
6184	P10 15-30	4.4	0.05	14.3	10.2	142	82	18	0	A.Fr.	37.12	0.43	0.85	0.22	0.08	6.10	7.68	1.58	4
6185	P11 0-15	4.9	0.08	20.8	25.1	809	84	16	0	A.Fr.	52.00	2.19	3.87	1.26	0.10	3.40	10.82	7.42	14
6186	P11 15-30	4.4	0.05	11.7	4.7	214	82	16	2	A.Fr.	28.80	0.53	0.61	0.26	0.18	4.40	5.98	1.58	5
6187	P12 0-15	4.9	0.10	36.8	18.6	698	72	26	2	A.Fr.	48.00	4.35	7.34	1.37	0.19	1.50	14.75	13.25	28
6188	P12 15-30	5.2	0.18	13.6	5.6	160	76	18	6	A.Fr.	30.88	0.60	1.68	0.21	0.15	3.30	5.94	2.64	9
6189	P13 15-30	4.1	0.04	14.0	27.0	140	76	20	4	A.Fr.	34.24	0.56	0.85	0.20	0.11	7.50	9.22	1.72	5
6190	P14 15-30	4.3	0.05	10.3	25.1	225	86	14	0	A.	31.36	0.55	0.56	0.28	0.12	5.00	6.51	1.51	5
6191	P15 15-30	4.5	0.04	5.9	11.2	134	70	24	6	Fr.A.	18.72	0.60	0.42	0.20	0.20	3.40	4.82	1.42	8
6192	P16 15-30	4.5	0.05	6.8	13.0	163	70	24	6	Fr.A.	21.60	0.75	0.95	0.30	0.14	2.90	5.04	2.14	10

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. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio

ANEXO 6

ANÁLISIS FINAL DE SUELO

Solicitante : ULDA LLANOS

Departamento : PASCO

Distrito : OXAPAMPA

Referencia : H.R. 11502-050C-06

Provincia : OXAPAMPA

Predio :

Fact.: Pendiente

Fecha : 14-06-06

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Campo						Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
							%	%	%			me/100g							
2647	T1-1 0-15	4.5	0.08	8.4	52.4	223	68	22	10	Fr.A.	22.40	0.64	0.50	0.47	0.35	1.70	3.66	1.96	9
2648	T1-1 15-30	4.7	0.12	5.1	33.5	195	70	24	6	Fr.A.	20.80	0.93	0.40	0.41	0.31	2.00	4.05	2.05	10
2649	T1-2 0-15	4.7	0.06	8.9	50.6	179	66	22	12	Fr.A.	24.32	0.71	0.70	0.41	0.22	3.10	5.14	2.04	8
2650	T1-2 15-30	4.7	0.06	8.4	31.6	153	72	22	6	Fr.A.	24.00	0.58	0.46	0.34	0.20	2.30	3.88	1.58	7
2651	T1-3 0-15	4.8	0.07	5.2	43.7	275	64	24	12	Fr.A.	21.12	0.70	0.75	0.62	0.16	1.90	4.13	2.23	11
2652	T1-3 15-30	4.8	0.05	4.6	21.8	226	72	20	8	Fr.A.	16.80	0.55	0.58	0.46	0.24	2.10	3.93	1.83	11
2653	T1-4 0-15	4.8	0.06	5.7	66.2	285	60	28	12	Fr.A.	22.56	0.71	0.80	0.66	0.16	2.10	4.43	2.33	10
2654	T1-4 15-30	4.9	0.05	4.5	43.3	218	66	24	10	Fr.A.	19.20	0.61	0.55	0.47	0.18	2.20	4.01	1.81	9
2655	T2-1 0-15	5.4	0.18	9.3	50.6	255	64	26	10	Fr.A.	29.12	4.95	2.81	0.61	0.21	1.20	9.78	8.58	29
2656	T2-1 15-30	5.1	0.16	7.8	37.4	228	74	18	8	Fr.A.	22.40	2.60	1.48	0.58	0.16	1.20	6.02	4.82	22
2657	T2-2 0-15	5.4	0.01	8.5	39.4	379	62	26	12	Fr.A.	30.88	4.52	2.37	0.93	0.17	0.60	8.59	7.99	26
2658	T2-2 15-30	5.0	0.22	6.0	23.7	261	62	24	14	Fr.A.	17.28	2.00	0.78	0.54	0.14	1.00	4.46	3.46	20
2659	T2-3 0-15	5.4	0.27	9.0	25.7	323	62	26	12	Fr.A.	25.12	4.17	1.89	0.67	0.16	0.60	7.49	6.89	27
2660	T2-3 15-30	4.9	0.25	4.8	17.9	284	72	22	6	Fr.A.	17.60	1.68	0.63	0.52	0.11	1.40	4.34	2.94	17
2661	T2-4 0-15	5.4	0.40	4.9	30.6	290	54	30	16	Fr.A.	20.16	2.64	1.01	0.62	0.21	1.00	5.48	4.48	22
2662	T2-4 15-30	5.0	0.13	3.1	11.0	262	58	26	16	Fr.A.	13.60	1.41	0.68	0.61	0.19	1.80	4.69	2.89	21

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. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio

Continúa en la siguiente pág.

Sigue de la pág. anterior

Solicitante : ULDA LLANOS

Departamento : PASCO

Distrito : OXAPAMPA

Referencia : H.R. 11502-050C-06

Fact.: Pendiente

Provincia : OXAPAMPA

Predio :

Fecha : 14-06-06

Número de Muestra		C.E.		M.O.	P	K	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
Lab	Campo	pH (1:1)	(1:1)				Arena	Limo	Arcilla			Textural	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺				Al ⁺³ + H ⁺
2663	T3-1 0-15	5.2	0.29	7.8	42.3	327	66	22	12	Fr.A.	24.64	4.33	2.12	0.78	0.15	1.00	8.38	7.38	30	
2664	T3-1 15-30	4.8	0.17	3.4	11.0	300	70	20	10	Fr.A.	14.40	1.20	0.55	0.65	0.17	2.20	4.77	2.57	18	
2665	T3-2 0-15	5.0	0.15	9.5	33.5	154	66	26	8	Fr.A.	24.48	2.25	1.25	0.32	0.16	1.80	5.78	3.98	16	
2666	T3-2 15-30	4.8	0.16	8.1	16.9	144	58	34	8	Fr.A.	20.32	1.70	0.73	0.35	0.16	1.90	4.84	2.94	14	
2667	T3-3 0-15	5.2	0.29	6.6	30.6	302	60	26	14	Fr.A.	21.60	2.85	0.98	0.61	0.15	1.00	5.59	4.59	21	
2668	T3-3 15-30	4.8	0.17	5.0	12.0	271	68	22	10	Fr.A.	15.04	1.44	0.61	0.69	0.18	1.80	4.72	2.92	19	
2669	T3-4 0-15	5.2	0.25	13.0	22.8	265	64	28	8	Fr.A.	29.28	4.91	2.21	0.57	0.13	0.90	8.72	7.82	27	
2670	T3-4 15-30	5.1	0.21	7.8	20.8	173	60	32	8	Fr.A.	21.60	2.21	0.75	0.38	0.15	1.20	4.69	3.49	16	
2671	T4-1 0-15	5.4	0.13	9.2	48.9	203	62	28	10	Fr.A.	26.24	3.70	2.09	0.42	0.14	0.80	7.15	6.35	24	
2672	T4-1 15-30	5.0	0.14	5.3	28.6	136	70	24	6	Fr.A.	16.00	1.43	0.68	0.27	0.16	1.40	3.94	2.54	16	
2673	T4-2 0-15	5.2	0.18	6.4	31.6	387	56	28	16	Fr.A.	18.08	3.16	1.41	1.18	0.13	1.10	6.98	5.88	33	
2674	T4-2 15-30	4.7	0.17	2.7	11.0	340	54	32	14	Fr.A.	15.52	1.04	0.46	0.79	0.09	2.40	4.78	2.38	15	
2675	T4-3 0-15	5.9	0.26	8.1	64.5	310	66	22	12	Fr.A.	23.68	7.21	3.25	0.49	0.15	0.30	11.40	11.10	47	
2676	T4-3 15-30	5.3	0.28	5.8	36.4	211	76	18	6	A.Fr.	19.68	3.06	1.48	0.49	0.11	1.10	6.24	5.14	26	
2677	T4-4 0-15	5.5	0.20	6.8	48.0	367	60	30	10	Fr.A.	24.64	4.83	2.69	0.75	0.15	0.80	9.22	8.42	34	
2678	T4-4 15-30	5.0	0.15	4.2	11.0	305	60	34	6	Fr.A.	18.40	1.27	0.76	0.65	0.13	2.10	4.91	2.81	15	

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. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio

ANEXO 7

ANALISIS ESTADISTICOS DE ALTURA HASTA LOS 180 DIAS

The GLM Procedure

Dependent Variable: HT30 HT30

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	40.09409251	5.72772750	9.56	0.0024
Error	8	4.79512380	0.59939048		
Corrected Total	15	44.88921631			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT30 Mean
0.893179	2.251588	0.774203	34.38477

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	2.64518311	0.88172770	1.47	0.2939
TR	3	3.83088623	1.27696208	2.13	0.1746
HT0	1	33.61802317	33.61802317	56.09	<.0001

Dependent Variable: HT60 HT60

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	90.0988414	12.8712631	2.04	0.1689
Error	8	50.4034742	6.3004343		
Corrected Total	15	140.5023156			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT60 Mean
0.641262	6.018752	2.510067	41.70410

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	2.11677429	0.70559143	0.11	0.9506
TR	3	17.03742390	5.67914130	0.90	0.4817
HT0	1	70.94464318	70.94464318	11.26	0.0100

Dependent Variable: HT90 HT90

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	225.3353283	32.1907612	2.06	0.1668
Error	8	125.2476185	15.6559523		
Corrected Total	15	350.5829468			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT90 Mean
0.642745	7.692073	3.956760	51.43945

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	29.9025269	9.9675090	0.64	0.6122
TR	3	27.7731323	9.2577108	0.59	0.6379
HT0	1	167.6596691	167.6596691	10.71	0.0113

Dependent Variable: HT120 HT120

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	232.3383517	33.1911931	2.39	0.1232
Error	8	111.3176029	13.9147004		
Corrected Total	15	343.6559546			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT120 Mean
0.676078	6.462658	3.730241	57.71992

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	9.4433862	3.1477954	0.23	0.8756
TR	3	62.3059839	20.7686613	1.49	0.2887
HT0	1	160.5889816	160.5889816	11.54	0.0094

Dependent Variable: HT150 HT150

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	120.1872611	17.1696087	0.75	0.6417
Error	8	183.2989053	22.9123632		
Corrected Total	15	303.4861664			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT150 Mean
0.396022	7.547630	4.786686	63.41973

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	47.61299500	15.87099833	0.69	0.5818
TR	3	45.37276062	15.12425354	0.66	0.5993
HT0	1	27.20150548	27.20150548	1.19	0.3076

Dependent Variable: HT180 HT180

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	193.1761551	27.5965936	0.78	0.6238
Error	8	284.1400070	35.5175009		
Corrected Total	15	477.3161621			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HT180 Mean
0.404713	8.244647	5.959656	72.28516

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	54.2492676	18.0830892	0.51	0.6870
TR	3	112.5373535	37.5124512	1.06	0.4197
HT0	1	26.3895340	26.3895340	0.74	0.4138

ANEXO 8

ANALISIS ESTADISTICOS DE DIAMETRO HASTA LOS 180 DIAS

The GLM Procedure

Dependent Variable: DIA30 **DIA30**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.00858408	0.00122630	7.80	0.0048
Error	8	0.00125772	0.00015721		
Corrected Total	15	0.00984180			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA30 Mean
0.872207	3.347791	0.012539	0.374531

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00464902	0.00154967	9.86	0.0046
TR	3	0.00039512	0.00013171	0.84	0.5102
DIA0	1	0.00353994	0.00353994	22.52	0.0015

Dependent Variable: DIA60 **DIA60**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.02653202	0.00379029	20.35	0.0002
Error	8	0.00148985	0.00018623		
Corrected Total	15	0.02802188			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA60 Mean
0.946833	2.857940	0.013647	0.477500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00957949	0.00319316	17.15	0.0008
TR	3	0.00376602	0.00125534	6.74	0.0140
DIA0	1	0.01318652	0.01318652	70.81	<.0001

Dependent Variable: DIA90 **DIA90**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.03413098	0.00487585	1.91	0.1920
Error	8	0.02042371	0.00255296		
Corrected Total	15	0.05455469			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA90 Mean
0.625629	9.191925	0.050527	0.549688

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00747871	0.00249290	0.98	0.4504
TR	3	0.00286191	0.00095397	0.37	0.7745
DIA0	1	0.02379035	0.02379035	9.32	0.0158

Dependent Variable: DIA120 DIA120

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.05407344	0.00772478	4.03	0.0344
Error	8	0.01531970	0.00191496		
Corrected Total	15	0.06939314			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA120 Mean
0.779233	7.045239	0.043760	0.621133

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00750242	0.00250081	1.31	0.3378
TR	3	0.00996062	0.00332021	1.73	0.2372
DIA0	1	0.03661040	0.03661040	19.12	0.0024

Dependent Variable: DIA150 DIA150

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.02597311	0.00371044	1.53	0.2822
Error	8	0.01944014	0.00243002		
Corrected Total	15	0.04541326			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA150 Mean
0.571928	7.173881	0.049295	0.687148

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00116042	0.00038681	0.16	0.9208
TR	3	0.01006960	0.00335653	1.38	0.3168
DIA0	1	0.01474308	0.01474308	6.07	0.0391

Dependent Variable: DIA180 DIA180

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	0.03756177	0.00536597	2.55	0.1067
Error	8	0.01683936	0.00210492		
Corrected Total	15	0.05440113			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DIA180 Mean
0.690459	5.645393	0.045879	0.812688

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.00728537	0.00242846	1.15	0.3852
TR	3	0.00664770	0.00221590	1.05	0.4210
DIA0	1	0.02362870	0.02362870	11.23	0.0101

ANEXO 9

ANALISIS ESTADISTICOS DE NUTRIENTES DEL SUELO

pH

The SAS System

677

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

Dependent Variable: pH2 pH2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.6750000	0.27916667	12.41	0.0007
Error	9	0.2025000	0.02250000		
Corrected Total	15	1.8775000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pH2 Mean
0.892144	2.891566	0.150000	5.187500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.1475000	0.04916667	2.19	0.1595
TR	3	1.5275000	0.50916667	22.63	0.0002

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for pH2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.0225
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	0.2399

Means with the same letter are not significantly different.

	Mean	N	TR
A	5.5000	4	4
A			
A	5.4000	4	2
B	5.1500	4	3
C	4.7000	4	1

Fósforo

The SAS System

695

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

Dependent Variable: P2 P2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1359.605000	226.600833	1.77	0.2113
Error	9	1150.852500	127.872500		
Corrected Total	15	2510.457500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P2 Mean
0.541577	26.55256	11.30807	42.58750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	210.792500	70.264167	0.55	0.6610
TR	3	1148.812500	382.937500	2.99	0.0880

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for P2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	127.8725
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	18.088

Means with the same letter are not significantly different.

Grouping	Mean	N	TR
A	53.225	4	1
A			
B	48.250	4	4
B			
B	36.575	4	2
B			
B	32.300	4	3

Potasio

The SAS System

701

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

Dependent Variable: K2 K2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	23893.00000	3982.16667	0.77	0.6118
Error	9	46502.00000	5166.88889		
Corrected Total	15	70395.00000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	K2 Mean
0.339413	25.42213	71.88107	282.7500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	7042.50000	2347.50000	0.45	0.7207
TR	3	16850.50000	5616.83333	1.09	0.4030

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for K2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	5166.889
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	114.98

Means with the same letter are not significantly different.

	Mean	N	TR
A	316.75	4	4
A			
A	311.75	4	2
A			
A	262.00	4	3
A			
A	240.50	4	1

Suma de Cationes

The SAS System

754

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

The GLM Procedure

Dependent Variable: cation2 cation2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	43.44025000	7.24004167	2.07	0.1569
Error	9	31.47395000	3.49710556		
Corrected Total	15	74.91420000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	cation2 Mean
0.579867	26.73417	1.870055	6.995000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	0.90350000	0.30116667	0.09	0.9659
TR	3	42.53675000	14.17891667	4.05	0.0445

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for cation2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.497106
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	2.9913

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	TR
A	8.688	4	4
A	7.835	4	2
B A	7.118	4	3
B	4.340	4	1

Suma de Bases

The SAS System 760

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read 16
Number of Observations Used 16

The SAS System 761
The GLM Procedure

Dependent Variable: bas2 bas2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	81.1590000	13.5265000	3.52	0.0445
Error	9	34.5435750	3.8381750		
Corrected Total	15	115.7025750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	bas2 Mean
0.701445	34.06435	1.959126	5.751250

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	3.64087500	1.21362500	0.32	0.8135
TR	3	77.51812500	25.83937500	6.73	0.0112

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for bas2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.838175
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	3.1338

Means with the same letter are not significantly different.

	Mean	N	TR
A	7.938	4	4
A	6.985	4	2
A	5.943	4	3
B	2.140	4	1

Porcentaje de Saturación de Bases

The SAS System 766

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read 16
 Number of Observations Used 16

The SAS System 767

The GLM Procedure

Dependent Variable: SatBase2 SatBase2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	2126.416586	354.402764	7.83	0.0036
Error	9	407.124588	45.236065		
Corrected Total	15	2533.541174			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SatBase2 Mean
0.839306	33.91327	6.725776	19.83229

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	225.559345	75.186448	1.66	0.2436
TR	3	1900.857241	633.619080	14.01	0.0010

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for SatBase2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	45.23607
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	10.758

Means with the same letter are not significantly different.

	Mean	N	TR
A	34.442	4	4
B	23.542	4	3
B	17.005	4	2
C	4.340	4	1

Porcentaje de Saturación de Aluminio

The SAS System

772

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
RP	4	1 2 3 4
TR	4	1 2 3 4

Number of Observations Read	16
Number of Observations Used	16

The SAS System

773

The GLM Procedure

Dependent Variable: SatAl2 SatAl2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4513.039237	752.173206	19.34	0.0001
Error	9	349.961883	38.884654		
Corrected Total	15	4863.001120			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SatAl2 Mean
0.928036	28.08712	6.235756	22.20148

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RP	3	228.535856	76.178619	1.96	0.1908
TR	3	4284.503381	1428.167794	36.73	<.0001

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for SatAl2

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	38.88465
Critical Value of t	2.26216
Least Significant Difference	9.9746

Means with the same letter are not significantly different.

	Mean	N	TR
A	50.042	4	1
B	17.821	4	3
B			
B	11.378	4	2
B			
B	9.564	4	4

ANEXO 10

ESTADISTICA – REGRESIONES DE ALTURA

Tratamiento 1

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: Altura

Number of Observations Read 28
Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	4546.09395	4546.09395	438.50	<.0001
Error	26	269.55328	10.36743		
Corrected Total	27	4815.64722			

Root MSE 3.21985 R-Square 0.9440
Dependent Mean 49.45982 Adj R-Sq 0.9419
Coeff Var 6.51003

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	30.34671	1.09698	27.66	<.0001
dia	1	0.21237	0.01014	20.94	<.0001

Tratamiento 2

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: Altura

Number of Observations Read 28
Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	6646.25626	6646.25626	484.71	<.0001
Error	26	356.50705	13.71181		
Corrected Total	27	7002.76331			

Root MSE 3.70295 R-Square 0.9491
Dependent Mean 52.05904 Adj R-Sq 0.9471
Coeff Var 7.11297

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
----------	----	--------------------	----------------	---------	---------

Intercept	1	28.94900	1.26157	22.95	<.0001
dia	1	0.25678	0.01166	22.02	<.0001

Tratamiento 3

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: Altura

Number of Observations Read 28
 Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5263.92027	5263.92027	275.99	<.0001
Error	26	495.90257	19.07318		
Corrected Total	27	5759.82283			

Root MSE 4.36728 R-Square 0.9139
 Dependent Mean 49.22536 Adj R-Sq 0.9106
 Coeff Var 8.87202

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	28.65855	1.48790	19.26	<.0001
dia	1	0.22852	0.01376	16.61	<.0001

Tratamiento 4

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: Altura

Number of Observations Read 28
 Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5628.19281	5628.19281	254.53	<.0001
Error	26	574.90745	22.11183		
Corrected Total	27	6203.10026			

Root MSE 4.70232 R-Square 0.9073
 Dependent Mean 50.71650 Adj R-Sq 0.9038
 Coeff Var 9.27178

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	29.44996	1.60205	18.38	<.0001
dia	1	0.23629	0.01481	15.95	<.0001

ANEXO 11

ESTADISTICA – REGRESIONES DE DIAMETRO

Tratamiento 1

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: diametro

Number of Observations Read 28
Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.59451	0.59451	558.14	<.0001
Error	26	0.02769	0.00107		
Corrected Total	27	0.62221			

Root MSE	0.03264	R-Square	0.9555
Dependent Mean	0.52917	Adj R-Sq	0.9538
Coeff Var	6.16752		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.31060	0.01112	27.93	<.0001
dia	1	0.00243	0.00010280	23.63	<.0001

Tratamiento 2

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: diametro

Number of Observations Read 28
Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.75018	0.75018	393.58	<.0001
Error	26	0.04956	0.00191		
Corrected Total	27	0.79974			

Root MSE	0.04366	R-Square	0.9380
Dependent Mean	0.55681	Adj R-Sq	0.9356
Coeff Var	7.84081		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.31128	0.01487	20.93	<.0001

dia 1 0.00273 0.00013751 19.84 <.0001

Tratamiento 3

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: diametro

Number of Observations Read 28
 Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.75849	0.75849	187.00	<.0001
Error	26	0.10546	0.00406		
Corrected Total	27	0.86395			

Root MSE	0.06369	R-Square	0.8779
Dependent Mean	0.55288	Adj R-Sq	0.8732
Coeff Var	11.51917		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.30600	0.02170	14.10	<.0001
dia	1	0.00274	0.00020060	13.67	<.0001

Tratamiento 4

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: diametro

Number of Observations Read 28
 Number of Observations Used 28

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.74613	0.74613	212.28	<.0001
Error	26	0.09138	0.00351		
Corrected Total	27	0.83752			

Root MSE	0.05929	R-Square	0.8909
Dependent Mean	0.56013	Adj R-Sq	0.8867
Coeff Var	10.58430		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.31527	0.02020	15.61	<.0001
dia	1	0.00272	0.00018673	14.57	<.0001