UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
01/08/16
BIBLIOTECA CENTRAL

"Efecto de la aplicación de roca fosfórica y dolomita en el Crecimiento inicial de la especie shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) en Neshuya - Irazola - Región Ucayali."

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

Edwin Caycedo Davila

PUCALLPA - 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

"Efecto de la aplicación de roca fosfórica y dolomita en el Crecimiento inicial de la especie Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha)* en Neshuya – Irazola – Región Ucayali".

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR

Edwin Caycedo Davila

Pucallpa – 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACION DE TESIS

N°230/2012-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, a los siete días del mes de setiembre de 2012 a horas 11.00 am, se reunieron, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNU, en la Sala de Butacas N° 01 del Pabellón N° 04 los Miembros del Jurado Calificador de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Ing.M.Sc. EDGAR DIAZ ZUÑIGA	Presidente
Ing.M.Sc. OSCAR BARRETO VASQUEZ	Miembro
Ing.M.Sc. RUBEN MANTURANO PEREZ	Miembro

Para proceder a la sustentación de la tesis denominada: **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ROCA FOSFORICA Y DOLOMITA EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA ESPECIE SHIHUAHUACO (Dpteryx micrantha EN NESHUYA- IRAZOLA- REGION UCAYALI"**, presentado por el **Bach. Edwin Caycedo Dávila.**

Finalizada la sustentación se procedió a la evaluación respectiva. Durante la deliberación el Jurado Calificador llegó a la siguiente conclusión:

La Tesis fue aprobada por **UNANIMIDAD** quedando el sustentante expedito para optar el Título de **Ingeniero Forestal**.

Siendo las 12.50 m. se dio por concluido el acto académico.

.....
Ing.M.Sc. Edgar Díaz Zúñiga
Presidente

.....
Ing.M.Sc. Oscar Barreto Vásquez
Miembro

.....
Ing. M.Sc. Rubén Manturano Pérez
Miembro

DEDICATORIA

Dedico

A Dios por darme vida y salud, a mis padres
Wilmar y Clara, quienes con su ejemplo de
Honestidad, esfuerzo, y perseverancia me
Dieron la fuerza para cumplir mis metas.

Con mucho cariño a mi esposa Teresa e
Hijos Adriano y Victor quienes con su
Alegría y cariño me impulsaron a
continuar esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia de recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Ucayali por proporcionarme los fertilizantes, para el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Roel Velazco del Centro de investigación Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali por proporcionarme los plantones de la especie Shihuahuaco para el desarrollo de la presente investigación.

Al M.Sc. Roly Baldoceda Astete, Vicerrector Académico de la Universidad Nacional de Ucayali, por su orientación dedicación y paciencia como asesor para el desarrollo de la presente investigación.

Al M.Sc Edgar Juan Díaz Zúñiga Rector de la Universidad Nacional de Ucayali por su valiosa información proporcionada, por su orientación y motivación constante para la culminación de la presente investigación.

A los M.Sc. Rubén Darío Manturano Pérez y Oscar Barreto Vásquez, por su valioso aporte en la corrección de la presente investigación.

Al Ing. Manuel Iván Salvador Cárdenas Max Henry Pinchi y Clovis Ramírez, por su colaboración y apoyo en el diseño estadístico de la presente investigación.

Al ing. Jhon Avilés por su colaboración e interpretación de los datos de campo.
A los Ingenieros Franz Orlando Tang Jara, Renán Shahuano Paredes Christian Oliveira Barbaran, Ysela Carbajal Guerrero de la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente por brindar las facilidades administrativas para realizar la presente investigación.

Al señor Juan Huaycama, encargado del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali por brindarme todas las facilidades para el análisis de las muestras tomadas en campo.

Y a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta colaboraron durante la ejecución y culminación del presente estudio de investigación.

INDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DELPROBLEMA..... 3

Formulación del problema..... 3
Objetivos de investigación..... 4
Hipótesis y variables..... 4
Justificación..... 5

CAPITULO II: MARCO TEORICO..... 6

2.1. Antecedentes..... 6
2.2. Planteamiento teórico del problema..... 6
2.3. Generalidades de la especie en estudio..... 12
2.3.1. Clasificación taxonómica..... 12
2.3.2. Descripción de especie..... 12
2.3.3. Distribución y habitad..... 14
2.3.4. Observaciones para el reconocimiento de la especie..... 14
2.3.5. Fenología, polinización y dispersión..... 14
2.3.6. Usos..... 15
2.3.7. Particularidades de frutos y semillas..... 15
2.3.8. Plantación, crecimiento y cuidados..... 16
2.4. Usos de enmiendas orgánicas..... 17
2.4.1. Dosis de aplicación de enmiendas..... 17
2.4.2. Fertilización y tipos..... 17
2.4.3. Generalidades de las rocas fosfóricas..... 19
2.4.4. Descripción de las rocas fosfóricas..... 20
2.4.5. Factores que afectan la eficiencia agronómica de la RF 20
2.4.6. Efecto del fosforo en las plantas..... 21
2.4.7. Los fertilizantes fosfóricos..... 22
2.5. La dolomita..... 23
2.5.1. El encalado del suelo..... 23

2.5.2. La importancia de la cal agrícola en la agricultura..... 25
2.5.3. Definición de términos básicos..... 25

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS..... 28

3.1. Lugar de ejecución..... 28
3.2. Clima..... 28
3.3. Características del suelo..... 30
3.4. Materiales utilizados..... 35
3.4.1. Material genético..... 35
3.4.2. Material de campo..... 35
3.4.3. Insumos..... 35
3.4.4. Equipo..... 35
3.5. Metodología..... 36
3.5.1. Instalación del experimento..... 36
3.5.2. Densidad de la plantación..... 36
3.6. Tratamientos en estudio..... 36
3.7. Variables..... 37
3.8. Diseño del experimento..... 37
3.9. Disposición del campo experimental..... 38
3.10. Muestreo y análisis de suelo..... 40
3.11. Aplicación de enmiendas..... 40
3.12. Mantenimiento de la plantación..... 40
3.13. Medición de los datos biométricos..... 40

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES..... 41
4.1. Evaluación de los datos biométricos..... 41
4.1.1. Altura de planta (cm)..... 41
4.2.2. Diámetro de la planta (mm)..... 43
4.4.3. Numero de hojas por planta (unid)..... 45
4.2.4. Análisis de suelo..... 46

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 50

5.1. Conclusiones..... 50

5.2. Recomendaciones..... 50

BIBLIOGRAFIA..... 51

ANEXOS..... 55

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1: Datos meteorológicos de la zona de Pucallpa..... 28

Cuadro 2: Características físicas y químicas del suelo previo a la instalación del experimento..... 30

Cuadro 3. Tratamientos en estudio..... 37

Cuadro 4. Distribución de tratamientos en un diseño de blocks al azar..... 37

Cuadro 5: Resumen del incremento de las variables..... 41

Cuadro 6. Prueba de Duncan..... 43

Cuadro 7: Parámetros evaluados en los análisis de suelos..... 47

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Diagrama climático de la zona de Pucallpa..... 29

Figura 2: Diagrama de fertilidad de suelos..... 31

Figura 3: Incremento en altura (cm)..... 41

Figura 4: Incremento en diámetro (mm)..... 44

Figura 5: Incremento de las hojas de la especie..... 46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1A: Análisis de variancia.

Anexo 2A: Análisis de variancia para la variable altura.

Anexo 3A: Análisis de variancia para la variable diámetro.

Anexo 4A: Análisis de variancia para la variable número de hojas.

Anexo 5A: Resultados de cada variable respuesta.

RESUMEN

Se probaron diferentes concentraciones de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento inicial de la especie ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco), en el Km. 60 interior 200 metros, de la carretera Federico Basadre, Centro Poblado Neshuya, Distrito de Irazola, Provincia de Coronel Portillo Región Ucayali.

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes: T1= sin roca fosfórica ni dolomita (Testigo), T2= 400 gr. de roca fosfórica, T3=500 gr. de roca fosfórica, T4=600 gr. de roca fosfórica, T5=400 gr. de dolomita, T6= 500 gr. de dolomita y T7=600 gr. de dolomita. Las variables respuestas evaluadas: Altura (cm); Diámetro (cm) y N° de Hojas (unid).

Los tratamientos T7 = 600gr/planta de dolomita y T6= 500g/planta de dolomita, resultaron ser estadísticamente los mejores tratamientos, respecto a los demás, debido a que con estos se obtuvieron mejores resultados. Los tratamientos T4 =600gr/planta de roca fosfórica y T3= 500gr/planta de roca fosfórica respectivamente resultaron ser estadísticamente inferiores respecto a los tratamientos T7 y T6, pero superiores a los tratamientos T5, de 400gr/planta de dolomita, T2 de 400gr/ roca fosfórica y T1 sin fertilizante alguno.

La dolomita constituye una enmienda para mejorar los suelos ácidos del trópico y existe una relación directa entre la cantidad de abonamiento y los parámetros diámetro y altura del Shihuahuaco.

Con respecto a la variable número de hojas los tratamientos T7, de 600gr y T6 500gr de dolomita respectivamente, T4, de 600gr T3 de 500gr de roca fosfórica resultaron estadísticamente iguales, pero superiores a los demás tratamientos: T5, de 400gr de dolomita T2 de 400gr de roca fosfórica y T1 sin fertilizante alguno

SUMMARY

Different concentrations of phosphate rock 60 interior 200 meters were tested and dolomite in the early growth of the species ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco), at Km., The Federico Basadre road Neshuya Town Centre, District Irazola, Coronel Portillo Province of Ucayali Region.

The treatments were: T1 = no or dolomite phosphate rock (Control), T2 = 400 gr. phosphate rock, T3 = 500 gr. phosphate rock, T4 = 600 gr. phosphate rock, T5 = 400 gr. dolomite, T6 = 500 gr. dolomite and T7 = 600 gr. dolomite. The variables evaluated replies: Height (cm); Diameter (cm) and number of leaves (pcs).

The T7 = 600g / treatment plant and T6 = 500g dolomite / dolomite plant were statistically the best treatments, compared to others, because these better results were obtained. Los tratamientos T4 = 600g / ground phosphate rock and T3 = 500 g / plant respectively PR were statistically lower compared to T7 and T6 treatments, but higher than the T5 treatments, 400g / dolomite plant, T2 400g / rock and T1 no phosphate fertilizer.

Dolomite constitutes an amendment to improve the acid soils of the tropics and there is a direct relationship between the amount of composting and Shihuahuaco diameter and height parameters.

With respect to the variable number of sheets treatments T7, T6 600g and 500g respectively dolomite, T4, T3 600gr 500gr of phosphate rock were statistically equal, but superior to other treatments: T5, T2 400g of dolomite 400g of phosphate rock and T1 no fertilizer.

INTRODUCCION

En las últimas décadas grandes superficies de bosques tropicales han sido descremados y transformados a usos agropecuarios, debido a la presión social para satisfacer necesidades básicas de alimentación. En el Perú se tiene aproximadamente 9 millones de hectáreas deforestadas, muchas de las cuales no presentaban el potencial productivo para la práctica de la agricultura y al no brindar el rendimiento esperado han sido abandonadas por sus propietarios (INRENA, 2001).

Con la finalidad de revertir dichas áreas productivamente desde hace 20 años el gobierno a travez de los comités de reforestación a nivel nacional inicio un plan de reforestación con muchas especies forestales comerciales, tanto nativas como exóticas (Angulo, 2005). Este plan no tuvo el impacto esperado, debido a que muchas de esas plantaciones que fueron instaladas no contaban con un estudio previo de caracterización o diagnóstico de sitio, lo que trajo como consecuencia el fracaso de las mismas y la pérdida de recursos económicos, originando desconfianza del desarrollo del sector forestal (Angulo, 2008).

Lo que garantiza el éxito de una plantación es tener en cuenta la calidad de sitio cuyos factores ya son de interés en el proceso de planificación de las actividades a fin de evitar fracasos técnicos y económicos (Vallejo, 1996).la variabilidad edafo climático originando desconfianza juega un rol importante en el crecimiento de las especies arbóreas.

Silviculturamente la calidad de sitio se centra en determinar la condición fisiográfica y edáfica donde se desarrolla la reforestación para contar con información sobre silvicultura referido al comportamiento, crecimiento y productividad, orientando técnicamente a los reforestadores los lugares apropiados para realizar plantaciones con éxito (Vallejo, 1996).

Se cuenta con poca información silvicultural para el establecimiento de plantaciones forestales en el trópico húmedo peruano, que cuenta con condiciones fisiográficas y edáficas muy diversas. Las experiencias de los establecimientos de plantaciones experimentales en el Perú se encuentran localizadas en Chanchamayo, Jenaro Herrera, y Von Humboldt, cuentan con información poco o nada difundida (Flores, 2002).

Ante esta situación que viene atravesando los bosques y con el afán de repoblarlos, se tiene que ir creando paquetes tecnológicos que permitan orientar a los agricultores, autoridades regionales e inversionistas privados, a realizar la reforestación, principalmente en áreas, en donde las condiciones edafoclimatico van ha se favorables para una determinada especie.

La investigación pretendió contribuir a incrementar los conocimientos silviculturales de especies arbóreas comerciales, atreves de plantaciones experimentales establecidas en el Centro Poblado Menor Monte Alegre de Neshuya km 60 interior 200m.

Para el cual se planteó como objetivo, conocer el efecto de diferentes dosis de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento inicial en altura diámetro y numero de hojas de *Dipterix micrantha* (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali; y como hipótesis se enuncio que los diferentes niveles de abonamiento con roca fosfórica y dolomita influyen positivamente en el crecimiento inicial de la especie *Dipterix micrantha* (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

El problema se basa fundamentalmente en el desconocimiento del efecto que ejerce la roca fosfórica y la dolomita en el crecimiento inicial de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco); establecida a campo abierto, en un suelo donde existe un alto contenido de aluminio y un bajo pH por lo que hace indispensable aplicar enmiendas o corrección del pH.

La especie en estudio está siendo evaluada en parcelas establecidas por agricultores, en márgenes de la Carretera Federico Basadre sin la utilización de enmiendas, en base a estas experiencias y otras realizadas en nuestra región se plantea establecer una parcela experimental aplicando dosis de roca fosfórica y dolomita en plántulas de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco); para analizar la respuesta de cada una de ellas.

Entendiendo que los efectos de la disponibilidad del fosforo forme compuestos insolubles con el aluminio y el hierro, y la aplicación de la dolomita disuelve estos compuestos, y permite que el fosforo sea más disponible para ser tomados por la planta, sin embargo aplicar dolomita en suelos cercanos a 7.0 puede provocar que el fosforo forme algunos complejos con el calcio y el magnesio, por esto es mejor mantener algunos cultivos altos en fosforo en rangos de pH entre 6.0 Y 6.8. Fenster y León (1,979).

1.2. Objetivos de la investigación.

Objetivo General.

Contribuir al conocimiento del efecto de dosis de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento inicial de la especie ***Dipterix micrantha***, (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali.

Objetivo específico.

Determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de roca fosfórica y tres dosis de Dolomita en el crecimiento inicial, en altura, diámetro y numero de hojas de la especie ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco) en Neshuya - Irazola – Región Ucayali.

1.3. Hipótesis y variables

Hipótesis General

Los diferentes niveles de abonamiento con roca fosfórica y dolomita, influyen positivamente en el crecimiento inicial, de la especie ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali.

Hipótesis Específica

A mayor nivel de abonamiento con roca fosfórica se obtendrá mayor éxito en el crecimiento inicial de las plántulas de la especie ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali.

Al menos uno de los tres niveles de abonamiento con dolomita incide significativamente en el crecimiento inicial en altura, diámetro y numero de hojas de la especie ***Dipterix micrantha*** (Shihuahuaco) en Neshuya – Irazola – Región Ucayali.

1.4. Justificación

La presente investigación se basó fundamentalmente en probar diferentes dosis de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento inicial de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco). Para contrarrestar la extracción irracional a través de la reforestación.

La extracción irracional de esta y otras especies causa un desequilibrio ecológico y ambiental en los bosques, primeramente porque al talar se altera el habitad de los animales existentes y la destrucción de la micro fauna.

Ante esta situación que viene atravesando los bosques y con el afán de repoblar las áreas deforestadas, se tiene que ir creando paquetes tecnológicos que permitan orientar a los agricultores, autoridades, inversionistas a realizar la reforestación con la aplicación de enmiendas en aquellas áreas donde el problema fundamental es el alto porcentaje de aluminio. Ante esta situación se planteó probar diferentes dosis de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento de esta especie.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

El ámbito de la selva peruana desde 1970 se han ejecutado una serie de proyectos de investigación en silvicultura tropical en especial las estaciones experimentales de Alexander Von Humboldt – Ucayali, estación experimental Jenaro Herrera y campo Experimental Puerto Almendra – Loreto y la Estación Experimental San Ramón – Junín todas en convenio con cooperaciones internacionales, sin embargo no generaron información aplicada a la silvicultura y manejo del bosque húmedo tropical (Flores ,2002).

En el caso de Von Humboldt, las investigaciones se iniciaron en 1974 con el proyecto de "Demostración de manejo y utilización integral del bosque", financiado por PNUD/FAO/PER/71/551. El objetivo principal fue de establecer un programa de investigación silvicultural que sirviera como base para la ejecución de planes de manejo de bosques y que sean aplicada en otras regiones de la amazonia peruana. El proyecto estableció diversos ensayos con especies nativas, el que finalizo en 1978. Lamentablemente por su cercanía a centros poblados rurales y crecimiento de la población el 90% de las áreas fueron invadidas y destruidas (Angulo, 1995).

Desde 1991 la estación experimental agraria de Pucallpa a través de la dirección de investigación forestal con fondos del tesoro público, viene conduciendo los experimentos, asegurando que reciban el mantenimiento y las evaluaciones oportunas de acuerdo al estudio establecido, con la finalidad de que sirva en el futuro como un banco de información silvicultural (Angulo, 1995).

2.2. Planteamiento teórico del problema

Los suelos amazónicos se caracterizan por un nivel de fertilidad muy bajo en la fase mineral. Los suelos llamados de "altura" de la zona de Pucallpa, por ejemplo tienen un alto grado de acidez, una saturación de bases muy baja, contenidos insuficientes de calcio, magnesio y potasio una marcada pobreza en fosforo aprovechable y altos contenidos de aluminio de cambio. (Díaz, 2000 citado por Angulo, 2008).

El INIA y sus socios estratégicos ICRAF Y CIFOR, vienen desarrollando en la región amazónica peruana diversos estudios para rehabilitar suelos degradados a través de plantaciones forestales y agroforestales. Los trabajos de investigaciones han enfocado en el manejo de los suelos a través del uso de enmiendas de roca fosfórica para corregir los problemas de acidez y toxicidad de aluminio y al mismo tiempo aplicando abonos orgánicos.

En un ultisol de Pucallpa se experimentaron durante 25 meses de crecimiento seis especies forestales, con algunos métodos de rehabilitación de purmas y tierras degradadas, en condiciones de suelos enmalezados con cashaucsha (***Imperata brasilienses), sachahuaca (baccharis floribunda)*** y arrocillo (*Rottboellia cochinchinensis*). Las especies que mostraron buena adaptabilidad en orden de crecimiento fueron. Pashaco blanco, seguida del tahuarí amarillo (***Tabebuia serratifolia***), Yacushapana amarilla (***Terminalia oblonga***), Ishpingo capirona y tornillo (Soudre, 2001).

En otro ultisol del bosque Alexander von Humboldt, se fertilizó la especie Shihuahuaco (*Dipterix odorata*), con 200 gramos de roca fosfórica y 1 kg de abono orgánico (compost vegetal), alcanzando 100% de supervivencia, 14.80 m y 16.10 cm. De diámetro (DAP) en cinco años de crecimiento mostrando los arboles un porte alto y cilíndrico en comparación, en un suelo cubierto con mucuna sin fertilización shihuahuaco alcanzo 80% de supervivencia y creció 9.90 m de altura y 13,70 cm de diámetro en el mismo periodo de tiempo (Ricse, 2007)

En otro ensayo (Ucayali), se observó el efecto del diámetro y profundidad de hoyos sobre un suelo compactado y acido (pH 4.6), con la adición de 200gr de roca fosfórica, sobre el crecimiento en altura y sobrevivencia de las siguientes especies "capirona", 2.10 m y 87% de sobrevivencia en hoyos de 20 x 40 cm "bolaina blanca", 2.06 m y 82% de sobrevivencia en hoyos de 20 x 40 cm "caoba" 1.80 m y 66% de sobrevivencia en hoyos de 20 x 60 cm (Gonzales, 1999, citado por Marcelo, 2004).

En otro ultisol de Alexander von Humboldt, Ucayali – Perú la especie "shihuahuaco" plantado sin fertilización, en una parcela con cobertura de "Kudzu" y otra con "centro sema", en 6 años alcanzaron 9.8 m de altura promedio y 12.2 cm de diámetro, y 8.8 % de sobrevivencia. Las mismas especies, en similar periodo de tiempo fertilizado con 200gr de roca fosfórica y 1 kg de abono orgánico (humus de lombriz) alcanzaron 100% de sobrevivencia y crecimiento de 11.05 m de altura y 13.69cm diámetro (dap).

Marcelo C. (2004) evaluó la acción que ejerce la roca fosfórica, dolomita cal sobre los principales macronutrientes, tales como el fosforo, el potasio, el calcio, el magnesio, así como el pH y la acidez cambiable, para lo cual se adiciono estas fuentes en diferentes dosis y se evaluaron cada 60 días. El objetivo fue determinar la fuente que mejor efecto tiene sobra las variables en estudio, y determinar cuál es la dosis más adecuada para realizar enmiendas. Los resultados indican que respecto a la influencia de las fuentes sobre el pH, inicialmente se tiene que la cal, tiene un efecto positivo sobre pH.

Inicialmente se tiene que la cal tiene un efecto positivo sobre el fosforo extractable y a los 20, 80, y 140 días, influyen negativamente. A mayor dosis de cal, menor es la cantidad de fosforo extractable debido a la mayor solubilidad posiblemente se forman compuestos de calcio y fosforo no extractable.

Rodríguez y Paniagua (2002) aplicaron cal y fertilizaron una plantación de teca de 7 años de edad, en santa rosa de poscol, san Carlos, región huetar

norte. Al año de aplicado la enmienda se encontró cambios en el suelo, como disminución en el contenido de acidez, aumento en calcio y magnesio y un equilibrio con el potasio, lo que se traduce en una buena relación de cationes; la materia orgánica también se incrementó.

Estos resultados son preliminares y estadísticamente a un no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Las parcelas se ubicaron en dos sitios separados, llamados lote 1 y lote 2, y al primer año se observan diferencias estadísticas con el diámetro y la altura.

Solla *et al* (2004) encontró que el aporte de cenizas al suelo no revelaron incrementos preocupantes en las concentraciones de metales pesados, a pesar de que algunas de las cenizas utilizadas contenían cantidades moderadas de Mn y Ni. El aporte de cenizas supuso una notable mejoría de la nutrición forestal, principalmente en aquellos elementos que limitaban el crecimiento arbóreo. En algunos casos, se observó una ligera disminución del N foliar, lo que se puede valorar positivamente de cara a la estabilidad y vitalidad de estas plantaciones que generalmente presentan altas concentraciones de este elemento. Como consecuencia de la notable mejoría del estado nutricional de estas plantaciones, el aporte de cenizas derivó en una respuesta positiva en crecimiento y en acumulación de biomasa, sin provocar un empeoramiento de la forma del arbolado en términos de una mayor ramosidad o bifurcaciones, las alteraciones de las propiedades bilógicas de los suelos fueron positivas al mismo tiempo los cambios en la vegetación acompañante del arbolado se valoraron positivamente con el consiguiente beneficio de reducción del riesgo de incendios. Concluyeron que la fuerte acidez de los suelos forestales y la cantidad de nutrientes extraídos durante la explotación forestal pueden ser contrarrestados con la aplicación de cenizas de corteza de madera. Estas cenizas incrementan el valor del pH y las concentraciones de P, K, Ca, y Mg en suelos y hojas mostrándose el Ca como el elemento limitante para la alimentación de plantaciones de Pinus radiata, en terrenos de matorral de Galicia.

Nogales *et. al.* (2002), realizaron un experimento de invernadero dirigido a evaluar los efectos del aporte a suelo de las cenizas procedentes de la cogeneración eléctrica a partir de los alperujos sobre el crecimiento y nutrición de un cultivo de pimiento (***capsicuumannuum***. cv dulce italiano) desarrollado sobre un suelo calcáreo. Se ensayaron cuatro tratamientos; suelo solo; + NPK; suelo + cenizas adicionadas a una dosis que aporta K en cantidad equivalente a la del fertilizante NPK + N y suelo + cenizas adicionadas a una dosis que aporte K en cantidad equivalente a la mitad de la del fertilizante NPK + N. los resultados pusieron de manifiesto que la aplicación de las cenizas suplementadas con nitrógeno al suelo aumento la cosecha de un cultivo de pimiento en un grado similar al promovido por la fertilización de NPK. Estos subproductos se comportaron como excelentes materiales para suministrar potasio a la planta lo que haría innecesario el empleo de fertilizantes químicos potásicos. Sin embargo aunque estos sub productos contienen niveles elevados de fosforo, no se observaron aumentos de la concentración de este nutriente en la planta. Ello fue debido a la naturaleza calcárea del suelo utilizado, que fijo todo el fosforo incorporado con las cenizas. Por tal motivo, es necesario realizar más experimentos utilizando otros tipos de suelo con objeto de confirmar o refutar el comportamiento del P observado en este estudio.

En ultisoles de Alexander von Humboldt suelos ácidos (pH 3.2), en proceso de recuperación, textura franco – arenoso resistencia mecánica de 12.3 kg/cm2,' topografía plano – ondulado, pendiente hasta 30%, "purma" baja de 10m de altura, con vegetación típica de purma compuesto por sachahuaca, cashaucsha, torourco, shapumba, ocuera atadijo, aucatadijo, brachiara con cobertura de kudzu.

En este escenario, en 72 meses de edad y con cobertura de kudzu. El crecimiento en altura (m), y diámetro (diámetro a la altura del pecho) (cm) Shihuahuaco ***Dipteryx odorata*** 11.05 m y 13.69cm, con humus de lombriz y roca fosfórica; Tahuari amarillo ***Tabebuia serratifolia*** 6.33m y 10.66cm, con compost vegetal y roca fosfórica; Quillobordon colorado ***Aspidosperma vargasii,*** 5.17m y 6.82 cm con compost vegetal y roca fosfórica, Huayruro

colorado ***Ormosia coccínea*** 4.27,m y 7.37cm con compost vegetal y roca fosfórica; Estoraque ***Myroxylum balsamum*** 4.23m y 5-59 cm con humus de lombriz y roca fosfórica; Capirona ***Calycophyllum spruceanum*** 3.85m y 3.87 cm con humus de lombriz y roca fosfórica; Caoba ***Swietenia macrophylla*** 3.32 m y 4.37 cm, con humus de lombriz y roca fosfórica (caoba fue atacado por Hypsipyla). Mostrando una diferencia significativa con el crecimiento en altura y diámetro con los arboles testigo no han logrado un crecimiento eficiente por no disponer de nutrientes en la etapa inicial considerando el suelo acido, compactado y con problemas de fertilidad (INRENA, 2001).

Reátegui, (2005) menciona que *Dipteryx* ha sido mencionado como un género que depende de los claros para su crecimiento aunque como la mayoría de las especies de árboles de los bosques maduros, ésta es tolerante a bajos niveles de luz en su estadio de plántula. Para explorar el efecto de la luz en el crecimiento durante los estadios iniciales de *Dipteryx micrantha* Harms. Se hicieron experimentos de trasplante a lugares con diferentes niveles de luz. El crecimiento de plántulas trasplantadas luego de un año de edad a claros del bosque es mayor que el crecimiento de plántulas trasplantadas a la misma edad a sotobosque y ésta relacionados con la luz. Luego de tres a cuatro años, los claros se cierran y los niveles de luz en estos regresan a niveles similares a los del sotobosque. El análisis de regresión escalonada mostro que en los claros la luz es el factor más determinante en el crecimiento en diámetro y altura de plántulas, sin que influyan en este crecimiento, ni el diámetro inicial de la planta ni el numero inicial de hojas. A niveles más altos de luz, como los individuos en plantaciones mixtas o puras, estos crecen comparativamente mucho más que aquellos que crecen en claros. Se observa que la influencia de la luz en el crecimiento depende del nivel de ésta, a si existe una relación entre la luz y el crecimiento, a niveles de luz observados en los claros. Sin embargo no hay relación en niveles de luz tan bajos como en el sotobosque o en ambientes de mucha luz como en las plantaciones puras.

Dipteryx panamensis, una especie con genérica muy estudiada en centro américa y similar ecológicamente a ***Dipteryx micrantha.*** Ha sido clasificada como una especie que requiere de luz como adulto. Sin embargo en sus estadios jóvenes, las especies de bosque primario en general, son extremadamente tolerantes a la sombra (Fetcher *et al*, 1996, citado por Reynel *et al*, 2003).

En efecto, casi todas las especies de árboles de dosel parecen ser tolerantes a la sombra en cierto grado (Clark & Clark, 1987, citado por Reynel *et al,* 2003), por lo que los conceptos de dependencia de claros y necesidades de la regeneración requieren ser redefinidos.

Los claros permiten un incremento en los niveles de luz y consecuentemente el crecimiento de las plantas pero al "cerrarse" en unos años, se retorna a niveles de luz similares a los del sotobosque, como hemos visto en el presente trabajo y otros (De Steven, 1988; Brokaw & Whitmore, 1992, mencionados por Reynel *et al*, 2003).

2.3 Generalidades de la especie en estudio

2.3.1. Clasificación taxonómica

Familia*:* Leguminosae (Faboideae)

Nombre científico*: Dipteryx micrantha* Harms
Nombre común*:* "Shihuahuaco"
Sinónimo botánico*: Coumaruna micrantha* (Harms) Ducke (Daza, 2003, citado por Reynel *et al, 2003*)

2.3.2. Descripción de la especie Dipteryx micrantha (Shihuahuaco)

Árbol. De unos 50-150 cm. de diámetro y 20-35 m de altura total, con el fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas de hasta 1 m de alto.

Corteza externa. Lenticelada, color marrón claro a grisáceo o verdusco; presenta escamas de ritidoma que desprenden aisladamente dejando huellas impresas ("martillado"), las lenticelas de 2-4 mm de diámetro.

Corteza interna. Granular, color amarillo pálido, con gránulos de color blanquecino y amarillo oscuro.

Ramitas terminales. Con sección circular, color marrón oscuro cuando secas, de unos 4-9 mm de diámetro, finamente agrietadas y glabras.

Hojas. Compuestas imparipinnadas, alternas y dispuestas en espiral, de 13-30 cm de longitud, el pecíolo de 4-8 cm. de longitud, éste y el raquis acanalados y estrechamente alados, las alas de 1-2 mm de ancho, el raquis terminado en un mucrón lanceolado y alargado, de 2-3.5 cm de longitud, los foliolos 4-7 pares, oblongos, de 4-10 cm de longitud y 2-3.5 cm de ancho, enteros, los nervios secundarios 10-14 pares, promínulos en ambas caras, el ápice de los foliolos obtuso a agudo, cortamente acuminado, la base obtusa a rotunda, las láminas glabras, coriáceas, rígidas.

Inflorescencias. Panículas terminales o axilares de 10-20 cm de longitud, multifloras.

Flores. Hermafroditas, zigomorfas, de 0.8-1.2 cm de longitud, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 1-2 mm de longitud, el cáliz de 3-5 mm de longitud, la corola rosada, de 6-10 mm de longitud, el androceo 5-7 mm de longitud, con varios estambres, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma capitado.

Frutos. Oblongoides de 3-6 cm de longitud y 2-4 cm de diámetro, leñosos, indehiscentes, la superficie de color amarillento, el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla única.

2.3.3. Distribución y hábitat

Región Amazónica, mayormente debajo de los 700 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en zonas con una estación seca marcada; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, en suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media.

2.3.4. Observaciones para el reconocimiento de la especie

Se le reconoce por la corteza externa con escamas de ritidoma que se desprenden aisladamente dejando huellas impresas ("corteza martillada") y por su madera singularmente dura. Adicionalmente, las hojas son muy características por el raquis acanalado, estrechamente alado y terminado en un mucrón lanceolado y alargado de 2-3.5 cm. de longitud.

2.3.5. Fenología, polinización y dispersión.

Floración durante la estación seca y fructificación a fines de ésta. Estudios efectuados en otra especie del género, ***Dipteryx panamensis***, evidencian que cada árbol abre pocas flores cada día por un tiempo de varios meses (CATIE, 1998 mencionado por Reynel *et al*, 2003).

La polinización es efectuada principalmente por abejas medianas y grandes, las cuales pueden viajar distancias considerables. En Costa Rica, se indica que pueden polinizar a ***Dipteryx panamensis*** las siguientes especies: ***Bombus pullatus, Centris* spp., *Epicharis* spp., *Megachile* sp., *Melipona flavipennis, Mesoplia* sp., *Trigona musarum.*** El patrón de floración, con pocas flores abriéndose cada día, sugiere que ***Dipteryx*** es de polinización cruzada obligada (Flores, 1992).

La dispersión es efectuada principalmente por murciélagos (*Artibeus jamaicensis, A. lituratus, Carollia spp.*) los cuales desprenden los frutos y los llevan a lugares seguros para consumir sin peligro el jugo oleoso del

mesocarpio o pulpa. Monos (*Ateles spp.)* y roedores grandes (*Dasyprocta sp., Myoprocta sp.*) pueden ser también dispersadores eventuales.

2.3.6. Usos.

Es apta para el torneado, tiene buena durabilidad y es resistente a la humedad. Con ella se elaboran parquet, elementos de construcción que requieren mucha resistencia. La madera es de muy buena calidad, extraordinariamente dura y pesada, de color blanquecino y perduración, tales como puntales y vigas mangos de herramientas, postes y chapas decorativas (INIA- OIMT, 1996, mencionado por Reynel *el al, 2003*).

2.3.7. Particularidades de frutos y semillas

a) Numero de semillas / kg; para ***Dipteryx odorata*** se reportan 32 semillas /kg (Alencar & Magallanes, 1979 mencionado por Reynel et al, 2003) y también 48 semillas /kg con una pureza de 75% (Pereira, 1982 citado por Reynel *et al, 2003*); en ***Dipteryx panamensis*** y 35 – 78 frutos/ kg (CATIE, 1998b citado por Reynel *et al 2003*).

b) Propagación por semilla (Sexual), para la especie con genérica ***Dipteryx panamensis,*** se ha recomendado cosechar los frutos directamente del suelo y trasladarlos en bolsas plástica para su procesamiento posterior, las bolsas deben de contener algo de agua, es crucial que la semilla no se deshidrate y sea sembrada lo antes posible luego de colectada (CATIE, 1998b citado por Reynel *et al 2003*).

c) Tratamientos pre germinativos; se debe eliminar el mesocarpio de los frutos recién colectados para acelerar la germinación, las semillas se pueden enterrar en suelo arenoso por unos quince días (5 cm) y luego ser extraídos a la superficie o muy cerca de ellas (mayor a 1cm).

d) Inicio y finalización de la germinación; la germinación en D. odorata se produce entre los 27 – 57 días luego de la siembra, aunque en otras especies del genero hay registros diversos, iniciándose desde los 10 días hasta los cien días luego de la siembra, se reporta que la

germinación es epigea (Melhem, 1974, 1975; Alencar & Magalhaes, 1979; Pereira, 1982[a] citados por Reynel *et al, 2003)*

e) Poder Germinativo; para Dipteryx odorata hay registros de poder germinativo de 70 – 80% (Flinta, 1960; Alencar & Magalhaess, 1979 citados por Reynel *et al,* 2003).

f) Manejo de la especie en vivero; Las semillas se siembran en camas o bancales de almácigo cubriéndolas levemente con tierra y se trasplantan a bolsas plásticas 15-22 días después de la germinación (Flores, 1992). Alcanzan 20-30 cm de altura a los 130 días de iniciada la germinación. Es conveniente ubicarlas en terreno definitivo cuando las plantas alcanzan un metro de altura o 2 cm de diámetro en el cuello. Esto se efectúa bajo la forma de seudo estacas previa poda de raíz; con este método la supervivencia es de 80–85 (Flores, 1992).

Para la especie D. panamensis, se reporta que loros y pericos se alimentan de los frutos caídos. Numerosos insectos se alimentan de los frutos y las larvas ovipositan en el mesocarpio. En éste proliferan también hongos.

g) Almacenamiento de las semillas; no se conoce de una técnica que pueda mantener las semillas viables por mucho tiempo. Bajo condiciones ambientales las semillas pierden la viabilidad luego de 8–10 días (Flores, 1992). Flinta (1960 mencionado por Reynel *et al,* 2003) afirma que las semillas pueden almacenarse hasta por 9 meses. Ensayos efectuados con semillas almacenadas de D. panamensis por un mes en aserrín húmedo al 30% y a temperatura de 10-15°C muestran que se conserva una viabilidad de 53-63% (CATIE, 1998b citado por Reynel *et al,* 2003).

2.3.8. Plantación, crecimiento y cuidados

El crecimiento inicial puede ser muy bueno cuando se instala en suelos aluviales con buen drenaje. Se han registrado incrementos medios anuales

de 1.0 m de altura en una plantación de 3 años en Tambopata (Madre de Dios) sobre este tipo de suelo. Contrastando con ello, hay registros de incrementos medios anuales de 0.57 m de altura para Dipteryx odorata en una plantación de 8 años en la reserva forestal Ducke en Manaus Brasil (Volpato *et al,* 1973, citado por Reynel *et al*, 2003)

2.4. Uso de enmiendas orgánicas.

El uso de enmiendas orgánicas en suelos agrícolas ha sido una práctica ancestral que ha ido evolucionando en paralelo con los avances tecnológicos en la producción agrícola. En los inicios de la agricultura los guanos de origen animal y otros residuos orgánicos, como por ejemplo los residuos de cultivos, eran utilizados como única fuente de nutrientes para el suelo. Con posterioridad el uso de fertilizantes inorgánicos se masificó constituyéndose en el principal recurso de nutrientes, principalmente en la agricultura intensiva. En Europa el reciclaje y compostaje de materiales orgánicos es una práctica común (Artiola, 1996).

2.4.1. Dosis de aplicación de enmiendas.

La selección de dosis adecuadas de aplicación de enmiendas orgánicas tiene ventajas tanto económicas como ambientales. Como recomendación general se debe ajustar las dosis de aplicación a los rendimientos de cultivos o pradera esperados, tomando en cuenta la capacidad de aporte del suelo, rotación de cultivos previa, y aplicaciones de residuos orgánicos en años anteriores (Sylvester- Bradley, 1993; Paul y Beauchamp, 1993, mencionados por Artiola, 1996). A demás la dosis a aplicar debe considerar el desbalance nutricional propio de este tipo de residuos orgánicos (por ejemplo la alta relación P; N que supera la relación de absorción por las plantas cultivadas.

2.4.2. Fertilización y tipos.

Los objetivos de la fertilización son entregar el complemento nutricional para que las plantas se desarrollen adecuadamente y tenga un rápido crecimiento (Toro, 1995, citado por Gerding, 1997), naturalmente en la medida que el

suelo es menos fértil requiere más fertilizaciones. En todos los casos resulta fundamental considerar la época de fertilización de acuerdo con las características del sitio (clima, suelo), para el mejor aprovechamiento del fertilizante. Especial cuidado se debe tener en cuenta que la fertilización es una decisión económica y el éxito de ella depende del nivel de respuesta (valorizado en términos económicos) y del costo incurrido en esta medida de manejo (Gerding, 1997), clasifica cuatro formas de fertilizar.

a) Fertilización durante la preparación de suelo; consiste en la aplicación de fertilizantes de baja solubilidad, o con menor riesgo de pérdida por lixiviación, durante la preparación física del suelo (subsolado arado) previa al establecimiento de la plantación. En general se trata de productos como rocas fosfóricas u otros fertilizantes fosfatados que servirán de apoyo nutricional por largos periodos (varios años) a la plantación. Otras fertilizaciones en esta ocasión dependen de la época en que se plantara posteriormente, para evitar pérdidas por lixiviación. Este tipo de fertilización es recomendable para suelos pobres, erosionados o agotados nutricionalmente por el uso anterior, en los cuales es necesaria una preparación física del suelo.

b) Fertilización localizada al plantar; es la fertilización que se realiza al momento de plantar o hasta algunas semanas posteriores a la plantación durante el primer año o periodo de crecimiento. El fertilizante se localiza en el hoyo de plantación o cercano a la planta recién plantado. Es muy importante la localización adecuada del fertilizante para no provocar daños e incluso la muerte de las plantas; esto depende de varios factores como el tipo de fertilizante, la dosis, el tipo de suelo y la época de fertilización.

c) Fertilización correctiva; consiste en la aplicación de fertilizantes cuando ya se ha expresado una deficiencia nutritiva en forma de síntomas visuales o ha sido diagnosticada a través de análisis foliar. En tal caso puede corregirse dicha deficiencia tempranamente a través de fertilización ya que tales deficiencias se manifiestan más frecuente e

intensamente en la fase de crecimiento acelerado de la plantación (en sus primeros años)

d) Fertilización productiva; en este caso la fertilización tiene por objetivo aumentar la producción madera, para ello dicha fertilización debe de realizarse normalmente, a continuación de otras intervenciones silviculturales como los raleos y podas. Parea asegurar espacios (con recursos como agua luz) a los árboles remanentes. De esta manera los árboles pueden reacción a la fertilización con un incremento o mejoramiento de su copa y consecuentemente, con un aumento del volumen de madera. Estas fertilizaciones generalmente se asocian al primer raleo (raleo a desecho o raleo no comercial) y al segundo raleo (raleo comercial), cuando la plantación todavía tiene una edad relativamente joven para reaccionar eficientemente (Gerding, 1997).

2.4.3. Generalidades sobre las rocas fosfóricas

Se denomina roca fosfórica FAO (2007) a las unidades litológicas y compuestos químicos que presentan alta concentración de minerales fosfatados por procesos naturales, usualmente de la serie apatito- francolita, es también el producto obtenido de la extracción de una mina y del procesamiento subsiguiente de los minerales fosfatados.

A si mismo manifiesta que los sedimentos o rocas con menos de 10% volumétricamente de fosfatos, reciben la denominación de fosfático, pero si el porcentaje de $P_2 O_5$. Es superior al 20% recibe el nombre de fosforita. En un deposito mineral, el contenido de fosfato, se expresa como porcentaje de pentoxido de fosforo $P_2 O_5$ el cual es un indicativo de la pureza del mismo.

Los depósitos de RF más importantes son de origen sedimentario (UPME, 2005), seguido por complejos ígneos alcalinos ricos en apatito [Ca_5(F, Cl, OH)---(PO_4)3],que representan una mezcla entre fluoroapatito (Ca_5(F) – (PO_4)3], hidroxiapatito [Ca_5(OH)(PO_4)3], y Cloroapatito [Ca_5(Cl)- PO mnbvc_4)3].

La composición química de los dos primeros dos minerales es de 55,5% Ca O, 42.3 % P2O5 y 53.8 % Ca O, 41% P2 O5 y 6.8% de Cl, respectivamente. El apatito de flúor es el más difundido en la naturaleza, el cual se encuentra en las rocas acidas, mientras que el apatito con cloruro aparece en las rocas básicas.

2.4.4. Descripción de las rocas fosfóricas

Las RF (UPME, 2005, mencionado por FAO, 2007) se dividen en dos grupos importantes; las que albergan menas apatito (rocas ígneas y metamórficas), y las que acumulan las menas sedimentarias llamadas fosforitas principalmente con francolita y colofanita. Entre las menas industriales de apatito, se conocen dos grandes grupos: las menas apatitas propiamente dichas, y las menas complejas con contenidos elevados de apatito. La fosforita, por otra parte se define como una formación sedimentaria compuesta por diferentes minerales (cuarzo, calcita, materiales arcillosos), y fosfatos, representados fundamentalmente por fluoroapatito o minerales cercanos a él. Los fosfatos están representados por la variedad micro cristalina denominada francolita y la criptocristalina colofanita. El contenido de P_2O_5 varía de 3 a 36%.

2.4.5. Factores que afectan la eficiencia agronómica de RF.

Entre los factores FAO (2007) que afectan la eficiencia agronómica de las rocas fosfórica, se encuentran:

- Reactividad de las rocas fosfóricas
- Propiedades del suelo
- Las condiciones climáticas
- Especies cultivadas
- Las prácticas de manejo

La reactividad de las rocas fosfóricas es una medida de la tasa de disolución del contenido de P bajo condiciones estándar de laboratorio en un suelo dado o bajo ciertas condiciones de campo.

A si mismo manifiesta que la composición química y el tamaño de partículas determinan la reactividad de las RF, siendo las RF de origen sedimentario las más reactivas. Las propiedades químicas que influencian la reactividad de las RF son la estructura del cristal de fosfato (apatita) y la presencia de minerales accesorios, especialmente el carbonato de calcio incrementando la sustitución de fosfato por carbonato en la estructura del cristal, lo cual generalmente aumenta la reactividad de las RF.

Indica también para que una RF dada sea agronómicamente eficiente no solamente de debe de disolverse, sino que también debe estar disponible para las plantas. Las propiedades del suelo que favorecen la disolución de las RF son un pH acido menos de 5.5, una baja concentración de iones Ca en solución, un cabo nivel de fertilidad en P y un alto contenido de materia orgánica. La disolución de la RF puede expresarse mediante la ecuación:

$Ca_{10}(PO_4)\,6F_2 + 12\,H_2O$ ------- $10Ca_2 ++ 6\,H_2\,PO_4 + 2F- + 12OH.$

Si bien la reacción arriba indicada, corresponde a una RF del tipo flúor apatita, se aplica también a los otros minerales del grupo de las apatitas, que comprenden las RF reactivas.

2.4.6. Efecto del fosforo en las plantas

El fosforo en suelo puede clasificarse en general como orgánico e inorgánico dependiendo de la naturaleza de los compuestos en que se halla. La fracción orgánica se halla en el humus y otros materiales orgánicos que pueden o no estar asociados en el o la fracción inorgánica, se hallan en numerosas combinaciones con hierro, aluminio, calcio, flúor y otros elementos, conforme afirma Tisdale, (1982); también expresa que el contenido de fosforo inorgánico en los suelos es casi siempre mayor que el fosforo orgánico. Una excepción a esta regla seria como es lógico, el

contenido en fosforo en los suelos predominantemente orgánicos, además fosforo en solución en el terreno, el fosforo se absorbe por las plantas sobre todo como iones orto fosfatos primarios o secundarios que se halla en solución en el suelo.

La concentración de estos iones en la solución del suelo y al mantenimiento de esta son de mayor importancia para el crecimiento de las plantas, Tisdale (1982); también menciona que el mantenimiento de una adecuada concentración de fosforo en la solución suelo depende entre otras cosas de la proporción relativa de formación y descomposición de la fracción inorgánica del suelo para reaccionar o fijar los orto fosfatos solubles en una insoluble o ligeramente soluble. Este equilibrio puede ser esquemáticamente ilustrado como sigue:

Pen combinaciones – Pen soluciones-

Ellos pueden ser temporalmente alterados por la adición de fertilizantes a base de fosfatos solubles por la inmovilización del fosfato soluble por los microorganismos y por una rápida mineralización de la materia orgánica como ocurría al arar y al cultivar; afirma también que el fosforo nativo en los suelos se origina ampliamente por la desintegración y descomposición de los minerales que contiene apatita Ca 10 (PO_4) 6 (F, Cl, $OH)_2$. El fosforo se encuentra en el suelo como fluoroapatito finamente dividida en hidroxiapatitito o cloro apatita, como hierro o fosfato de uno de los compuestos o en combinación con la fracción de barro, también se halla en combinación con el humus y otras fracciones orgánicas, así mismo indica que el fosforo en los suelos ácidos: la retención de fosfatos por la fracción mineral de los suelos ácidos se cree generalmente que resulta por la acción de los iones orto fosfatos con el hierro y el aluminio y posiblemente con los barros que contienen silicatos.

2.4.7. Los fertilizantes fosfóricos

La roca fosfóricas se obtienen de los yacimientos naturales y se muele finamente para aplicarse directamente al suelo, las mejores rocas fosfórica se encuentran en el norte de áfrica y contiene alrededor de 29% de $P_2 O_5$ son completamente insolubles en agua y no hay prueba química satisfactoria para evaluarlos para ser molidos. Las rocas fosfóricas se descomponen lentamente en suelos áridos y lentamente se hacen asimilables para las plantas. No se disuelven en suelos neutros por que no se usaran en suelos con pH de 6.5 o más afirma Cooke, G. (1979).

La roca fosfórica es un fertilizante orgánico que abunda mucho en nuestro país y su costo en el mercado es cómodo, tiene una composición química muy rica en cuanto a P_2O_5, Na_2O, K_2O, Ca O, Mg O, SiO_2, $Al_2 O_3$, $Fe_2 O_3$ (Fassbender, 1980).

2.5. La dolomita

Flores S. (2009). La dolomita es un mineral bastante común en las rocas sedimentarias continentales y marinas, se puede encontrar en capas de varios cientos de metros y es uno de los minerales más difundidos en las rocas sedimentarias carbonatadas; se forma por la acción del agua rica en magnesio, sobre depósitos calcáreos, en donde se produce una progresiva sustitución del calcio por el magnesio, a este proceso se le denomina dolomitizacion, y es un caso concreto de los procesos de sustitución en general o metasomatismo (sustitución de una sustancia por otra), también se forma por actividad hidrotermal 2CaCO3 + Mg+ 2 –Ca Mg (CO3)2 + Ca2 +. El yacimiento de dolomita natural se encuentra comprendido entre la cordillera central y oriental de la parte central del Perú. (Hernández. T. 2002).

Composición química

- Calcio : 21.73 % Ca 30.41 % CaO
- Magnesio : 13. 18 % Mg 21.86% MgO
- Carbono : 13.03 % C 47.73 % CO_2
- Oxigeno : 52.06 % O --- TOTAL OXIDOS

Formula quimica Dolomita Ca Mg (CO3)

2.5.1 El encalado del suelo

Uno de los más importantes problemas para la producción agrícola en las regiones tropicales húmedas, como en el caso de la mayor parte de suelos de nuestra región es la acidez del suelo y como es conocido, el encalado es una práctica utilizada para su corrección, sin embargo muy pocos agricultores lo utilizan, no obstante haberse demostrado en otros países como Brasil, que su empleo en cultivos no tolerantes a la acidez ha permitido doblar la productividad de las plantas elevando la relación beneficio/costo hasta el 20:1 en un periodo de cuatro cosechas con gran beneficio para el agricultor (Cuaggio.J. 2000, mencionado por Geldrez, 2005).

El poco uso de las enmiendas del suelo de nuestra región; se debe seguramente al desconocimiento de sus ventajas así como la poca disponibilidad en el mercado local no obstante contar con grandes canteras será una mayor promoción y difusión de sus ventajas para incrementar su consumo y comercio de estos productos.

Existe varios materiales para encalar los suelos todos provenientes de rocas calizas o que contienen calcio, siendo las más comunes la cal agrícola o ($CaCO_3$) carbonato de calcio y la dolomita ($CaCO_3$ + $MgCO_3$) como es fácil entender la dolomita tiene mayor ventaja que la cal por cuanto además de calcio aporta también magnesio a la solución suelo, las

proporciones aproximadas de 40% de calcio y 10% de magnesio (Malavolta, 1976).

La calidad de material para encalar se determina por el poder relativo de neutralización total (PRNT), también denominado carbonato de calcio efectivo que es una medida de la calidad del correctivo y está en función de dos características:

- El equivalente en CaCO3 (valor de neutralización)
- El tamaño o finura de las partículas (reactividad)

El PRNT de la dolomita esta entre 90- 95 % y su reactividad será mayor y más rápida cuanto más finamente molida sea el producto (Cuaggio, 2000, citado por Geldrez, 2005).

Referente a la cantidad de enmienda a utilizar esta en relación directa al nivel de acidez. Que queremos mejorar y al nivel hasta el cual deseamos que llegue esta acidez. Según referencias de trabajos de investigación realizados en yurimaguas se han obtenido respuestas favorables desde adiciones de 500 kilos de (Ca CO_3) por hectárea y la respuesta será mejor a una mayor cantidad de la enmienda hasta cierto límite, puesto que el exceso o sobre encalado también ocasiona problemas de desequilibrios nutricionales al alterarse las relaciones catiónicas. (Sánchez y Salinas, 1982).

2.5.2. La importancia de la cal agrícola en la agricultura.

El uso apropiado de la cal agrícola es uno de los factores más importantes en la producción exitosa de cultivos. El exceso de acidez es uno de los principales obstáculos para la obtención de altos rendimientos y productividad de los suelos a largo plazo.

Los beneficios de un programa de confiable de encalado son los siguientes:

1. La cal agrícola mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.
2. La cal agrícola mejora la fijación simbiótica del nitrógeno (N) en las leguminosas.
3. La cal agrícola influye en la disponibilidad de nutrientes para la planta.
4. La cal agrícola reduce la toxicidad de algunos elementos minerales.
5. La cal agrícola mejora la efectividad de ciertos herbicidas.
6. Las cales agrícolas aportan Calcio (Ca), Magnesio (Mg), y otros nutrientes minerales

2.5.3. Definición de términos básicos

- **Área degradada:** Suelo que generalmente ha sufrido un proceso de perdida de material superficial, perdida de nutrientes o pérdida de su estructura original.
- **Cal agrícola:** Material compuesto por carbonato de calcio obtenido después de moler y pulverizar la piedra caliza de alta pureza.
- **Dolomita:** O caliza de magnesio, es un carbonato doble de calcio y magnesio.
- **Enmienda**: Es el aporte de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos.
- **Efecto**: Es aquello que se consigue por virtud de una causa o el fin para que se hace una cosa.
- **Fertilizante**: son la sustancia liquida o solida de origen vegetal animal o química utilizada enriquecer el suelo y lograr una nutrición vegetal equilibrada para favorecer el crecimiento y lograr un buen rendimiento.
- **Heliofita:** Cualquier especie de planta que requiere de plena exposición a la luz.
- **Incidencia**: Refleja el número de nuevos casos en un periodo de tiempo, es un índice dinámico que requiere seguimiento en el tiempo de la población de interés. Se puede medir con dos índices: Incidencia acumulada y densidad (o tasa) de incidencia.

a) Incidencia acumulada. Es la proporción de individuos que desarrollan el evento durante el periodo de seguimiento.

Se calcula: $$IA_{(ot)} = \frac{N^{\circ}\ eventos\ nuevos}{N^{\circ}\ individuos\ suceptibles\ al\ comienzo}$$

b. Densidad (o tasa) de incidencia. La densidad, o tasa, de incidencia es el cociente entre el número de casos nuevos ocurridos durante el periodo de seguimiento y la suma de todos los tiempos de observación. Se calcula

$$DI_{(t_0,t)} = \frac{N^{\circ}\ eventos\ nuevos}{\sum_{i=1}^{N} \Delta t_i}$$

- **Lixiviación:** líquido que se ha filtrado a través de los residuos sólidos u otros medios.
- **Porcentaje de sobrevivencia**. La tasa de supervivencia a menudo se expresa como un índice de supervivencia en el tiempo que se realizara el experimento.
- **PRNT:** Es el poder relativo de neutralización total.
- **Suelo acido:** son suelos que tienen una cantidad considerable de iones hidrogeno, puede ser debido a causas naturales o provocada por el hombre.
- **Toxicidad:** Capacidad o la propiedad de una sustancia para causar efectos adversos.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en el fundo de un productor, ubicado en el centro poblado menor de Neshuya distrito de Irazola provincia de coronel portillo departamento de Ucayali, geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 18 L O503473, 9044226. S. O8° 38´ 993" y WS. 074° 58' 233".

3.2. Clima

El clima de esta zona esta deducida a partir de la información proveniente del servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), estación San Jorge, a 54 km de la ciudad de Pucallpa, con registros continuados de 25 años (1954 – 1978) se caracteriza en términos generales por ser cálido y húmedo.

Cuadro 1: Datos meteorológicos de la zona de Pucallpa, Perú (promedio 25 años).

Meses	TEMP	Humedad Relativa	HORAS DE SOL	PRECIP.	Precipitación Pluvial	ETP	EXESO	DEFICIT
	°C	(%)		mm.	(mm)	mm	mm	mm
ENERO	25.8	79	112	155.5	534.33	110.4	45.1	
FEBRERO	25.5	82	77.7	215.7	549.66	103.2	112.5	
MARZO	25.5	78	85.5	217.9	508.33	93.6	124.3	
ABRIL	25.2	78	88.8	158.2	368.33	102	56.2	
MAYO	24.7	76	107.5	118.9	204.5	106.9	12	
JUNIO	24.4	74	119.3	60.5	227.8	105.6		48.1
JULIO	23.6	75	162.3	76.5	56	97		20.5
AGOSTO	24.9	74	174.9	81	159.33	125.6		44.6
SETIEMBRE	24.4	77	140.2	119.7	164.86	108.9	10.8	
OCTUBRE	25.4	79	131.1	187.4	353	94.6	92.0	
NOVIEMBRE	25.4	77	109.1	189.9	533.14	102.9	87	
DICIEMBRE	25.6	76	105.1	171.6	297.43	110.7	60.9	
PROMEDIO	25.6	77	112.8					
Promedio anual de precipitacion				1,752.8mm.				
Promedio anual de Evapotranspiracion Potencial				1,261.4 mm.				
Fuente: Estacion Meteorologica Principal del SENAMHI. San Jorge(Km 54 CFB), Pucallpa.								

Como se muestra en el cuadro 1, la temperatura media anual es de 25°C, con ligeras variaciones entre los meses del año (23,6°C en julio y 25,8°C en enero); la humedad relativa en promedio es de 77%, el mes de julio es el menos húmedo (74%) y febrero el más húmedo (82%); las horas de sol en promedio por mes alcanzan a 112.8, coincidiendo con el mes más húmedo, febrero es el mes con menos horas de sol (77.7), julio y agosto, son los meses con mayor horas de sol (162.3, y 174.9 respectivamente), también coincidiendo con los meses de menor humedad. (DIAZ. E. 2007).

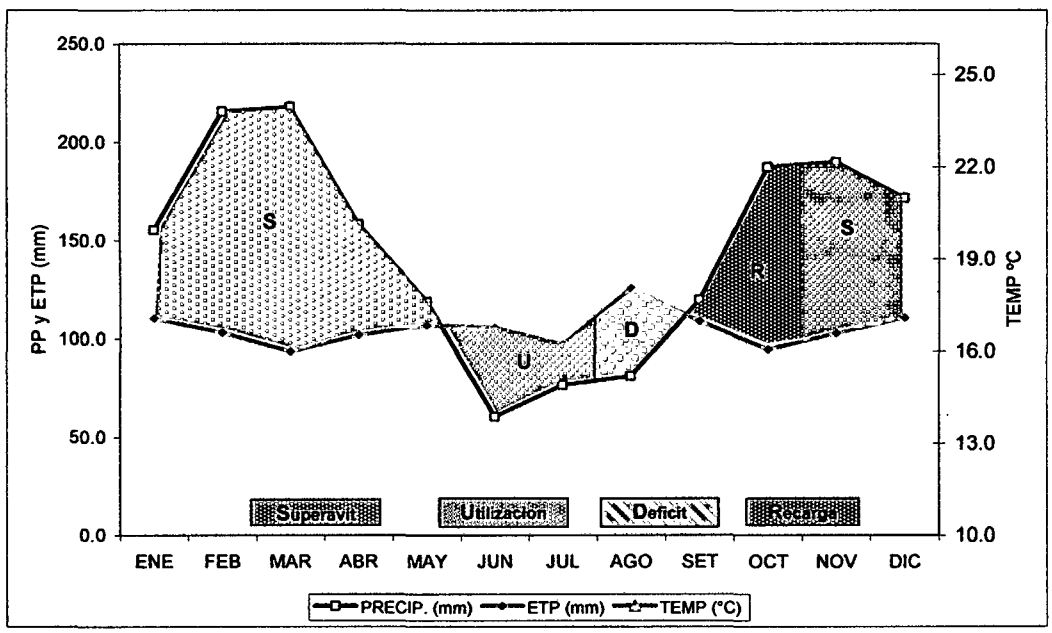


Figura 1: Diagrama climático de la zona de Pucallpa, con datos de la estación meteorológica principal de (san Jorge. Km 54 de la CFB) SENAMHI. Pucallpa, Perú, elaborado por Díaz E.2007).

La precipitación pluvial alcanza a 1752.8 mm/año, presentándose tres periodos bien definidos; un periodo seco caracterizado por bajas precipitaciones (60.5 a 81.0 mm/mes), que ocurre en los meses de junio julio y agosto, un periodo de medianas precipitaciones (118.9 a 158,2 mm/mes)que ocurre en los meses de abril, mayo setiembre, enero y otro periodo de altas o abundantes precipitaciones que ocurre en los meses de octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo (171.6 a 217.9 mm/mes). La

evapotranspiración potencial (ETP) alcanza a 1261.4 mm/año) y precisamente en el periodo seco, ETP supera a la precipitación, presentándose una situación de déficit de agua en el suelo. (Díaz. E. 2007).

3.3. Características del suelo

Fisiográficamente estos suelos se ubican dentro del paisaje de terrazas altas y se han originado a partir de depósitos de materiales sedimentarios correspondientes a los finales del terciario e inicios del cuaternario. Taxonómicamente se clasifican en el orden ultisoles, sub orden Udults, Gran grupo paleudults, Sub grupo Typic Paleudults. (Díaz, 2000).

Las características físicas y químicas, se presentan en el cuadro 2, con datos del análisis inicial realizada en el laboratorio de suelos de la universidad Nacional de Ucayali.

Cuadro 2: Características físicas y químicas del suelo previo a la instalación del experimento en la zona de Neshuya – Irazola – Pucallpa, Perú.

PROPIEDAD	VALOR	INTERPRETACION
Profundida (cm)	30	
% Arcilla	17.7	
% Limo	0.25	
% Arena	82.05	
Clase textural	Franco arenoso	
pH	4.21	Extremadamente acido
% Materia organica	1.82	Bajo
Nitrogeno organico (%)	0.09	Bajo
P (ppm)	3.16	Bajo
Aluninio Cmol (+) Kg de suelo	3.18	Alto
K Cmol (+) kg de suelo)	0.15	Bajo
Ca Cmol (+) Kg de suelo	0.90	Muy Bajo
Mg Cmol (+) Kg de suelo	0.29	Muy Bajo
CICE Cmol (+) Kg de suelo	4.52	Muy Bajo
Sat. De Aluminio (%)	70.35	Muy alta
Sat. De bases (%)	29.65	Baja

El suelo se caracteriza por presentar una textura Franco Arenoso (Fco Ar). Químicamente es de reacción extremadamente acido (pH 4.21), con baja

saturación de bases 29.65% y consecuentemente una alta saturación de aluminio 70.35%; el contenido de Materia Orgánica es bajo 1.82%, Nitrógeno Orgánico bajo 0.09%, el contenido de fosforo es de nivel extremadamente acido (3.16 mg / Kg -1); el contenido de potasio es de nivel bajo 0.13 K Cmol (+) kg de suelo). La capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE) 4.52 Cmol (+) Kg de suelo, considerado también de un nivel muy bajo es decir que este suelo es de baja fertilidad y alta saturación de aluminio, presentando serias limitaciones para el normal desarrollo y productividad de los cultivos.

Para la interpretación de los principales indicadores de la calidad del suelo en donde se instaló el experimento, se trabajó con el diagrama de fertilidad de suelos elaborado por (Díaz, 2007).el mismo que se muestra en la figura, corroborando la interpretación textual sobre sus principales características.

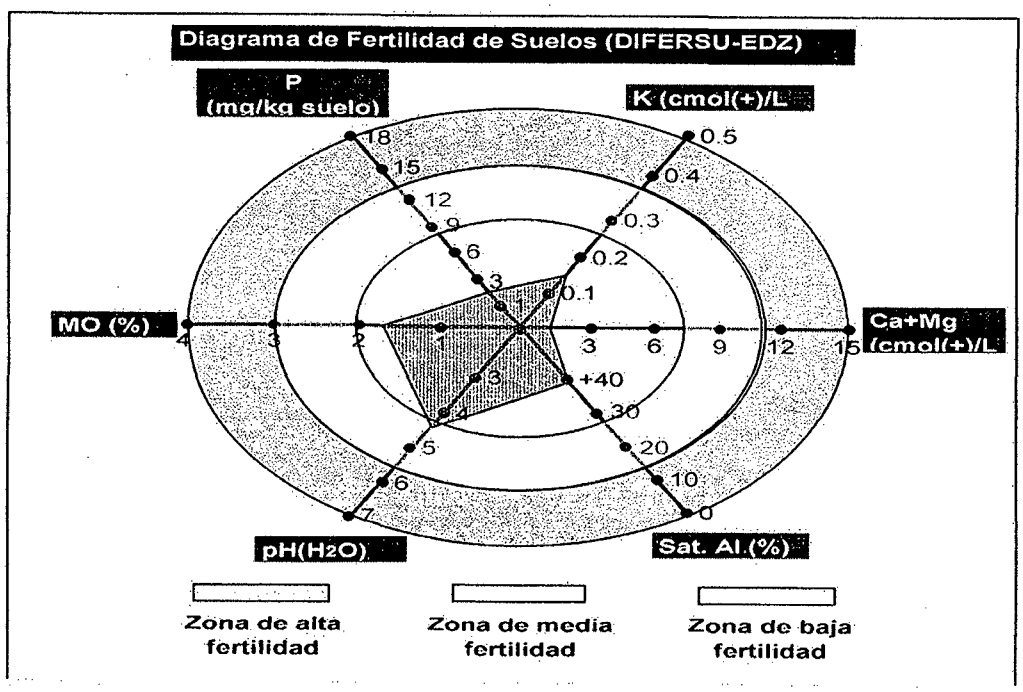


Figura 2: Diagrama de fertilidad de suelos

Vallejo (1996), manifestó que los principales factores edáficos que afectan el crecimiento de las plantas son: la textura, estructura, profundidad materia

orgánica, acidez del suelo, presencia de nitrógeno, calcio, magnesio, potasio y fosforo.

Descripción de los factores edáficos

a. Textura; la textura refleja la proporción relativa de los contenidos de arcilla, limo y arena del suelo (Daniel *et al*, 1982 mencionado por Vallejo, 1996). Esta propiedad no tiene una influencia sobre otras propiedades del suelo, tales como; grado de aireación, suministro de agua, la consistencia y la infiltración. (Gavande 1972, Baver et al; 1973; Alfaro, 1983 citados por Vallejo, 1996).

   Alfaro (1983), Schlater (1987), Johnson *et al* (1987), Navarro (1987), Carmean (1988), Pacheco (1991), y Chavarría (1996) citados por Vallejo (1996) realizaron investigaciones en este aspecto obteniendo en cada caso modelos estadísticamente satisfactorios que correlacionan la textura por si sola o combinada con otras propiedades del suelo, con el índice de sitio.

b. Estructura; la estructura de un suelo, está referida al tipo y agregación de las partículas del suelo. Daniel *et al*; (1982), la cual según Donoso (1981), y mencionados por Vallejo (1996), es el factor más importante en el crecimiento de los arboles ya que influye sobre las relaciones hídricas y la aireación del suelo. A demás el crecimiento radicular de los arboles es afectado por el tamaño de los agregados y su desarrollo estructural (Gavande, 1972; Baver *et al*, 1973; Alfaro, 1983, citados por Vallejo, 1996)).

c. Profundidad; la profundidad del suelo reviste importancia en el crecimiento de la raíz, puesto que en un incremento en la profundidad se ve habitualmente asociado a una mayor cantidad de nutrientes, mayor espacio radicular y menor susceptibilidad a daños por viento, Daniel *et al* (1982) y Alfaro (1983) citados por Vallejo (1996). Se han desarrollado modelos que correlacionan la profundidad combinada con otras propiedades del suelo, como el índice de sitio, Schlater (1987), Johnson et al, (1987) y Schmidt & Carmean (1988), citados por Vallejo (1996),

desarrollaron modelos estadísticos que correlacionan la profundidad combinada con otras propiedades del suelo como el índice de sitio.

d. Materia orgánica; la materia orgánica es la "fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo" (Fassbender & Bornemisza, 1987 citados por Vallejo, 1996).

   En la mayoría de los casos tiene un efecto benéfico tanto sobre las propiedades físicas como químicas, repercutiendo sobre el crecimiento de los árboles, Alfaro (1983) citado por Vallejo (1996), ya que es una importante fuente de nitrógeno; sin embargo, al presentarse un contenido excesivo de materia orgánica la cual no se degrada fácilmente, las relaciones con el índice de sitio son negativas (Alfaro, 1983 y Herrera, 1996 citados por Vallejo, 1996).

e. Acidez del suelo; el pH no influye sobre las plantas en el aspecto biológico, si no influye sobre la disponibilidad o fijación de algunos nutrimientos requeridos por la planta, Alfaro (1983) citado por Vallejo (1996). La mayoría de las plantas en suelos extremadamente ácidos presentan bajos rendimientos al presentarse la toxicidad de elementos (Al, Mn), y deficiencia de nutrientes (Ca, Mg y Mo), (Sánchez, 1981 citado por Vallejo, 1996). La excepción podría estar dada por especies del genero cedrelinga, Pinus y Vochysia, las cuales tienen la capacidad de adaptarse y crecer en suelos ácidos.

f. Nitrógeno; este elemento es esencial para las plantas porque son compuestos de las proteínas ácidos nucleicos y vitaminas que son deficientes en los suelos forestales, Alfaro (1983) citado por Vallejo (1996). Generalmente la temperatura menor disponibilidad de N, siendo las tasas de descomposición más rápida de materia orgánica, aunque al practicar un raleo en sitios con mucha acumulación de materia orgánica se presentara una mayor disponibilidad de N para los árboles.

La lluvia en tanto, influye proporcionalmente la disponibilidad de este elemento, es decir a mayor intensidad de lluvias, mayor contenido de N. aunque en situaciones extremas de pluviosidad se presenta la lixiviación de este elemento Alfaro (1983) citado por Vallejo (1996), realizo la investigación al respecto obteniendo en cada caso modelos estadísticamente satisfactorios.

g. Calcio; su principal papel es estructural, conforma elementos cementantes de la pared celular participa en el desarrollo de membranas celulares y de estructuras lipídicas. Actúa como activador de enzimas y se relaciona con la nodulacion y fijación de nitrógeno (Bertsch, 1995; Vásquez & Ugalde, 1994 citados por Vallejo, 1996), han desarrollado modelos que correlacionan el contenido de calcio combinado con otras propiedades del suelo, con el índice de sitio.

h. Magnesio; elemento determinante sobra la fotosíntesis ya que forma parte de la molécula de clorofila. Es un activador enzimático, especialmente en reacciones de fosforilacion del ATP en el metabolismo de los azucares y en la síntesis de ácidos nucleicos (Bertsch, 1995; Fassbender & Tschinkel 1974; Courtin *et al.* 1988; Vázquez & Ugalde, 1994 y Chavarría, 1996, citados por Vallejo, 1996), han desarrollado modelos que correlacionan el contenido de magnesio combinado con otras propiedades del suelo, con el índice de sitio.

i. Potasio; elemento que regula la apertura y cierre de los estomas, activa una cantidad considerable de enzimas y participa en la síntesis de muchos almidones y proteínas. Este elemento es bastante móvil en las plantas y con relativa facilidad puede ser lixiviado de las hojas de los arboles (Donoso, 1981) citado por Vallejo (1996), han desarrollado modelos que correlacionan el contenido de potasio combinado con otras propiedades del suelo.

j. Fosforo; responsable del transporte de energía, presentándose en los núcleos de las células de las plantas, por lo tanto, la división celular, el crecimiento y todos los procesos energéticos dependen de niveles

adecuados de este elemento, el fosforo insoluble, el cual es liberado por meteorización rápidamente es inmovilizado por iones de aluminio, fierro en suelos ácidos y por iones de calcio en suelos básicos (Alfaro, 1983; Galway *et al*, 1991 y Herrera, 1996, citados por Vallejo, 1996)) realizaron investigaciones en este aspecto obteniendo en cada caso modelos estadísticamente satisfactorios que correlacionan el contenido de fosforo combinado con otras propiedades del suelo y el índice de sitio.

3.4. Materiales utilizados

3.4.1. Material Genético

Se trabajó con 180 plantones de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco) provenientes del Centro de Investigación Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali.

3.4.2. Insumos

- Roca fosfórica
- Dolomita

3.4.3. Materiales de Campo

- Wincha Metálica
- Cinta diametrica
- Tablero
- Formato de toma de datos
- Vernier digital
- Balanza
- Machete.
- Estacas
- Pintura color rojo
- Brocha
- Micas
- Brochas

3.4.4. Equipos

- Cámara fotográfica
- GPS
- Computadora Personal.
- Shindaiwa

3.5. Metodología

Se usó el método descriptivo y analítico; ya que las evaluaciones se realizaron midiendo el comportamiento de cada uno de las variables como respuesta a la aplicación de las diferentes dosificaciones de roca fosfórica y dolomita.

3.5.1. Instalación del experimento

La instalación del experimento se inició en el mes de noviembre del 2010, a inicios de la época de lluvia, determinando primeramente el área experimental, luego se procedió a realizar la señalización del área eliminación de la maleza y finalmente el alineamiento con estacas de medio metro de color rojo. Posteriormente se hizo la apertura de los hoyos, cuyas medidas fueron 30 x 30 cm, lugar donde se tomaron las primeras muestras de suelo para realizar el primer análisis de laboratorio, luego se procedió a un proceso de selección de la plántula evaluando el estado fitosanitario la calidad del tallo, el número de hojas y la uniformidad de los plantones.

3.5.2. Densidad

Las plántulas de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se instaló a una densidad de 3 x 3 m, tomando cinco planta por cada unidad experimental, el trabajo de investigación contempla la aplicación de dosis de 400, 500, 600 g/planta de roca fosfórica y dosis de 400, 500, 600 g/planta de dolomita.

3.6. Tratamientos en estudio

El presente estudio de investigación estuvo conformado por los tratamientos que se muestra en él, cuadro 3.

Cuadro 3: Tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS EN ESTUDIO (VARIABLE INDEPENDIENTE)			
TRATAMIENTOS	**ESPECIE**	**DOSIS**	**FERTILIZANTE**
T1	Shihuahuaco	0 Roca 0 Dolomita	TESTIGO
T2	"	400gr/planta	Roca fosforica
T3	"	500gr/planta	Roca fosforica
T4	"	600gr/planta	Roca fosforica
T5	"	400gr/planta	Dolomita
T6	"	500gr/planta	Dolomita
T7	"	600gr/planta	Dolomita

Cuadro 4: Distribución de tratamientos en un diseño en blocks al azar.

B1	T1	T4	T3	T6	T2	T5	T7
B2	T6	T7	T5	T1	T4	T2	T3
B3	T2	T3	T4	T7	T6	T1	T5
B4	T7	T1	T2	T5	T3	T4	T6

Dónde: B = Bloques T = Tratamientos

3.7. Variables

Fueron tres:

- Altura (cm)
- Diámetro en (mm)
- N° de hojas (unid).

3.8. Diseño experimental

Para el presente estudio de investigación se aplicó un Diseño en Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 28 unidades experimentales cuyo modelo lineal aditivo es como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_J + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = respuesta u observación del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo block en estudio

μ = media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento en estudio

B_J = Efecto del j-ésimo block en estudio

ε_{ij} = error experimental o residual

i = $i = 1, 2, 3, \ldots, t$; t = número de tratamientos

j = $j = 1, 2, 3, \ldots, r$; r = número de repeticiones

Para determinar cuál de los tratamientos responde mejor al crecimiento inicial de la especie en estudio se aplicó la prueba de Duncan.

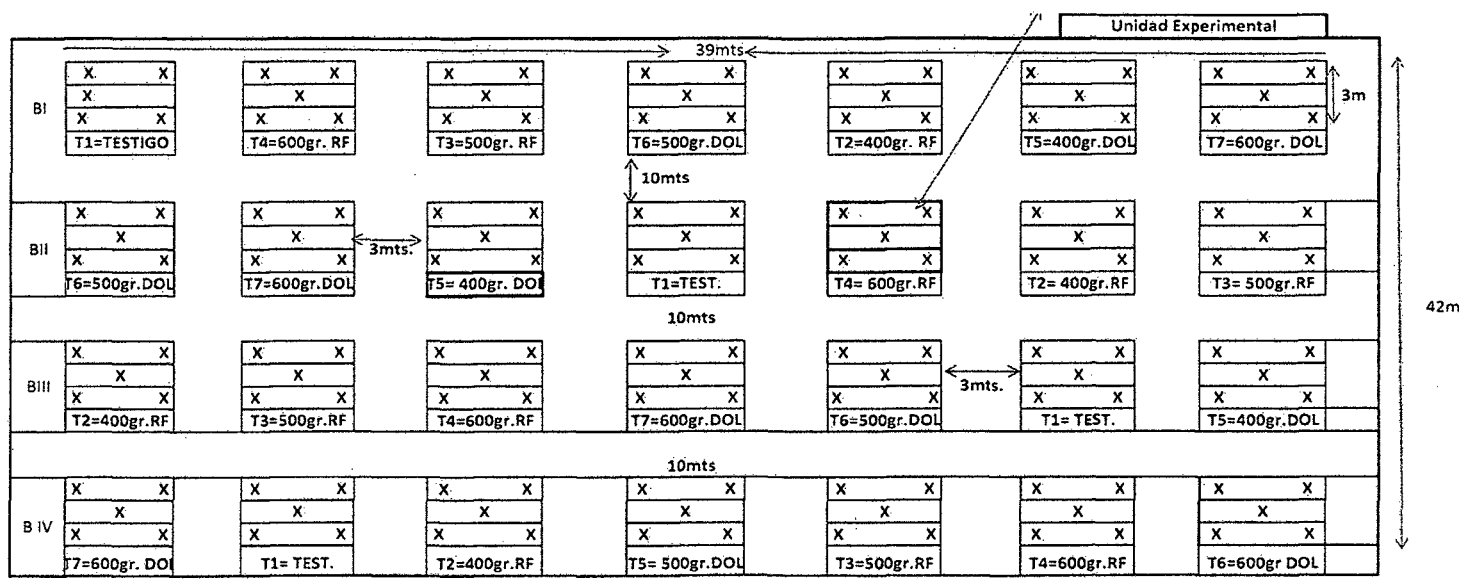
El análisis estadístico nos permitirá determinar si es que existen diferencias significativas entre bloques y entre tratamientos, para las variables.

3.9. Disposición en el campo experimental

La disposición en el campo experimental esta dado de la siguiente manera, el área representa una dimensión de 39 x 42 metros haciendo un total de 1638 m^2 dividido en cuatro bloques de 3 x 39 m con una separación entre bloques de 10 m de ancho y una distancia entre unidades experimentales de 3 x 3 m.

CROQUIS DE LA INSTALACION DEL EXPERIMENTO

AREA EXPERMENTAL



3.10. Muestreo y análisis de suelo

El primer muestreo se realizó el 20 de noviembre del 2010, el tipo de muestreo empleado fue en forma de Zigzag en cada uno de los tratamientos antes de la aplicación de los fertilizantes, las muestras fueron extraídas con la ayuda de un tubo muestreador a una profundidad de 0 – 30 cm, posteriormente fueron codificados y llevados al laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali. Donde fueron secadas, molidas y pesadas en función a las dosis indicadas, 400, 500, 600 gr.

3.11. Aplicación de enmiendas

Antes de la aplicación de la enmienda se hizo la apertura de los hoyos a una profundidad de (30 x 30), se aplicó el fertilizante, se mezcló con la tierra para uniformizar la dosis, las proporciones aplicadas fueron medidas con anterioridad para cada tratamiento en bolsas plásticas de ½ kilo.

3.12. Mantenimiento de la plantación

Para el cuidado de la parcela se utilizó el método de coroneo alrededor de cada planta trimestralmente.

3.13. Medición de los datos biométricos

Los parámetros que se evaluaron para el presente estudio de investigación fueron: altura de planta, diámetro de planta y número de hojas por planta. La primera evaluación se realizó después de los treinta días de haber realizado el recalce. A los doce meses se realizó la evaluación de la altura, diámetro y número de hojas, el dato final se obtuvo por diferencia aplicando la fórmula:

$I = M2 - M1$

Dónde:

I = Incremento
M1 = medida inicial
M2 = Medida final

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de los datos biométricos

En el **cuadro 5.** Se muestra el resumen de los incrementos promedios de altura de planta, diámetro de planta y numero de hojas por planta de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco), desde el 20 de noviembre del 2010 al 20 de noviembre del 2011. (12 meses).

Cuadro 5: Resumen del incremento de altura, diámetro y numero de hojas de la especie ***Dipteryx micrantha*** (Shihuahuaco) a los 12 meses.

Dosis	Roca Fosforica			Dolomita		
	Altura(cm)	Diametro(mm)	Nº de hojas	Altura(cm)	Diametro(mm)	Nº de hojas
Testigo	25.1	4.5	21.3	25.1	4.5	21.3
400grplanta	31.6	5.9	34.5	33.5	6.2	38.0
500grplanta	37.3	7.0	46.8	40.8	7.7	49.8
600grplanta	38.0	7.1	48.5	41.5	7.9	50.5

4.1.1. Altura de planta (cm)

En el **cuadro 5** se representa promedio de altura de la especie *Dipteryx micrantha* a los 12 meses, estos datos fueron tomados con una cinta diametrica desde la base del tallo hasta la altura total de la planta.

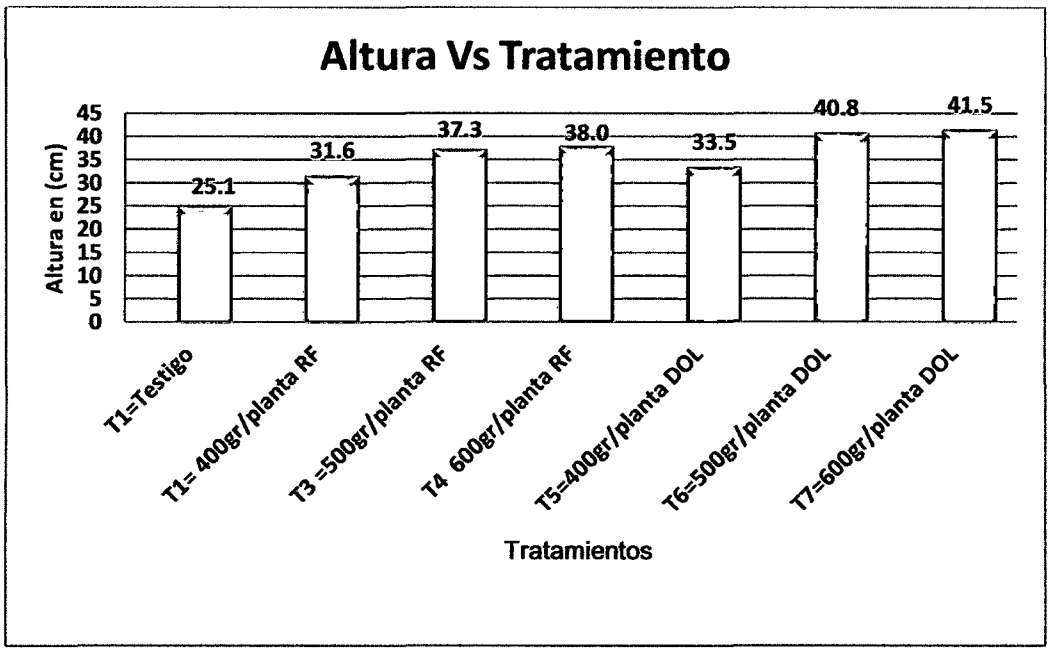


Figura 3: Incremento en altura (cm) de las especie ***Dipteryx micrantha*** a los 12 meses.

Como se puede apreciar en el cuadro 5 y figura 3, el mayor incremento promedio en altura se manifiesta en el T7 con 600gr/planta de dolomita, con 41.5 cm seguido por el T6 con 500gr/planta de dolomita con 40.8 cm y el menor fue para el T1 el testigo con 25.1 cm de altura de planta.

Al realizar el análisis de variancia, se encontró una alta significación estadística para los tratamientos, lo que nos indica que al menos una de las dosis de fertilización es diferente.

En el **cuadro 6,** se presentan los resultados promedios de las evaluaciones realizadas para la altura de planta, diámetro por planta y numero de hojas por planta. Así como los resultados de la prueba de significancia (Duncan 0.05%).

Cuadro 6: Prueba de (Duncan 0.05), en las evaluaciones de la altura, diámetro y número de hojas desde el 20 de noviembre del 2010 al 20 de noviembre del 2011. Pucallpa – Perú.

Fertilizante	Dosis	Promedio	Duncan	Promedio	Duncan	Promedio	Duncan
		Altura (cm)	0.05%	Altura (cm)	0.05%	Altura (cm)	0.05%
Testigo	T1 = 0	25.1	e	4.5	e	21.3	c
Roca Fosforica	T2 = 400gr/Planta	31.6	d	5.9	d	34.5	b
	T3 = 500gr/Planta	37.3	c	7.0	c	46.8	b
	T4 = 600gr/Planta	38.0	b	7.1	b	48.5	a
Dolomita	T5 = 400gr/Planta	33.5	b	6.2	b	38.0	a
	T6= 500gr/Planta	40.8	a	7.7	a	49.0	a
	T7 = 600gr/Planta	41.5	a	7.9	a	50.5	a

Se observa en el cuadro 6., que al aplicar la prueba de promedios múltiples de Duncan al 5% se determinó que el T7 y T6 (600 Y 500 gr/planta de dolomita respectivamente), estadísticamente son similares con 41.5 y 40.8 cm de altura y superiores a la vez a los otros tratamientos.

Estos resultados nos indican que a mayor concentración de dolomita para estos suelos ácidos hay un efecto positivo, especialmente para elevar el pH y sean absorbibles algunos elementos como el fosforo.

El coeficiente de variabilidad de 2.44%, nos indica una baja variabilidad y alta homogeneidad en la población donde se trabajó y los datos obtenidos en campo son bastante confiables.

4.1.2. Diámetro de planta (mm)

En el cuadro 5, se representa el promedio de diámetro en (mm) de la especie ***Dipteryx micrantha*** a los 12 meses, estos datos fueron tomados con un calibrador digital a un centímetro de la base del tallo.

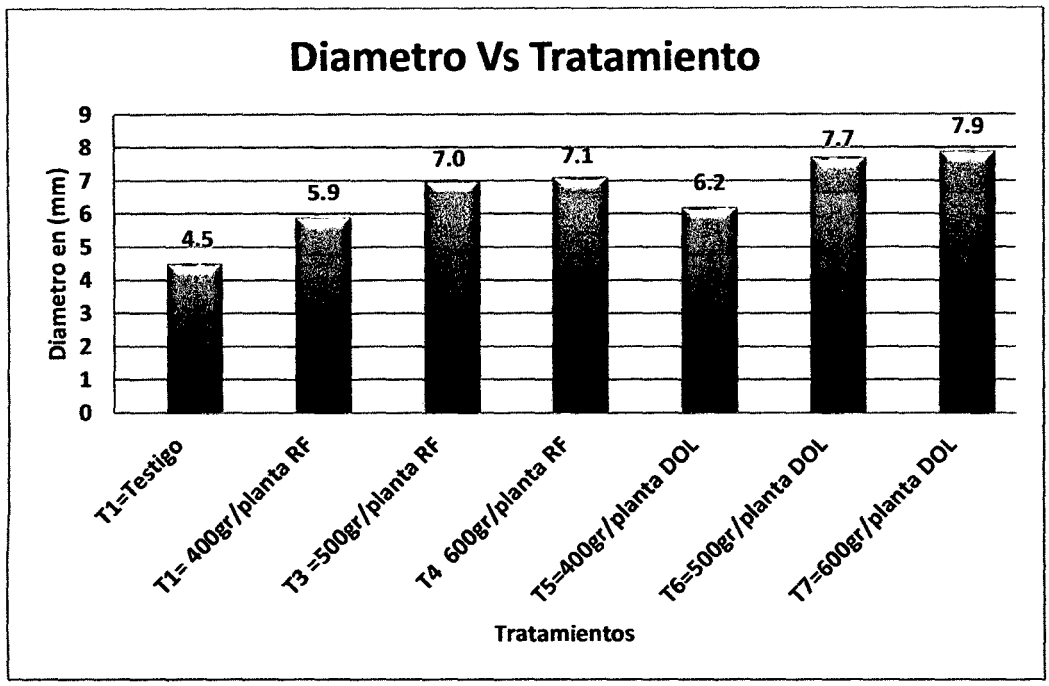


Figura 4: Incremento del diámetro en (mm) de la especie ***Dipteryx micrantha*** a los 12 meses

En el cuadro 5. y Figura 4. Se observa, que el T7 con 600gr/planta de dolomita, seguido por el T6 con 500gr/planta de dolomita, se obtuvo 7.9 y 7.7 mm de diámetro respectivamente, el menor diámetro obtuvo el testigo T1, con 4.5 mm.

Al realizar el análisis de variancia, se encontró una alta significación estadística, lo que nos indica que al menos uno de los tratamientos es diferente, para determinar entre que tratamientos es esa diferencia, se aplicó la prueba de promedios múltiples de Duncan al 5%.

Se observa en el cuadro 6. Que al aplicar la prueba de promedios múltiples de Duncan al 5% se determinó que el tratamiento T7 y T6 tienen el mismo efecto con 7.9 y 7.7 mm respectivamente, las cuales son superiores a los tratamientos T5 Y T4 (estadísticamente similares, T3, T2, T1.

Estos resultados nos indican que tiene las mismas tendencias a la altura de la planta, lo que ratifica que a mayor dosis de fertilización de dolomita y roca

Fosfórica tienen una incidencia directa o positiva sobre el tipo de suelo en la que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación.

Lo que concuerda con los trabajos con los trabajos realizados Marcelo (2004) que cuando utiliza mayores dosis de roca fosfórica tienen efectos negativos en el suelo mientras que Rodríguez y Paniagua (2002), utilizando cal y Solla et,al (2004), utilizando cenizas obtuvieron efectos positivos en el pH del suelo.

El coeficiente de variabilidad de 2.66%, nos indica una alta homogeneidad de la población con que se trabajó y los datos obtenidos son bastante confiables.

4.1.3. Numero de hojas por planta (unid).

En el **Cuadro 5** se representa el promedio de números de hojas de la especie ***Dipteryx micrantha*** a los doce meses, estos datos fueron tomados del conteo de cada uno de las plantas.

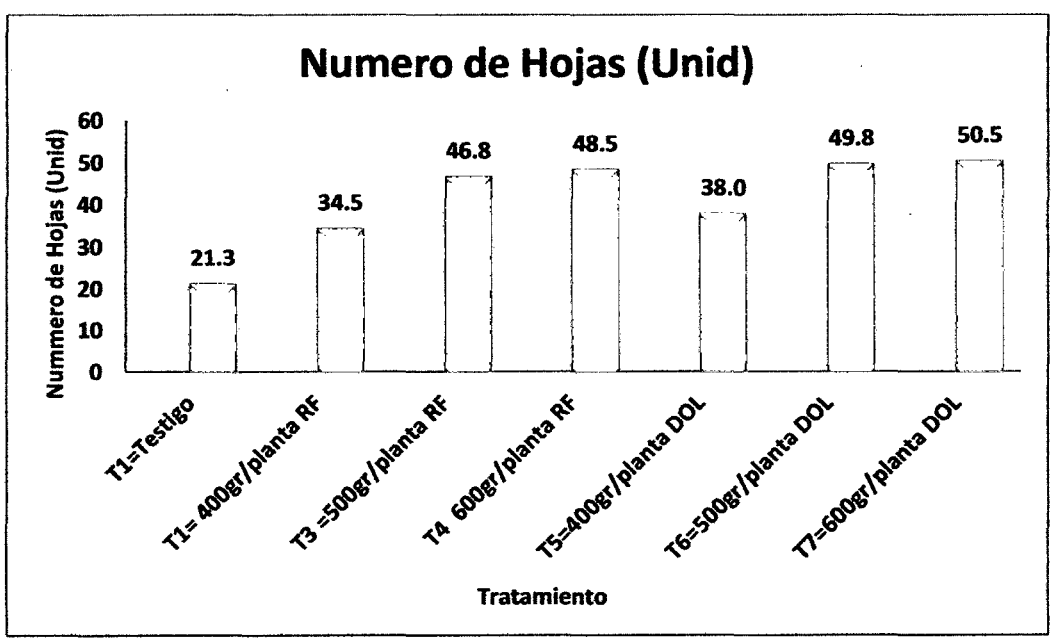


Figura 5: Incremento de las hojas de la especie ***Dipteryx micrantha*** a los 12 meses. Datos obtenidos del conteo de cada planta por cada tratamiento en estudio.

En el cuadro 5. Se observa que el tratamiento T7 (600gr/planta dolomita obtuvo el mayor número de hojas con 50.5 hojas por planta, seguido por el tratamiento T6 (500gr/planta de dolomita) con 49.8 hojas por planta, siendo el de menor número de hojas el tratamiento T (1 testigo) con 21.3 hojas por planta.

Al realizar el análisis de variancia se encontró una alta significación estadística, lo que nos indica que al menos uno de los tratamientos es diferente, para determinar entre que tratamientos existe diferencia, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5%.

Se observa en el cuadro 6. Que al aplicar la prueba de promedios múltiples de Duncan se determinó que existen dos grupos de similitudes de efecto de la dolomita y de la roca fosfórica, los tratamientos T7, T6, T5, y T4 (600,500,400 gr/planta de dolomita) tienen efectos similares en número de hojas por planta con, 50.5, 49.8, 48.5 y 46.8 hojas por planta respectivamente, y el otro grupo de tratamientos T3, T2,y T1 (500, 400gr/planta de roca fosfórica y el testigo), con 38.0, 34.5 y 21.3 hojas por planta, que estadísticamente tienen efectos similares. En forma general el grupo de tratamientos donde se utilizó dolomita supera al grupo de los tratamientos donde se utilizó roca fosfórica.

Estos resultados nos indican que al aumentar la dosis de fertilización tanto de dolomita como de roca fosfórica tienen efectos positivos en las variables.

El coeficiente de variabilidad de 6.69% para esta variable, nos indica una baja variabilidad de la población donde se llevó a cabo el trabajo, cuyos datos obtenidos son bastante confiables.

4.2.4. Análisis de suelo.

En el cuadro 7. Se representa los resultados de los diferentes análisis de suelo realizados durante la presente investigación.

Cuadro 7: Expresamos el valor de cada una de los parámetros evaluados en los análisis de suelo, analizados según el diagrama de fertilidad de suelo (DIFERSU-EDZ).

FERTILIZANTE	RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SUELOAL INICIO Y FINAL DEL EXPERIMENTO															
	TRATAMIENTOS	pH		P(ppm)		K(cmol)		Ca(cmol)		Mg(cmol)		%Sat		%MO	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ROCA FOSFORICA	T1=Testigo	4.21	4.21	3.16	3.16	0.15	0.15	0.9	0.9	0.29	0.29	70.4	70.4	1.81	1.81
	T2=400gr/planta	4.17	4.48	3.14	15.75	0.17	0.16	0.92	3.1	0.28	0.32	69.8	45.6	1.82	1.95
	T3= 500gr/planta	4.19	4.73	3.17	18.92	0.18	0.17	0.88	3.92	0.31	0.35	45.6	69.7	1.95	1.8
	T4= 600gr/planta	4.23	5.25	3.13	21.48	0.2	0.17	0.95	4.1	0.29	0.38	69.1	42.9	1.85	2.22
DOLOMITA	T5= 400gr/planta	4.15	5.29	3.08	3.2	0.13	0.16	0.91	4.47	0.33	2.63	70.4	30.4	1.78	1.93
	T6= 500gr/planta	4.18	5.96	3.1	3.23	0.19	0.18	0.87	3.85	0.25	3.56	71.1	29	1.7	2.11
	T7=600gr/planta	4.25	6.38	3.15	3.27	0.17	0.17	9.92	4.01	0.31	3.92	69.6	29.6	1.75	2.24

Según el análisis de suelo expresado en el cuadro 7. El testigo (T1), presenta baja fertilidad ya que los índices de pH, fosforo potasio calcio magnesio, saturación de aluminio y materia orgánica son muy bajos, ya que están enmarcados en la zona de baja fertilidad, según el diagrama de fertilidad de suelo (DIFERSU- EDZ).

Después de 12 meses de abonado el suelo con roca fosfórica a 400gr/planta en el tratamiento (T2), el suelo de acuerdo a los parámetros descritos anteriormente se redujo a fertilidad baja, quedando solamente el pH acido (4.48) y con un buen contenido de fosforo (15.75 ppm). Esto quiere decir que los demás nutrientes mencionados en el suelo testigo pasaron a formar parte de la materia leñosa, radicular y foliar de la planta.

Con respecto al tratamiento (T3), después de haber fertilizado con roca fosfórica a 500gr/ planta y después de 12 meses de haber actuado sobre el crecimiento de la planta este suelo mostro bajo contenido de calcio magnesio, potasio y alto contenido de saturación de aluminio, pH acido un rango medio de materia orgánica y un nivel alto en fosforo.

Con respecto al tratamiento (T4), después de hacer fertilizado con roca fosfórica a 600gr/planta y después de 12 meses de haber actuado sobre el crecimiento de la planta este suelo mostro bajo contenido de calcio, magnesio, potasio y un alto contenido de saturación de aluminio, pH fuertemente acido, un rango medio de materia orgánica y un nivel alto de fosforo.

Con respecto al tratamiento (T5), después de haber fertilizado con dolomita a 400gr/planta, y después de 12 meses de haber actuado sobre el crecimiento de la planta este suelo mostro una fertilidad baja, porque el contenido de calcio, magnesio, potasio fosforo materia orgánica son bajos con alta saturación de aluminio y un pH fuertemente acido.

Con respecto al tratamiento (T6), después de haber fertilizado con dolomita a 500gr/planta, y después de 12 meses de haber actuado sobre el crecimiento de la planta, este suelo mostro un contenido bajo de fosforo, potasio, calcio, magnesio, un nivel medio de materia orgánica, así como de saturación de aluminio y un pH medianamente acido.

Con respecto al tratamiento (T7), después de haber fertilizado con dolomita a 600gr/planta, y después de 12 meses de haber actuado sobre el crecimiento de la planta este suelo mostro un contenido bajo de fosforo, potasio, calcio, magnesio un nivel medio de materia orgánica, así como de saturación de aluminio y un pH ligeramente acido.

Analizando los resultados para las variables: diámetro, altura y numero de hojas podemos mencionar lo siguiente.

Los tratamientos compuestos por dolomita T7, T6, y T5 son los que mejor influyen en las variables mencionadas, T4, T3 y T2 y todos estos a su vez mejores que el testigo que no se componen de estos.

Según el Tropical Soil Biology and Fertility Program – TSBF Program (2009), esto se debe a que la dolomita presenta dos macro elementos muy necesarios para que los suelos ácidos de los trópicos sean enmendados, que son el calcio (Ca^{++}) y el magnesio (Mg^{++}), los que en su conjunto contrarrestan al elemento que es más dañino y abundante de estos suelos que es el aluminio (Al^{+++}); la roca fosfórica solo posee un macro elemento que es el calcio (Ca^{++}), quedando siempre en desventaja con el aluminio(Al^{+++}); que será por diferencia de valencias (+) también lo podemos entender considerando que la dolomita enmendara el doble que la roca fosfórica por tener dos macro elementos enmendadores, por esta razón es que Duncan los agrupa en segundo lugar a los tratamientos compuestos de roca fosfórica. No podemos explicar con certeza por que el tratamiento T5 de 400gr de dolomita no se comportó superior a los tratamientos T3 y T4, de 500 y 600g de roca fosfórica respectivamente, a pesar que estos enmiendan el suelo equivalente a 250 y 300g de dolomita, respectivamente según el TSBF Program, sin embargo nos atrevemos a afirmar que si bien es cierto que la roca fosfórica no tiene dos macro elementos enmendadores de suelos ácidos como la dolomita, pero posee un elemento muy esencial para las plantas que es el fosforo

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Para las variables altura de planta diámetro de planta y número de hojas por planta, resultaron con alta significación estadística los tratamientos T6 de 500gr/planta y T7 de 600gr/planta.

- Los tratamientos donde se utilizó la dolomita tuvieron, una mejor respuesta de las variables con respecto a los tratamientos donde se utilizó la roca fosfórica.

- El tratamiento T7 con 600gr/planta de dolomita en las variables altura de planta, diámetro de planta y número de hojas por planta, fue superior a todos los demás tratamientos.

- En términos generales a mayor dosis de fertilización tanto de dolomita como de roca fosfórica mayor es el efecto sobre dichas variables.

5.2. Recomendaciones

- Para la zona donde se llevó a cabo el presente estudio de investigación lo más recomendable y económico para la especie en estudio es utilizar 500gr/planta.

- Se debe realizar similares trabajos de investigación en otras zonas y en otras especies forestales; así como también otras dosis.

BIBLIOGRAFIA

ANGULO RUIZ, W.E. 2008. Efecto de tres factores de sitio en el rendimiento maderable de las plantaciones de dos especies forestales en la estación experimental Alexander Von Humboldt. Tesis (Mag. Sc.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 103 p.

ANGULO, W. 1995. Experiencias silviculturales para el establecimiento de regeneración artificial en el Bosque del Campo Experimental Alexander Von Humboldt INIA-Estación Experimental Pucallpa. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, PE. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 94 p.

ARTIOLA. 1996. Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos.

CATIE, 1998. Árboles útiles de la Amazonía Peruana, manual con apuntes de identificación, ecología, y propagación de las especies. 22. p

COOKE, G. 1979. Fertilizantes y usos. México. 180 p.

DIAZ E. 2007. Recuperación de áreas degradadas mediante modelos agroforestales en la zona de campo verde. Pucallpa Perú.

FAO. 2007. Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible 1,355 p.

FASSBENDER, H. 1980. Química de los suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 2da Edic. Costa Rica. 398 p.

FENSTER, W. Y L. LEÓN. 1979. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América tropical. In Tergas, L. y P. Sánchez (Eds.). Producción de Pastos en Suelos ácidos de los Trópicos. CIAT. Colombia. pp. 119-133.

FLORES, S. 2009. Tratamientos de remediación de efluentes metalúrgicos con énfasis en el abatimiento de cobre con dolomita. Tesis para obtener título profesional Metalúrgicos de la UNMSM. Lima, Perú

FLORES B, Y. 2002. Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el Bosque Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 86 p.

FLORES, 1992. Fenología, Polinización dispersión. Page 22-23

GALLOWAY, G; UGALDE, L; VÁSQUEZ, W. 2001. Importance of density reductions in tropical plantations: experiences in Central America. Forests, Trees and Livelihoods 11: 217-232

GELDREZ, E.C. 2005. Dinámica de fosforo y calcio en Eucaliptus Nitens de 4 a 7 años en un suelo rojo arcilloso. Tesis Magister en Ciencias, mención Silvicultura. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. Ciencias Forestales 119p.

GERDING, V. 1997 Consideraciones para fertilización de plantaciones forestales. Curso de Pos Título en Fertilización Forestal 9e

HERNANDEZ, A. 2002. Algunas experiencias sobre la evaluación y selección de indicadores de los suelos de la región central de cuba. 605 – 620 pp

INRENA. 2001. Plan Estratégico Institucional 2002 – 2006. Lima, Perú.

MALAVOLTA, E. 1976. Toxicidad e aluminio y manganeso. Bittencourt (Brasil). 21 – 25 pp.

MARCELO C., 2004. Efecto de la roca fosfórica dolomita y cal sobre el pH la acidez cambiable el contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio en un suelo muy acido de satipo.

MEZA; SABOGAL; JONG. 2006. Rehabilitación de áreas degradadas en la amazonia peruana: Revisión de experiencias y lecciones aprendidas. Bogor, Indonesia 106. p

NOGALES, R; MELGAR R; BENITES, E; SILVA, C; GOMEZ, M. 2002. Posibilidades de uso de las cenizas de cogeneración de energía eléctrica, a

partir de alperujos, como fertilizantes en suelos calcáreos. Granada, España.

PRO AMAZONIA MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Formulacion de una metodologia para lá Recuperacion de Suelos Degradados em Zonas de cultivo de Coca. Lima.

RAJAN ET AL. 1996. Efecto de la aplicación de roca fosfórica y la inoculación con bacterias solubilizadoras de fosfatos sobre el crecimiento de ají (capcicum annum). 57: 78:-159...p

REÁTEGUI. 2005. Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de ***Dipteryx micrantha*** Harms "Shihuahuaco" transportados a sotobosque

REYNEL, C; PENNINGTON, R; PENNINGTON, T; FLORES, C; DAZA, C. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana y sus usos, un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima. Darwin Initiative Project 09/017, Internacional Center for Research in Agroforestry. 509 p.

RICSE, A. 2007. Rehabilitación de suelos forestales en ultisols degradados en el bosque Alexander von Humboldt. Región Ucayali. INIA- Estación Experimental Agraria Pucallpa- Perú. 40 p.

RODRIGUEZ y PANIAGUA. 2002. Encalado y fertilización en *Tectona grandis* (Teca) en la región Huetar Norte de Costa Rica.}

SANCHEZ. P.A. SALINAS J.G. (1982). Suelos ácidos estrategias para el manejo.

SOLLA – GULLON. R; RODRIGUEZ - SOALLEIRO A. MERINO. 2001. Evaluación del aporte de cenizas de madera como fertilizante de un suelo acido mediante un ensayo de laboratorio. Escuela politécnica Superior Universidad de Santiago de Compostela, Lugo.

SOLLA – GULLON. , M, P; TABOADA, R; RODRIGUEZ A; MERINO 2004. Respuesta inicial del aporte de cenizas de biomasa arbórea en el estado nutricional de una plantación joven de pinus radiata .España.

SOUDRE, M. 2001. Rehabilitación de purmas y tierras degradadas en Pucallpa. Informe técnico. Estación Experimental Agraria Pucallpa – INIA- Perú. 25p.

TISDALE. 1982. Estimación de parámetros químicos y biológicos en oxisoles con uso citrícola

TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITYPROGRAM. 2009. Tratado de suelos de trópico. NAIROBI, KENIA. 110 pág.

UGALDE, L. y VÁSQUEZ, W. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arbórea, tectona grandis, Bombacopsis quinatum y Pinus caribea* en Guanacaste. Informe Técnico. En: Serie Técnica N° 256. Turrialba (Costa Rica): CATIE. 40 pp.

UGALDE, L. 2000. El sistema MIRA, componente silvicultura. Manual del usuario. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 82 p.

VALLEJOS – BARRA, OS. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas edafoclimaticas y foliares para Tectona grandis LF, Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand y Gmelina arbórea Roxb. En Costa rica. Tesis Magister. 1479 p.

ANEXOS

Cuadro 1 – A. Análisis de Variancia (ANVA)

Causas de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	Ft (0,01)	Signif.
Block (b)	b-1	SC_b	SC_b/gl_b	CM_b/Cm_e			
Tratamiento (t)	t-1	SC_t	SC_t/gl_t	CM_t/Cm_e			
Error (e)	=/=	=/=	SC_e/gl_e				
Total(T)	tr-1	SC_T					

i = 1, 2, 3, ..., t t= trat $SC_t=r\Sigma(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$ $SC_b=t\Sigma(\bar{x}_j - \bar{\bar{x}})^2$ $SC_T=\Sigma(X_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$

j = 1, 2, 3, ..., r r = rep

Cuadro 2-A. Análisis de variancia para la variable altura de planta

Causas de variación	gl	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	Ft (0,01)	Signif.
Block (b)	3	3,955	1,318	1,760	3,16	5,09	NS
Tratamiento (t)	6	794,089	132,348	176,698	2,66	4,01	**
Error (e)	18	13,482	0,749				
Total(T)	27	811,527					

$\mu = \bar{\bar{x}} =$ 35,411 Vm = 4,3 Vm = 8,2 Desv. Est 0.865 CV = 2.44%

Cuadro 3-A. Análisis de variancia para la variable altura de planta

Causas de variación	gl	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	Ft (0,01)	Signif.
Block (b)	3	0,133	0,044	1,432	3,16	5,09	NS
Tratamiento (t)	6	32,259	5,377	174,375	2,66	4,01	**
Error (e)	18	0,555	0,031				
Total(T)	27	32,947					

$\mu = \bar{\bar{x}} =$ 6,589 Vm = 24 Vm = 43 DESV- EST = CV = 2.66%

Cuadro 4-A. Análisis de variancia para la variable número de hojas.

Causas de variación	gl	SC	CM	Fc	Ft (0,05)	Ft (0,01)	Signif.
Block (b)	3	67,536	22,512	2,942	3,16	5,09	NS
Tratamiento (t)	6	2.786,857	464,476	60,710	2,66	4,01	**
Error (e)	18	137,714	7,651				
Total(T)	27	2.992,107					

$\mu = \bar{\bar{x}} =$ 41,321 Vm = 19 Vm = 56 DESV. EST = 2.766 CV = 6.69

Cuadro 5-A. Resultados de cada variable respuesta estudiada como efecto de los tratamientos en estudio.

N°	Fertilizantes	Trat	Variable Respuesta								
			Altura (cm)			Diametro (mm)			N° Hojas		
			M1	M2	Incremento	M1	M2	Incremento	M1	M2	Incremento
BLOCK I	Testigo	1	3.0	7.5	4.5	23.0	48.0	25.0	21	42	21
	Roca fosforica	2	4.0	9.9	5.9	23.5	55.5	32.0	19	54	35
		3	3.0	9.8	6.8	23.0	59.5	36.5	19	63	44
		4	3.0	9.9	6.9	23.0	60.0	37.0	21	66	45
	Dolomita	5	4.0	10.3	6.3	23.5	57.5	34.0	19	58	39
		6	3.0	10.5	7.5	23.0	63.0	40.0	21	66	45
		7	4.0	11.7	7.7	23.5	64.0	40.5	19	67	48
BLOCK II	Testigo	1	3.0	7.6	4.6	23.0	48.5	25.5	21	43	22
	Roca fosforica	2	4.0	9.8	5.8	23.5	55.0	31.5	19	53	34
		3	3.0	10.1	7.1	23.0	61.0	38	21	73	52
		4	4.0	11.3	7.3	23.5	62.5	39.0	23	78	55
	Dolomita	5	5.0	11.2	6.2	24.0	57.5	33.5	21	59	38
		6	4.0	11.7	7.7	23.5	64.5	41.0	19	70	51
		7	3.0	10.8	7.8	23.0	65.0	42.0	21	75	54
BLOCK III	Testigo	1	4.0	8.3	4.3	23.5	47.5	24.0	21	42	19
	Roca fosforica	2	5.0	11	6	24	56.5	32.5	21	57	36
		3	4.0	11	7	23.5	61	37.5	19	65	46
		4	3.0	10.2	7.2	23.0	61.5	38.5	21	69	48
	Dolomita	5	4.0	10.1	6.1	23.5	56.5	33.0	19	56	37
		6	3.0	10.4	7.4	23.0	62.5	39.5	21	68	47
		7	4.0	11.7	7.7	23.5	64.0	40.5	23	73	50
BLOCK IV	Testigo	1	5.0	9.7	4.7	24.0	50.0	26-0	21	44	23
	Roca fosforica	2	4.0	9.7	5.7	23.5	54.5	31.0	23	56	33
		3	5.0	11.9	6.9	24.0	61.0	37.0	21	66	45
		4	4.0	11.0	7	23.5	61.0	37.5	23	69	46
	Dolomita	5	5.0	11.2	6.2	24.0	57.5	33.5	21	59	38
		6	4.0	12.0	8	23.5	66.0	42.5	23	79	56
		7	5.0	13.2	8.2	24.0	67.0	43.0	23	73	50

M1 = Toma de datos al momento del transplante a campo deficitivo

M2 = Toma de datos a los 12 meses del transplante a campo definitivo

I = Incremento en 12 meses

ICONOGRAFÍA

Imágenes del terreno al inicio



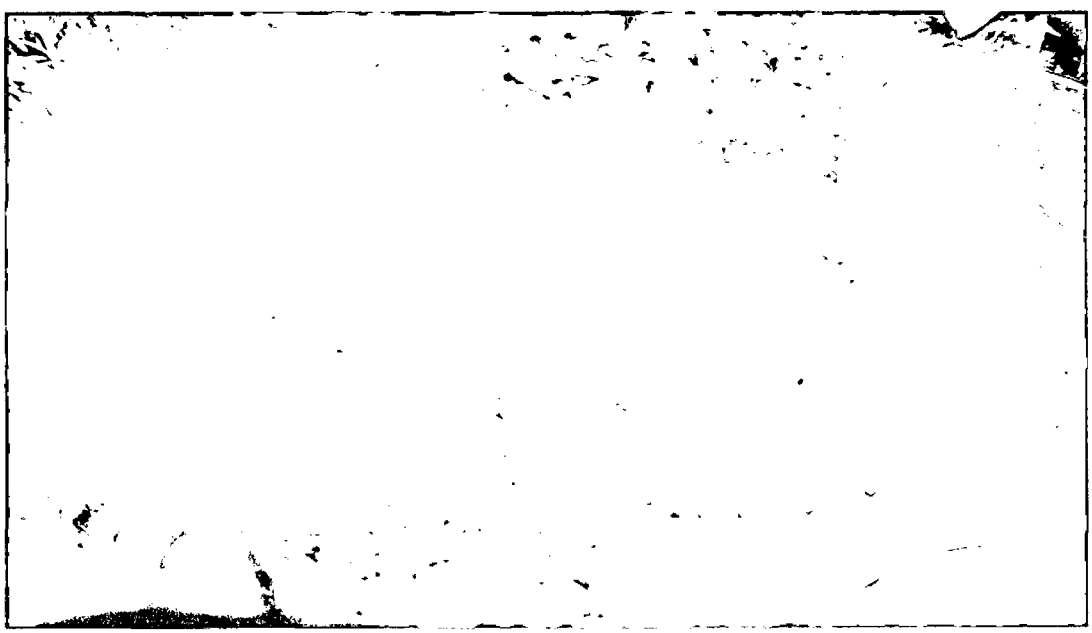
Muestras de los fertilizantes



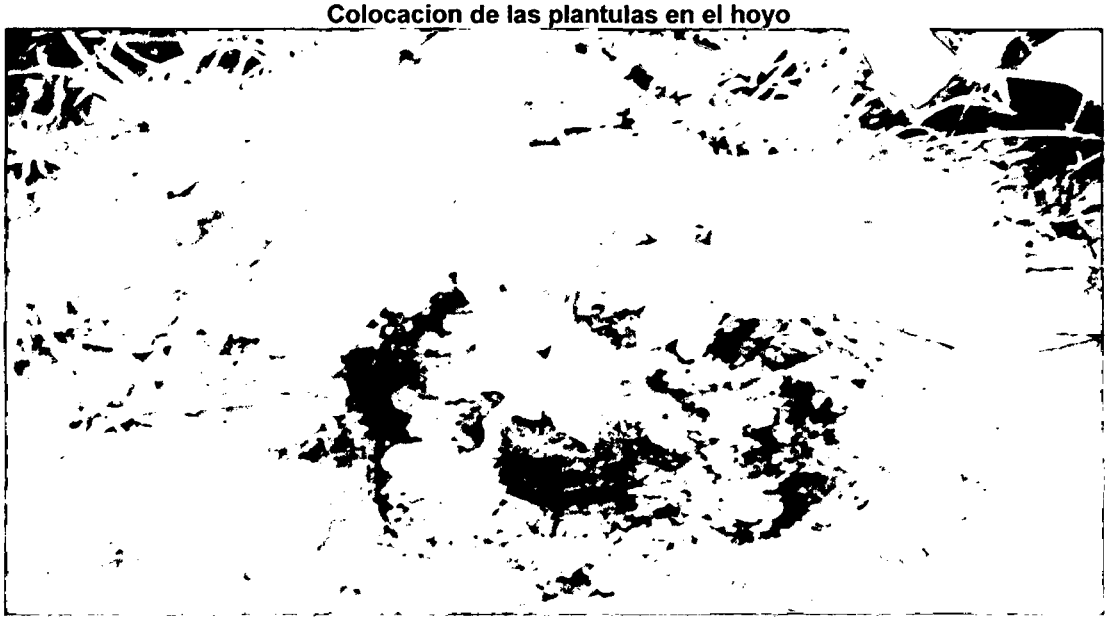
Peso de los fertilizantes

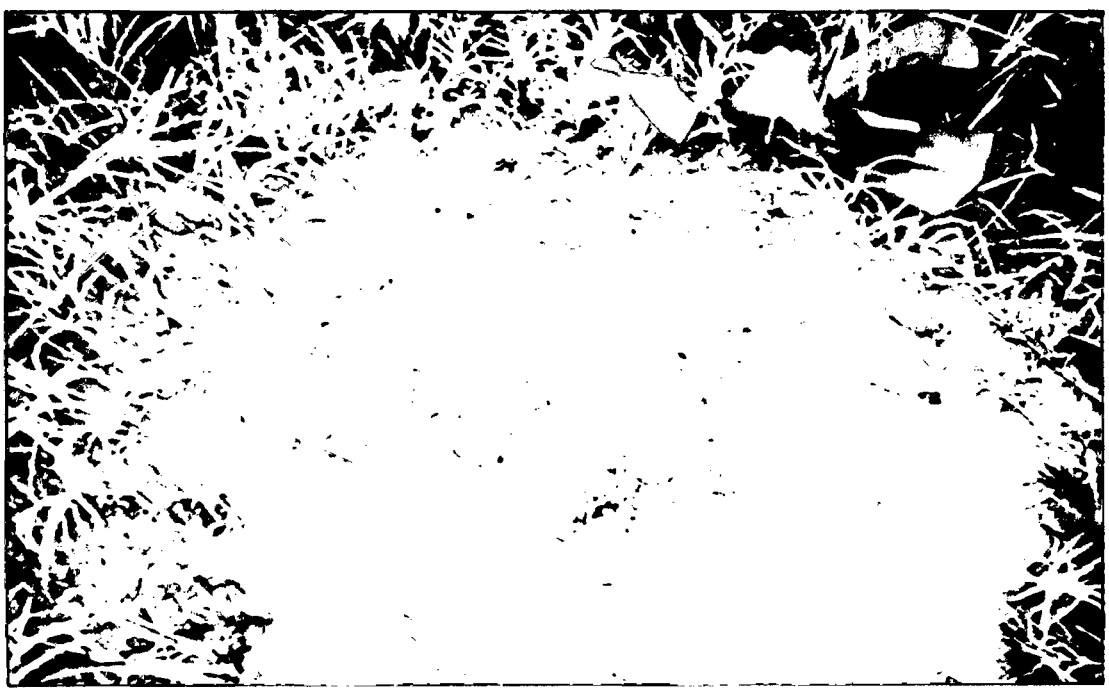


Cavado de hoyos

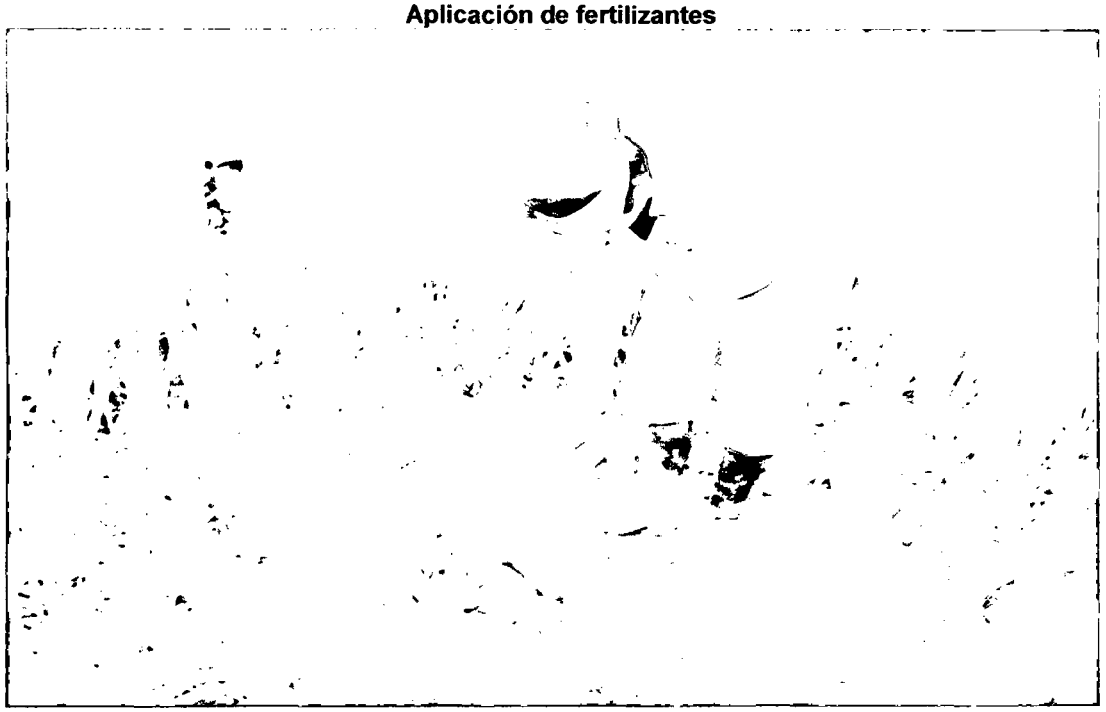


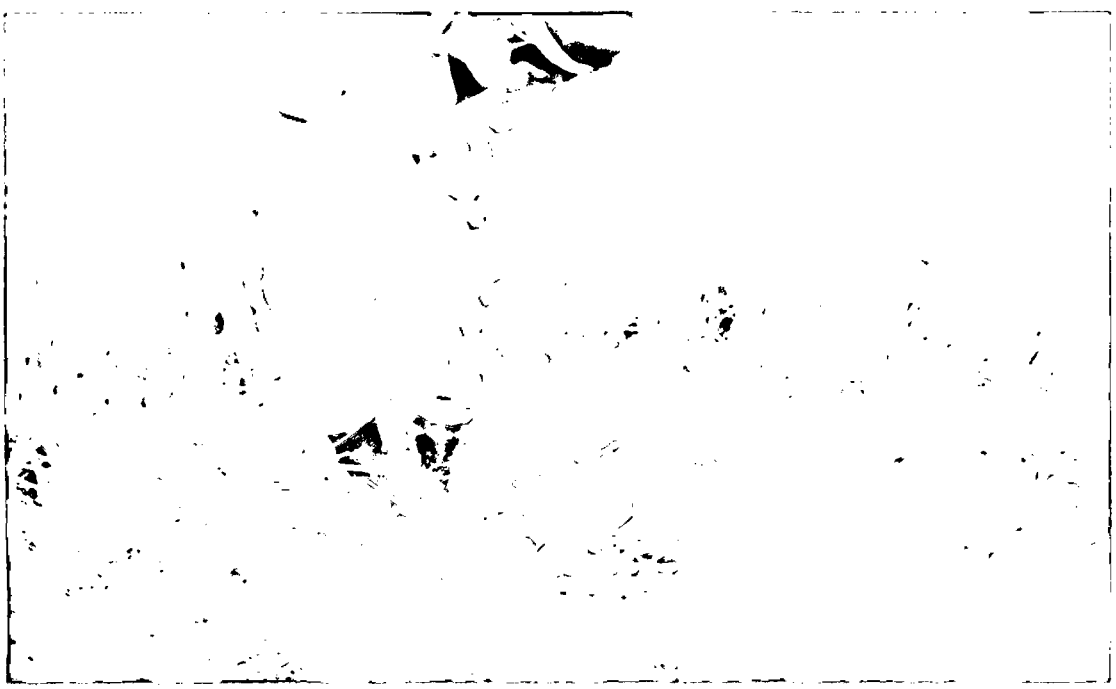
Colocacion de las plantulas en el hoyo





Aplicación de fertilizantes

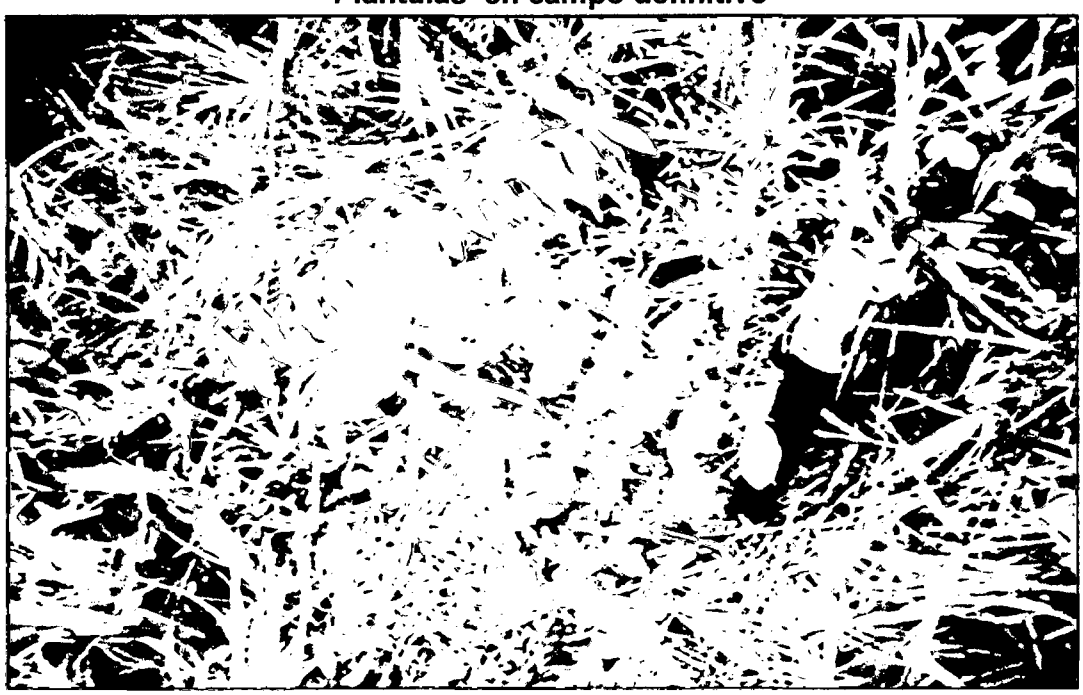




Medición del diámetro



Plantulas en campo definitivo



Muestras de suelo



Plantas al final de la evaluación

