

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOSIS DE NPK EN EL CRECIMIENTO DE
Swietenia macrophylla King "caoba" EN TINGO MARIA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCION FORESTALES

DANIEL GÓMEZ MEGO

PROMOCION 2005 - II

TINGO MARIA - PERU

2009



F04

G68

Gómez Mego, Daniel

Efecto de la Aplicación de Dosis de NPK en el Crecimiento de *Swietenia macrophylla* King “caoba” en Tingo María. Tingo María 2009

61 h.; 24 cuadros; 8 fgrs.; 43 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

SWIETENIA MACROPHYLLA KING / FERTILIZACION / CRECIMIENTO
/ NITROGENO / NPK / REFORESTACION / METODOLOGIA / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de agosto de 2009, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOSIS DE NPK EN EL CRECIMIENTO DE *Swietenia macrophylla*. King. “CAOBA” EN TINGO MARIA”

Presentado por el Bachiller: **DANIEL GOMEZ MEGO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “BUENO”.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 09 de marzo de 2010

.....
Ing. M.Sc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente

.....
Ing. RAUL ARAUJO TORRES
Vocal

.....
Blgo. M.Sc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Vocal

.....
Ing. M.Sc. LADISLAO RUIZ RENGIFO
Asesor



DEDICATORIA

A Dios Jehová, por darme vida y salud
y permitir forjarme como
profesional.

A la memoria de mis padres:
Arcadio Gómez Moreto y
Amancia Mego Bustamante
que con mucho esfuerzo y
dedicación me apoyaron
en mi superación.

A mi hermano: Samuel por su gran
apoyo incondicional en la realización
de mi carrera profesional, asimismo a mis hermanas
Lila e Irma que me apoyaron incondicionalmente
para realizarme como profesional.

Y a toda mi familia que fueron mi inspiración para
superarme cada día.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.

A todos mis profesores de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación académica.

Al Ingeniero M.Sc. Ladislao Ruíz Rengifo, patrocinador del presente trabajo de investigación, por su orientación profesional, durante el trabajo de campo y la redacción del presente trabajo.

Al Ingeniero M.Sc. Casiano Aguirre Escalante, por su orientación en el trabajo de investigación.

Al Ingeniero Andy Williams Vela Zevallos, por su orientación, durante el trabajo de campo y redacción.

Al Ingeniero David Guarda Sotelo, por su orientación profesional y apoyo en el análisis estadístico de los datos de campo.

A mis amigos, Marco Curilla, Carlos Vela, Franklin Cueva, Guydo Rios, Edy García y a mi grandes amigas Sandra Cárdenas y Doris Cartagena que colaboraron de una u otra manera en el desarrollo del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Plantaciones forestales.....	3
2.1.1. Fases de establecimiento de una plantación forestal.....	4
2.1.2. Selección de especies en las plantaciones forestales.....	4
2.1.3. Calidad de la planta forestal.....	5
2.2. Descripción de la especie <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	6
2.2.1. Importancia.....	6
2.2.2. Nombre vernacular.....	7
2.2.3. Taxonomía.....	7
2.2.4. Descripción dendrológica.....	7
2.2.5. Distribución geográfica.....	8
2.2.6. Ecología.....	8
2.2.7. Asociación natural.....	9
2.2.8. Fenología.....	9
2.2.9. Fertilización.....	11
2.2.10. Crecimiento de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	11
2.2.11. La caoba como especie amenazada.....	12
2.3. Fertilidad del suelo.....	13
2.3.1. Absorción de nutrientes.....	13
2.3.2. Síntomas de deficiencia nutricional.....	14
2.4. Fertilizantes.....	15

2.4.1. Fertilizantes nitrogenados.....	17
2.4.2. Fertilizantes fosfatados.....	18
2.4.3. Fertilizantes potásicos.....	19
2.4.4. Abonos compuestos 20-20-20.....	21
2.4.5. Fertilización en especies forestales.....	21
2.4.6. Experiencias de fertilización.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Ubicación del lugar de estudio.....	26
3.1.1. Ubicación geográfica.....	26
3.1.2. Zona de vida.....	26
3.1.3. Fisiografía.....	26
3.1.4. Clima.....	28
3.2. Materiales.....	29
3.2.1. Material biológico.....	29
3.2.2. Materiales y equipos de campo.....	29
3.3. Metodología.....	29
3.3.1. Ubicación del área.....	29
3.3.2. Análisis de suelo previo a la aplicación de dosis de NPK.....	29
3.3.3. Análisis químico antes de la aplicación de la dosis de NPK.....	30
3.3.4. Diseño experimental.....	31
3.3.5. Limpieza de malezas en la plantación.....	33
3.3.6. Aplicación del fertilizante NPK.....	33
3.3.7. Mantenimiento de la plantación.....	33
3.3.8. Variables de evaluación.....	33

3.3.9. Cálculos a realizar.....	34
3.3.10. Procesamiento de datos y análisis estadístico.....	34
IV. RESULTADOS.....	35
4.1. Crecimiento en altura de plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	35
4.2. Crecimiento en diámetro de plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King..	41
4.3. Incremento en número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	47
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
VIII. ABSTRACT.....	56
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXO.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Datos meteorológicos correspondiente a los meses de evaluación de la investigación.....	28
2	Análisis de suelos antes de la fertilización con dosis de NPK.....	30
3	Análisis químico de caoba antes de la aplicación con NPK.....	30
4	Dosis de fertilización definidos como tratamientos.....	31
5	Modelo de análisis de varianza.....	31
6	Análisis de varianza del crecimiento en altura de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	35
7	Prueba de Duncan para el crecimiento en altura.....	36
8	Crecimiento promedio mensual acumulado de altura en plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	37
9	Incremento corriente mensual en altura de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	38
10	Incremento medio mensual (IMM) en altura de plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de aplicación de NPK.....	40
11	Análisis de varianza del crecimiento en diámetro de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	41
12	Prueba de Duncan para el crecimiento en diámetro.....	42
13	Crecimiento promedio mensual acumulado del diámetro en plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	43
14	Incremento corriente mensual en diámetro de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	45
15	Incremento medio mensual (IMM) del diámetro de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	46
16	Análisis de la varianza del incremento mensual en número de hojas para <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	47
17	Prueba de Duncan para el incremento del número de hojas.....	48
18	Evaluación inicial de altura, diámetro y número de hojas de	

	<i>Swietenia macrophylla</i>	62
19	Primera evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	62
20	Segunda evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	63
21	Tercera evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	63
22	Cuarta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	64
23	Quinta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	64
24	Sexta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de <i>Swietenia macrophylla</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Ubicación de la parcela experimental.....	27
2	Croquis del experimento.....	32
3	Crecimiento acumulado en altura de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	37
4	Incremento mensual en altura de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	39
5	Incremento medio mensual en altura de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	40
6	Crecimiento del diámetro de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	44
7	Incremento mensual en diámetro de plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> King versus la precipitación mensual.....	45
8	Incremento medio mensual en diámetro de planta de <i>Swietenia macrophylla</i> King por dosis de NPK.....	46

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización con NPK, se eligió una plantación establecida de *Swietenia macrophylla* King en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria – UNAS en Tingo María. Utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro réplicas. Los tratamientos fueron cinco dosis de fertilización con NPK (10, 15, 20, 25 y 30 g/planta), evaluándose las variables altura de planta desde la base hasta la yema apical, diámetro del tallo a 10 cm de la base del suelo y el número de hojas. La fertilización se realizó 10 meses después de instalada la plantación. Las evaluaciones se realizaron al mes de fertilizada la plantación. Los resultados demostraron que el efecto óptimo del fertilizante NPK sobre el crecimiento en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King fue con una dosis de 25 g que mostró 7,47 cm de incremento medio mensual, alcanzando 116,80 cm a los 6 meses de evaluación. El efecto óptimo del fertilizante NPK sobre el crecimiento en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King fue con una dosis de 25 g que mostró 1,63 mm de incremento medio mensual, alcanzando 18,63 mm a los 6 meses de evaluación. Los mayores incrementos del número de hojas por planta de *Swietenia macrophylla* King se presentaron con la dosis 25 g de NPK, obteniéndose en promedio 23 hojas a los 6 meses de evaluación.

I. INTRODUCCIÓN

Las nuevas experiencias en reforestación han demostrado que manejar plantaciones forestales con éxito, no dependen tanto de la productividad del área, del clima o del tipo de suelo, sino de un adecuado manejo silvícola y una objetiva fertilización. La caoba "*Swietenia macrophylla*" ha sido tradicionalmente la especie maderable de mayor importancia económica en el Perú y que ha formado parte de muchos programas de reforestación con fines de aprovechamiento, conservación e investigación, objetivos que en muchos de los casos resultaron un fracaso por la no inclusión de un adecuado plan de fertilización.

La reciente política de establecer plantaciones de caoba asociadas a otras especies con fines de investigación, motivó el interés de conocer el comportamiento de esta especie frente a la fertilización con NPK, para obtener una dosis óptima que genere el mayor crecimiento en plantas recién instaladas, asociadas especies de crecimiento precoz como es el pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*).

Las respuestas por efecto de la fertilización en plantas de caoba en Centroamérica demostraron que su aplicación tiene efectos positivos en el crecimiento inicial del diámetro y altura de esta especie. En nuestro contexto geográfico y ecológico son pocos los trabajos desarrollados hasta el momento

en el campo de la fertilización química con NPK. Motivados por esta incertidumbre, en la investigación pretendió dar a conocer el comportamiento de *Swietenia macrophylla* King ante la fertilización con NPK considerando la importancia que tiene esta especie en programas de reforestación por el alto valor de su madera.

1.1. Objetivos

Objetivo general

- Determinar el efecto de la aplicación de dosis de NPK en el crecimiento de *Swietenia macrophylla* King “caoba” en Tingo Maria.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima del fertilizante NPK para el crecimiento en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King.
- Determinar la dosis óptima del fertilizante NPK para el crecimiento en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King.
- Determinar la dosis óptima del fertilizante NPK para el incremento del número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Plantaciones forestales

El manejo de plantaciones o manejo silvicultural, involucra un conjunto de técnicas que aplicadas adecuada y oportunamente, permiten mayor rendimiento y mejor calidad de los productos de una plantación forestal, dentro de ella se debe llevar un cronograma bien establecido de los cuidados silviculturales, siendo ellas la fertilización, el recalce, el control de malezas, la poda y el raleo. Las plantaciones forestales así como los cultivos agrícolas requieren de fertilización, sobre todo en los dos a tres primeros años de crecimiento, considerándose incluso fertilizar los hoyos, antes de realizar la plantación forestal, dado que estas generalmente se realizan sobre aquellos suelos empobrecidos por malas prácticas agrícolas o sobrepastoreo y que presentan altos desequilibrios nutricionales (DESCO, 2005).

Swietenia macrophylla King es una especie muy amenazada del trópico por el corte de los árboles para madera y por la destrucción del bosque para agricultura. En muchas áreas solamente quedan algunos árboles en potreros, zonas agrícolas y en cercas vivas. La conservación de la especie, se hace a través de plantaciones de investigación, y árboles aislados en fincas o en pequeños remanentes. Por su alto valor comercial en los últimos años se

han iniciado importantes iniciativas de reforestación y conservación, lo cual coloca a esta especie en un estado de conservación (PALACIOS, 2005).

2.1.1. Fases de establecimiento de una plantación forestal

Para establecer una plantación forestal existen dos fases: la fase de vivero, que proveerá las plantas necesarias para la plantación y la fase de establecimiento propiamente dicho, donde se realizará el trasplante al campo y se dará el mantenimiento pertinente a la plantación (PALACIOS, 2005).

2.1.2. Selección de especies en las plantaciones forestales

CHAMPION Y BRASNETT (1957), citado por WADSWORTH (2000) afirma que, en la selección de una especie para un sitio dado, o en la selección de sitios y especies para producir un tipo especial de madera, es necesario saber algo sobre el clima y asociación de plantas en el sitio original. Si parece apropiado ensayar con especies exóticas, se debe considerar primero la introducción de especies de climas parecidos.

La variación genética de una especie puede afectar la productividad tanto como la variación entre especies. Idealmente, el proceso de selección de especies debe comparar todas las variantes de cada especie (MOLFINO Y VAIRETTI, 1972).

Para la selección de los árboles a partir del comportamiento de distintas especies ya establecidas en una gran variedad de sitios. Las conclusiones, que se dan a continuación, deberían ser de aplicación universal:

- El crecimiento inicial en altura es un buen índice de la adaptación de la especie a un sitio.
- El crecimiento uniforme de árboles individuales denota la existencia de condiciones favorables.
- La autopoda es señal de que el sitio es favorable.
- La susceptibilidad a insectos y enfermedades es mínima en sitios donde los árboles están bien adaptados (WADSWORTH, 2000).

2.1.3. Calidad de la planta forestal

Según FOUCARD (1997), la calidad de planta forestal se demuestra en el campo por su capacidad de arraigar y vegetar larga y satisfactoriamente una vez plantada. En buena parte estas capacidades dependen de la técnica de repoblación; pero están además condicionadas por su cultivo en vivero. Son cuatro los factores que más influyen para la obtención de plantas de calidad en un vivero y estos son: Sustrato o medio de cultivo, fuente de semilla, riego y fertilización

Una planta de calidad tiene las siguientes características descritas por FOUCARD (1997), las cuales son:

- Longitud y forma de la raíz, la longitud más recomendable es de 15 - 20 cm la mayoría con especies de raíz pivotante, algunos autores no recomiendan raíces de más de 18 cm de longitud, la forma ideal es recta, colgante y sin enroscamiento.

- Dimensión y edad, en general arraigan mejor plantas jóvenes, porque tienen potencial de crecimiento en sus raíces, por eso las plantas usadas para la repoblación suelen ser pequeñas.
- Equilibrio y proporción. El grosor del tallo debe de ser proporcional a su altura y nunca el peso de la parte aérea debe de ser el doble de la raíz.

2.2. Descripción de la especie *Swietenia macrophylla* King

2.2.1. Importancia

Los bosques tropicales y subtropicales de América son el hábitat natural de la valiosa *Swietenia macrophylla*. Estos ambientes cumplen un rol especial en la conservación de la diversidad biológica; en los bosques tropicales y subtropicales se alberga el 75.0% de las especies de animales y plantas del mundo, más de 13 millones de especies diferentes. En lo que respecta a especies de árboles, los bosques tropicales y subtropicales son extremadamente diversos y contienen a menudo más de 250 especies representadas por alrededor de 700 individuos por hectárea (SNOOK, 1993).

Los bosques tropicales, incluida la caoba, nos brindan una amplia gama de productos industriales que utilizamos en la vida cotidiana: madera, tableros contrachapados, postes, palos, pulpa y papel. Los productos industriales de madera representan alrededor de uno por ciento del producto interno bruto global y tres por ciento de todos los bienes comercializados (PENNINGTON, 1981).

2.2.2. Nombre vernacular

Caoba del sur, aguano, ahuano, mara, orura, acajou, amérique, araputang, mahogany (WHITMORE, 1983).

2.2.3. Taxonomía

Revisión taxonómica según CRONQUIST (1981).

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Meliaceae
Género	:	<i>Swietenia</i> sp.
Especie	:	<i>S. macrophylla</i>
Nombre binomial	:	<i>Swietenia macrophylla</i>

2.2.4. Descripción dendrológica

Árbol de hojas caducas de mediano a grande, que alcanza 24 m o más de altura, con un tronco recto, libre de ramas, derecho, hasta cuatro pies o más de diámetro, con raíces tubulares en la base. La corteza tiene un alto contenido de taninos, es áspera, con escamas planas separadas por grietas profundas de color castaño. Hojas, glabras, de 10 a 20 cm de longitud, con ramificaciones laterales cortas, son alternas, elípticas a oblongas de color verde oscuro, ligeramente lustrosas en la cara superior y más pálidas debajo,

tienen un raquis de color verde amarillento, delgado y redondo que termina en un punto muerto estrecho, con hojuelas en tallos cortos de menos de 0,6 cm de largo (LITTLE *et al.*, 1977).

2.2.5. Distribución geográfica

En cuanto a su distribución natural, la caoba se encuentra en las zonas húmedas y sub-húmedas, desde el sur de México (Oaxaca, Veracruz, Tabasco y al sur de la Península de Yucatán); en las vertientes del Atlántico de América Central, desde Belice hasta Panamá; en Venezuela, Colombia y en parte de la región Alta del Amazonas, en Perú, Bolivia y Brasil. Su presencia en el Amazonas es abundante indica que la caoba ha sido introducida con buen suceso en el sur de la Florida, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Cuba, Trinidad y Tobago, la India y otros países tropicales (MENDIETA, 1999).

2.2.6. Ecología

Es un árbol originario de América Tropical, que crece entre los 50 y los 1000 msnm. Generalmente se encuentra en la costa del Pacífico desde México hasta Costa Rica, en condiciones de crecimiento natural, la caoba del Pacífico necesita por lo menos de 800 hasta 1000 mm de lluvia por año en los sitios de plantación. En bosque seco puede aguantar hasta 6 meses sin lluvia. Crece en suelos profundos, ricos en materia orgánica y bien drenada, lo cual determina su lento o rápido crecimiento. Esta especie es dominante, pertenece al dosel superior de bosques naturales (ALVARENGA, 1988).

En Centro América, la caoba se encuentra desde el nivel del mar hasta una altitud de 600 - 800 msnm. Se le encuentra en suelos profundos a semi profundos, pedregosos, bien aireados, de buen drenaje, de pendientes moderadas a abruptas, de climas lluviosos con inviernos lluviosos y generalmente en asocio con otras especies forestales importantes (MENDIETA, 1999).

2.2.7. Asociación natural

En las regiones bajas y húmedas se le encuentra asociadas a especies forestales como: *Terminalia amazonia*, *Ceiba pentandra*, *Tabernae montana chrysocarpa*, *Terminalia lucida*, *Vochysiasp*, *Brosimun allicastrum*, *Xylopia frutescens*, *Pithecellobium arboreum*, *Cedrela odorata*, *Astronium graveolens*, *Mosquitoxylon jamaicensis*, *Guarea brevianthera*, *Virola koschnyi* y *Cecropiapeltata*. En las partes medias y altas de las regiones húmedas y sub húmedas con: *Gordonia fruticosa*, *Macrohasseltia macroterantha*, *Tapirira guianensis*, *Vochysia ferruginea*, *Guarea grandiflora*, *Vochysia guianensis*, *Calophyllum brasilensis*, *Carapa guianensis*, *Hieronyma alchomeoides*, *Symphonia globulifera*, *Calocarpum viride*, *Pouteria izabalensis*, *Dialum guianensis* y *Ficus máxima* (LITTLE et al., 1977).

2.2.8. Fenología

Flores unisexuales, inflorescencias axilares o subterminales, los racimos florales en panículas de 10 a 15 cm de largo salen de la base de las hojas nuevas y tienen muchas flores pequeñas, fragantes, de tallo corto y de

color amarillo verdoso (MENDIETA, 1999). Flores con pedicelos de 1,5 mm de largo, glabros. Cáliz penta lobulados, lóbulos anchamente redondeados de 1 a 1,5 mm de largo, márgenes ciliados, pétalos 5, libres de 4,5 a 6 mm de largo y de 2 a 2,5 mm de ancho, oblongos a ovados oblongos, glabros y con margen ciliado, tubo estaminal cilíndrico, ovario globoso, glabro, tetra, pentaloculares, lóculos con 10 a 14 primordios seminales, flores pequeñas de color cremoso amarillo (DENSLOW, 1987).

Fruto en cápsula erecta, elongado a elongado ovoide, a veces periforme, marrón grisáceo de superficie lisa o con verrugas muy pequeñas, 10 a 22 cm de largo y 6 a 10 cm de diámetro, tetra o pentavalvados, siendo las valvas externas leñosas de 6 a 8 mm de grosor (PENNINGTON, 1981) . Fruto en cápsula dehiscente, los cuales nacen en tallos largos y gruesos, tienen una pared gruesa, coriácea y pesada, y después de abiertas dejan en el árbol un eje grande leñoso de 5 ángulos (RAMOS, 1990).

Semillas marrón oscuros brillantes de 7,5 a 12 cm de largo incluyendo las alas (MENDIETA, 1999), numerosas (25 a 42 por fruto), son planas, de alas largas, de color castaño (RAMOS, 1990), cuentan con 1600 a 2100 semillas por kilogramos, con una germinación del 35 y 90%, produciéndose entre los 20 a 28 días (MENDIETA, 1999). La viabilidad de la semilla en el momento de la dispersión es generalmente del 90%. Las semillas no tienen mecanismos de latencia a largo plazo, pero pueden sobrevivir de cuatro a seis meses durante el período seco y hasta diez meses en condiciones de sequía y frío (ALVARENGA, 1988). En los viveros las plantas

permanecen entre 6 a 12 meses hasta que alcancen un desarrollo de 0,5 m de altura y 2,5 y 5,0 cm de diámetro en el cuello de la raíz (MENDIETA, 1999).

2.2.9. Fertilización

La época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después de la plantación, y posterior a los deshierbes. Las dosis recomendables varían de 100 a 150 y hasta 250 gramos de NPK, por planta; las formulaciones más utilizadas según se el caso son: 17 - 17 - 17, 10 - 34 - 6, 10 - 28 - 6, 5 - 30 - 10, 10 - 30 - 10, y 5 - 30 - 6 (MIRANDA, 1999).

PANIAGUA (2004) encontró que, la especie caoba debe ser fertilizada principalmente en suelos Ultisoles, para Inceptisoles los requerimientos de fertilización en invernadero son: P>Cu>B>Fe>N en el Ultisol los requerimientos son: B>Fe>Mn>Zn>N>P>K>Cu, es importante considerar que los elementos menores, son los que tienen mayor respuesta a la aplicación, así mismo con los macro elementos, los mayores valores se obtuvieron con K>N>P.

2.2.10. Crecimiento de *Swietenia macrophylla* King

La *Swietenia macrophylla* "caoba" puede ser cultivada en regiones con precipitación hasta los 5 000 mm/año de hecho las plantaciones con más alto rendimiento son encontradas en regiones con precipitaciones mayores a 2 000 mm/año (REVELO *et al.*, 2005).

Es una especie de lento crecimiento, el primer año logra 1,8 m de altura, en plantaciones establecidas en Filipinas alcanzaron de 15 a 20 cm de diámetro en 14 años. En Iquitos Perú, alcanzaron 27 cm de diámetro y 20 a 25 m de altura en 12 años. Longevidad mayor a 100 años (WADSWORTH, 2000).

La investigación realizada en Honduras en suelos aluvio-coluviales, profundos, de pendientes planas, de buen drenaje superficial, de zona de vida bosque muy húmedo sub-Tropical, con lluvias superiores a los 2800 mm anuales y una temperatura promedio anual de 26,4 °C (al momento tenía 35 años de establecida), reporta que los árboles alcanzaron los valores dasométricos siguientes según MONTECINOS (1980).

- DAP: 37,7 cm; con un incremento medio anual de 1,06 cm/año.
- Altura total: 22 m; con un incremento medio anual de 0,61 m/año.
- Altura comercial: 14 m; con un incremento medio anual de 0,39 m/año.

2.2.11. La caoba como especie amenazada

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, que cuenta actualmente con 164 Estados miembros dice que las poblaciones neo tropicales de caoba (*Swietenia macrophylla* King) se incluirán en el Apéndice II de la CITES y numeral 6 donde trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera y madera contrachapada deben ir acompañados por un permiso de exportación CITES, norma que entra en vigor a partir del 22 de mayo de 2009.

2.3. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. De otro lado, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales de fertilidad química, pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa. Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas (DOMINGUEZ, 1997).

2.3.1. Absorción de nutrientes

Una planta forestal, como cualquier planta, absorbe los nutrientes minerales directamente de la solución acuosa del suelo de alrededor de la raíz, que se vuelve a llenar por medio del intercambio catiónico con las partículas de la misma (BARBER 1962, citado por LANDIS, 1989).

En el suelo, la disponibilidad de nutrientes minerales es afectada por el movimiento pasivo de iones con la solución del suelo, por difusión, y por el crecimiento de las raíces de las plantas, el movimiento pasivo de los iones a

través de la raíz de la planta, con el agua del suelo durante la absorción se llama “flujo de masa” y éste es controlada por la demanda transpiratoria, dentro de la solución del suelo que rodea a las raíces, los iones son absorbidos de la rizósfera, por la difusión pasiva (movimiento de una concentración relativamente elevada a una menor concentración), o por el proceso de absorción activa. Las plantas también alcanzan nutrientes minerales mediante la extensión de sus raíces (donde las puntas de las raíces crecen dentro de nuevos suministros de nutrientes minerales (JONES, 1983).

Las plantas pueden absorber los elementos del suelo y también en los lugares de intercambio iónico. A medida que crece la planta y absorbe los nutrientes, la concentración de éstos alrededor de la raíz va decreciendo, como es el caso del K y del P y su concentración en el suelo y lugares de intercambio iónico, se agotan, por esto, no es de extrañar que alrededor de las raíces hay una zona de agotamiento de K y P y es importante que en zonas más alejadas del suelo, estos elementos pueden moverse a favor de gradiente hacia la raíz, para esto se utiliza la corriente de agua. Por todo esto en caso de déficit hídrico, además de déficit de agua hay también déficit de nutrientes (DOMINGUEZ, 1997).

2.3.2. Síntomas de deficiencia nutricional

Las deficiencias nutrimentales están caracterizadas por síntomas específicos y observables, aunque existe variación considerable entre síntomas para diferentes especies forestales, estos síntomas son de alguna utilidad en el

diagnóstico de deficiencias de nutrientes, pero muchos (por ejemplo, la clorosis), pueden ser causados por deficiencias de varios nutrientes y, por lo tanto, el análisis de nutrientes en la planta con frecuencia es necesario para conseguir un diagnóstico preciso (LANDIS, 1989).

2.4. Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias que se añaden a la tierra para proporcionar los elementos que requiere la nutrición de las plantas, estas sustancias contienen uno o más de los elementos esenciales: nitrógeno, fósforo y potasio, azufre, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, cobre, boro, zinc (GUERRERO, 2000).

Los fertilizantes minerales son materiales, naturales o manufacturados, que contienen nutrientes esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Vienen en dos formas líquida y granular (LANDIS, 1989), son obtenidos mediante mezclas mecánicas íntimas de productos simples (GUERRERO, 2000).

Para LANDIS (1989), los fabricantes de fertilizantes inorgánicos, por ley, deben garantizar el contenido de nutrientes de los tres macronutrientes primarios (NPK) en el envase del fertilizante: el nitrógeno se especifica como porcentaje, pero el fósforo y el potasio son especificados como la forma oxidada del elemento, el fósforo como porcentaje de P_2O_5 , y el potasio como porcentaje de K_2O .

Los fertilizantes pueden ser categorizados en varias formas, pero para propósitos prácticos se consideran tres tipos: fertilizantes con macronutrientes, que proporcionan N, P y K; fertilizantes de nutrientes secundarios, que proporcionan Ca, Mg y S; y fertilizantes que proporcionan micro elementos, ya sea alguno o una combinación de los siete micronutrientes esenciales (ANDERSON, 1987).

Los tres elementos cuya disponibilidad en el suelo pueden limitar el crecimiento de las plantas son: nitrógeno, fósforo y potasio. Debido a la importancia de estos tres elementos, las fórmulas de los fertilizantes comerciales señalan los porcentajes en peso de N, P y K que contienen (HERNANDEZ, 1989).

Han sido identificados trece macro elementos básicos para el crecimiento de plantas superiores, aunque se ha probado que el cloro es esencial sólo para un número limitado de especies (MARSCHNER, 1986).

Los trece elementos están clasificados en seis macronutrientes, que son usados por las plantas en cantidades relativamente grandes, y en siete micronutrientes, que son requeridos en muy pequeñas cantidades. Los macronutrientes son constituyentes de compuestos orgánicos, como las proteínas y los ácidos nucleicos, o actúan en la regulación osmótica, y por lo tanto son encontrados en cantidades relativamente grandes en los tejidos vegetales siendo los principales en las plantas el nitrógeno, el fósforo y el potasio (LANDIS, 1989).

2.4.1. Fertilizantes nitrogenados

El nitrógeno, factor esencial en el crecimiento y rendimiento. Una planta que tenga suficiente nitrógeno brota pronto, adquiere un gran desarrollo de hojas, tallos y toma un bonito color verde oscuro. Así tenemos: sulfato de amonio, nitrato de amonio, urea, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, sulfato amónico, nitrato de Chile etc. (GUERRERO, 2000). La urea es un material sintético producido a partir de compuestos nitrogenados, al igual que cianamida: material sintético producido a partir de los mismos compuestos (SARMIENTO, 2008).

El nitrógeno es, con mucho, el nutriente mineral individual más importante en un programa de fertilización, puesto que es el que más frecuentemente limita el crecimiento de las plantas (LANDIS, 1989).

Según ERSTON (1967), el nitrógeno promueve un crecimiento rápido con mayor desarrollo de las hojas, tallos, la función más importante es el crecimiento de las partes vegetativas aéreas. El nitrógeno al ser aplicado en forma de fertilizantes es absorbido por las raíces de la planta en forma de NO_3 (nitrato) y NH_4 (amonio), principalmente.

El nitrógeno (N) es utilizada por las plantas, en la forma de NO_3 y NH_4^+ , que son los iones de la solución del suelo y cumplen funciones bioquímicas en las plantas como constituyentes mayores del material orgánico. Esta involucrado en procesos enzimáticos y son asimilados por reacciones de oxidación-reducción (LANDIS, 1989).

Los síntomas de deficiencia de nitrógeno (N), incluyen clorosis y reducción del crecimiento, comúnmente llamado “achaparramiento”, la clorosis aparece primero sobre las hojas o acículas inferiores, pues el N es un elemento móvil dentro de la planta, y es transferido hacia el follaje nuevo, el achaparramiento por deficiencia de N, comúnmente es fácil de diagnosticar, y fácil de corregir, porque las plantas con deficiencia responden rápidamente a las aplicaciones de fertilizante nitrogenado (LANDIS, 1989).

2.4.2. Fertilizantes fosfatados

El Fósforo, es un componente esencial de los vegetales, cuya riqueza media en P_2O_5 es del orden del 0,5 al 1 por ciento de la materia seca. Factor de crecimiento muy importante, debiendo señalarse la fuente interacción que existe entre este elemento y el nitrógeno. En este grupo se encuentran: superfosfato simple, superfosfato triple, roca fosfórica, escorias, etc. (GUERRERO, 2000). Respecto al superfosfato triple son sustancias producidas al reaccionar la fosforita con el ácido fosfórico (SARMIENTO, 2008).

PROABONOS (2005) menciona que, el fósforo, origina el vigor y desarrollo de la estructura de la planta, así mismo favorece la fecundación, la formación y maduración de frutos (precocidad).

El fósforo es utilizado por las plantas, en forma de fosfatos, los ésteres fosfato están involucrados en reacciones de transferencia de energía. Según DEVLIN (1975), el fósforo resulta esencial para el desarrollo radicular y la división celular, además de desempeñar un papel importante en la formación

de los frutos, la carencia o deficiencia del fósforo provoca que las plantas tarden en crecer, sus raíces no desarrollan normalmente y tienden a mostrar una coloración púrpura de los tallos, pecíolos y envés de la hoja.

El fósforo, es uno de los elementos más críticos para la producción agropecuaria, debido a su relativa escasez edáfica, la elevada retención por parte de la matriz del suelo, la falta de reposición natural y la progresiva escasez (SARMIENTO, 2008).

Los síntomas de deficiencia de fósforo son extremadamente variables entre especies y por tanto se dificulta la diagnosis de deficiencia de sólo este nutriente, debido a que el fósforo es requerido relativamente temprano en el desarrollo de las plantas, uno de los síntomas clásicos de deficiencia de fosforo es el "corazón púrpura", en el que las nuevas acículas se tornan de un color morado, los síntomas de deficiencia de P en el follaje, varían desde ningún cambio en el color, hasta una tonalidad gris oscuro, rosa, o púrpura, clorosis general, quemadura del margen, moteado clorótico entre las nervaduras, y clorosis de las hojas inferiores (LANDIS, 1989).

2.4.3. Fertilizantes potásicos

El potasio es uno de los macronutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. El contenido de potasio de los fertilizantes suele expresarse en K_2O . El potasio interviene en la fotosíntesis, aumenta la resistencia de los vegetales a las enfermedades criptógamas, favorece el desarrollo de las raíces y da mayor consistencia a los tejidos. los más comunes

son el cloruro de potasio o muriato de potasio, el sulfato potásico y el sulfato de magnesio potásico. Por otra parte, el cloruro de potasio es un material producido al reaccionar minerales de potasio con ácido clorhídrico (GUERRERO, 2000).

ERSTON (1967), atribuye al potasio efectos importantes en la resistencia de la plantas al ataque de plagas y enfermedades, también influye en los fenómenos de respiración y transpiración, manteniendo la economía en la planta y reduciendo su tendencia a la marchitez, un exceso de potasio puede inducir a una deficiencia del Nitrógeno y viceversa, mientras que PROABONOS (2005) menciona que el potasio favorece a la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, prótidos y lípidos, contribuye a la mejor utilización de la reserva de agua al acelerar el crecimiento de las raíces.

Para DEVLIN (1975), la cantidad de potasio intercambiable en el suelo no refleja la cantidad de nutrición potásica de las plantas, porque a diferentes niveles de potasio el efecto de los fertilizantes potásicos puede ser favorable o desfavorable.

El potasio es utilizada por las plantas, en forma de iones de la solución del Suelo, cumple funciones no específicas estableciendo potenciales osmóticos (LANDIS, 1989).

Los síntomas de deficiencia de potasio se presenta en síntomas variables entre especies: follaje usualmente corto, clorótico, con algún color verde en la base; en casos severos, tonalidades oscuras y necrosis con

muerte descendente desde la punta. La aparición de un color café y la necrosis también pueden ocurrir (LANDIS, 1989).

2.4.4. Abonos compuestos 20 - 20 - 20

Los fertilizantes con macronutrientes vienen en dos formas líquida y granular, tanto las formas líquidas como las sólidas de fertilizantes son usadas en viveros y plantaciones, los fertilizantes sólidos pueden ser adquiridos en forma granular o de pastillas (LANDIS, 1989).

El fertilizante 20 - 20 - 20 contiene 20% de nitrógeno, 20% de P_2O_5 (8,8% de fósforo), y 20% de K_2O (16.6% de potasio). Los fertilizantes de grado alto se refieren a la cantidad total de nutrientes minerales en el fertilizante; para el ejemplo del fertilizante 20 - 20 - 20, el análisis total sería de 45,4% (LANDIS, 1989), también la fórmula 15 - 15 - 15 que contiene 15% de nitrógeno, 15% de P_2O_5 y 15% de K_2O (HERNANDEZ, 1989), el resto del contenido está compuesto de productos químicos accesorios que no son nutrientes, aunque algunos fertilizantes con frecuencia contienen otros nutrientes secundarios no especificados, incluyendo Ca y S (LANDIS, 1989).

2.4.5. Fertilización en especies forestales

La intensificación de la silvicultura se ve reflejada en la aplicación de fertilizantes para disminuir los problemas de crecimiento por causa de diferencias nutricionales, técnica que se ha vuelto muy común en la actualidad en gran parte del mundo (VON MAREES, 1998).

La fertilización es la técnica más eficiente para acelerar el crecimiento y aumentar la supervivencia, tanto de la planta en vivero como de las masas forestales una vez establecidas en el campo. La aplicación en cualquiera de ellas exige el conocimiento de la demanda nutricional de la planta en cada momento, además de la capacidad del terreno para asegurar dicha nutrición en la cantidad y tiempo adecuado (RUIZ *et al.*, 2001).

La aplicación de fertilizantes tiene por objetivo entregar a las plantas el complemento nutricional necesario para que estas desarrollen apropiadamente y logren tasas de crecimiento que satisfagan a los propietarios de las plantaciones. Para ello es preciso considerar las características físicas y químicas de los suelos, las dosis y época de aplicación de nutrientes, y las características de la especie, como también, el clima local que predomina en un sitio determinado. Esto permite emplear la combinación óptima de factores de suelo, planta y clima (TORO, 1995).

Las plantas requieren de elementos nutritivos para que complete su ciclo vegetativo esto significa que para alcanzar un rendimiento máximo se necesita una determinada cantidad de elementos nutritivos, cuando la fertilidad del suelo no permite alcanzar dicho rendimiento máximo, entra en juego la posibilidad de complementar la acción del suelo con la aplicación de la mayor cantidad de elementos nutritivos hasta que se alcance la máxima rentabilidad o el óptimo económico de esta aplicación suplementaria que constituye el objeto de la fertilización (BINKLEY, 1993).

En suelos con gran abundancia de materia orgánica, superior al 5%, cualquier aplicación moderada de un abono nitrogenado permite su adecuada mineralización y deja disponibles sus componentes nutritivos para los nuevos retoños, en el caso de suelos ácidos, el abono nitrogenado debe también aportar adecuadas cantidades de calcio y magnesio (DESCO, 2005).

La aplicación de fertilizantes a las plántulas en el momento en que se ponen en el terreno ofrece una clara ventaja económica, por eliminar la necesidad de una nueva visita al lugar de la plantación (DESCO, 2005).

2.4.6. Experiencias de fertilización

La Investigación en suelos de baja fertilidad realizada en Turrialba Costa Rica, demostró que con la aplicación de 30 g por árbol del fertilizante compuesto de fórmula 14 - 14 - 14, cada 15 días después del trasplante en plantaciones de *Pinus caribea* incrementó el crecimiento promedio acumulado en altura a los 6 meses. La altura de las plantas fertilizadas fue de 52 cm en comparación con 42 cm de plantas sin fertilizar (LOAYZA, 1967).

Investigación realizada en parcelas con suelos ácidos, con buen drenaje, aplicándose 80 g por árbol de la fórmula 12 - 24 - 12, a dos meses después del trasplante, triplicaron el volumen e incrementaron la altura de las plantas 20 meses después de la aplicación, en comparación con parcelas que no recibieron fertilizante (KANE, 1992).

Trabajando en seis lugares bien conocidos con precipitaciones variables, en la isla hawaiana de Maui, investigadores midieron el contenido de nitrógeno del suelo en nitrato y amonio, determinando la contribución relativa de cada fuente al crecimiento de una amplia gama de especies de vegetales, desde pequeños arbustos que moran en el suelo, hasta helechos arbóreos y árboles de notable altura (HOULTON, 2007).

Estudios sobre el aprovechamiento de las formas de asimilación de nitrógeno en las plantas encontraron que en las áreas secas, el nitrato era la forma más disponible, mientras que en las zonas húmedas, el amonio era la fuente predominante, una vez que el suelo se humedece y el contenido en nitratos cae por debajo de un valor umbral, todas las plantas tropicales comienzan a emplear el amonio casi al unísono (HOULTON, 2007).

Experiencias en fertilización realizada por SANCHEZ (1995) en la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa) en la facultad de Ciencias Agropecuarias, se evaluó la respuesta a la fertilización química y orgánica al establecimiento de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en pasturas degradadas. Cinco tratamientos fueron estudiados, el primero de ellos fue el control absoluto: los tratamientos 2 y 3 recibieron dosis de fertilización orgánica (2 y 4 kg de humus de lombriz/planta); mientras que los tratamientos 4 y 5 recibieron fertilización química a dos niveles: 150 - 50 - 50 kg/ha y 225 - 75 - 75 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O respectivamente. Por tanto para el establecimiento de bolaina blanca en suelos degradados como el utilizado en el ensayo, se debe contemplar la aplicación de abono inorgánico al suelo. La dosis óptima

recomendada es de 150 - 50 - 50 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O; por presentar incrementos de igual magnitud, en el crecimiento de las plantas, a la dosis más alta de fertilizante aplicado.

MEDINA (2002) desarrolló un trabajo de investigación sobre el uso de enmiendas químicas y orgánicas en la especie forestal sangre de grado, utilizando dosis de 1 kg, 2 kg y 3 kg de gallinaza, teniendo como resultado sobresaliente la dosis de 2 kg de gallinaza aplicada, ya que en esta se obtuvo el mayor crecimiento en diámetro y altura, obteniendo así mismo que como enmienda química la cal es una buena alternativa, ya que se obtuvieron buenos resultados.

VELA (2005) desarrolló un trabajo de investigación sobre fertilización orgánica con guano de isla, en una plantación asociada de aguaje y capirona, empleando dosis de 0,5 kg y 1,0 kg y un testigo como base de comparación, en la cual encontró que las plantas de capirona alcanzaron mayor altura en la dosis de 1,0 kg, siendo no significativo ninguna dosis en las plantas de aguaje, asimismo se encontró que en las plantas testigos se obtuvo el mayor crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

El trabajo se desarrolló en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria (CIPTALD), el cual pertenece a la jurisdicción del distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, el acceso al lugar es por una vía asfaltada a 25 km al norte de la ciudad de Tingo María, con coordenadas UTM de 386122 este y 8992437 norte del huso 18L, a una altitud de 600 m.s.n.m.

3.1.2. Zona de vida

De acuerdo a HOLDRIDGE (1982) la zona del Alto Huallaga corresponde a un bosque muy húmedo Pre Montano Tropical (bmh-PT) encontrándose inmerso en ella el área de la parcela experimental.

3.1.3. Fisiografía

La fisiografía del área elegida para el trabajo es una zona de planicie de suelos aluviales, definida por encontrarse cercano al río Huallaga y haber formado parte del curso del mismo.

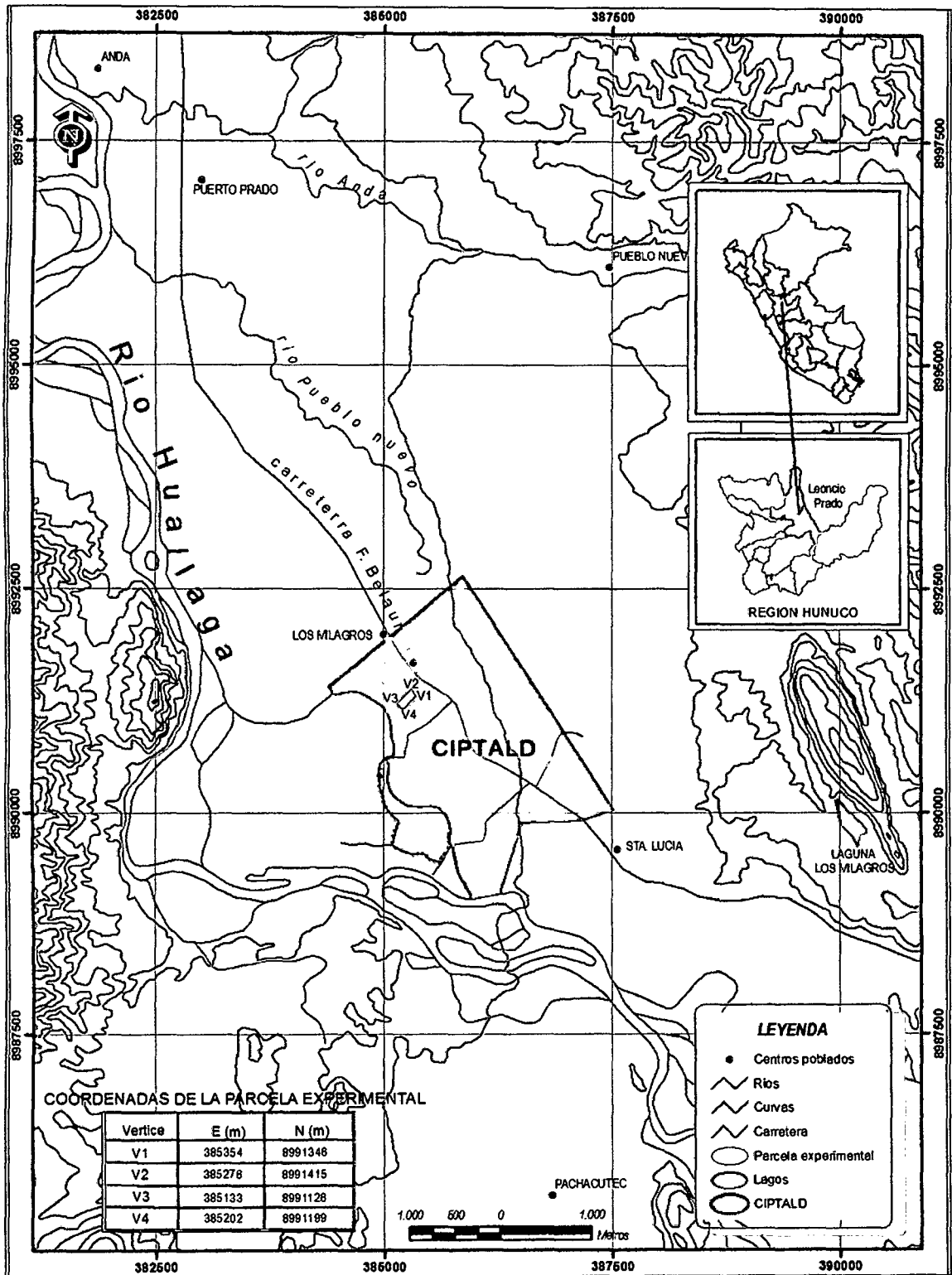


Figura 1. Ubicación de la parcela experimental.

3.1.4. Clima

Cuadro 1. Datos meteorológicos correspondientes a los meses de evaluación de la investigación.

Mes	Temperatura media (°C)	Humedad relat. media (%)	Precipitación total (mm).
Diciembre	24,98	89,00	373,10
Enero	24,85	89,00	490,00
Febrero	24,85	89,00	405,60
Marzo	25,05	88,00	307,10
Abril	25,20	86,00	301,90
Mayo	25,20	86,00	340,60
Junio	25,30	83,00	341,20
Promedio	25,06	87,14	2559,50

Fuente: Estación meteorológica Fac. RR.NN.RR – UNAS (2008-2009).

Se observa que la temperatura promedio en el tiempo de ejecución de la investigación es de 25,06 °C. La precipitación fue de 2559,50 mm y un promedio de la humedad relativa de 87,14%.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Plantones de *Swietenia macrophylla* King, siendo las dimensiones en promedio para la altura de 58 cm y 6,42 mm en el diámetro.

3.2.2. Materiales y equipo de campo

Una wincha, cinta diamétrica, palana, poseadora, machetes, jalones, baldes, rafias, formatos de campo, impermeables, tablero, brújula, GPS, cámara fotográfica y un vernier digital.

3.3. Metodología

3.3.1. Ubicación del área

La plantación se instaló 10 meses antes de la fertilización en un área de dos hectáreas en los terrenos del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo La Divisoria (CIPTALD), el cual pertenece a la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Se hizo el reconocimiento de la plantación mediante un recorrido por el perímetro del mismo, marcando con estacas cada punto límite, con el fin de elaborar un plano base.

3.3.2. Análisis de suelo previo a la aplicación de la dosis de NKP

Se realizó un muestreo de suelos, mediante la apertura de dos calicatas con la finalidad de ajustar la dosis de NPK aproximada, para realizar la fertilización en las plantas de caoba (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de suelos antes de la fertilización con dosis de NPK.

Muestr	Arena (%)		Limo (%)		Arcilla (%)		Textura	
M 01	40,0		43,0		17,0		Franco	
M 02	10,0		55,0		35,0		Fo.Ar.Lo	
Micro y macronutrientes								
	N	P	K ₂ O	Ca	Mg	Al	H	
M 01	0,18	6,20	224,00	2,40	0,80	1,80	0,70	
M 02	0,03	5,80	199,00	2,20	0,80	1,60	0,80	
	pH (1:1)		M.O (%)		CICe		Bases. cambiables(%)	Acidez cambiable(%)
M 01	5,3		3,90		5,70		56,14	43,86
M 02	5,0		0,60		5,40		55,56	44,44

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo Fac. de Agronomía-UNAS (2008).

3.3.3. Análisis químico antes de la aplicación de la dosis de NPK

A parte del análisis de suelo que se acostumbra a realizar antes de la aplicación de fertilizantes, se consideró por conveniente efectuar una análisis químico de las plantas de *Swietenia macrophylla* King, así los valores promedios en porcentaje fueron con referencia al peso seco de las plantas tomadas como muestras (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis químico de caoba antes de la aplicación de NPK.

Muestra	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Raíz	0,70	0,14	0,16
Tallo	0,90	0,16	0,18
Hojas	1,80	0,20	0,22
Total	3,40	0,50	0,56
Promedio	1,13	0,17	0,19

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo Fac. de Agronomía-UNAS (2008).

3.3.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño Bloques Completo al Azar con 5 tratamientos (niveles de fertilizante NPK) más un testigo (Cuadro 4) y 4 repeticiones o bloques (Figura 2).

Cuadro 4. Dosis de fertilización definidos como tratamientos.

Tratamientos	Dosis de fertilización: NPK
T0	Tratamiento testigo
T1	10 g de fertilizante 20 – 20 – 20
T2	15 g de fertilizante 20 – 20 – 20
T3	20 g de fertilizante 20 – 20 – 20
T4	25 g de fertilizante 20 – 20 – 20
T5	30 g de fertilizante 20 – 20 – 20

Cuadro 5. Modelo de análisis de varianza.

Fuentes de Variabilidad	Grados de libertad
Bloques	3
Dosis de fertilizante NPK	5
Error experimental	15
Total	23

El modelo aditivo lineal:

$$\mu = T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde: μ = media general, T_i = efecto de fertilizante veinte -veinte,
 B_j = efecto de bloques, E_{ij} = Efecto del error experimental.

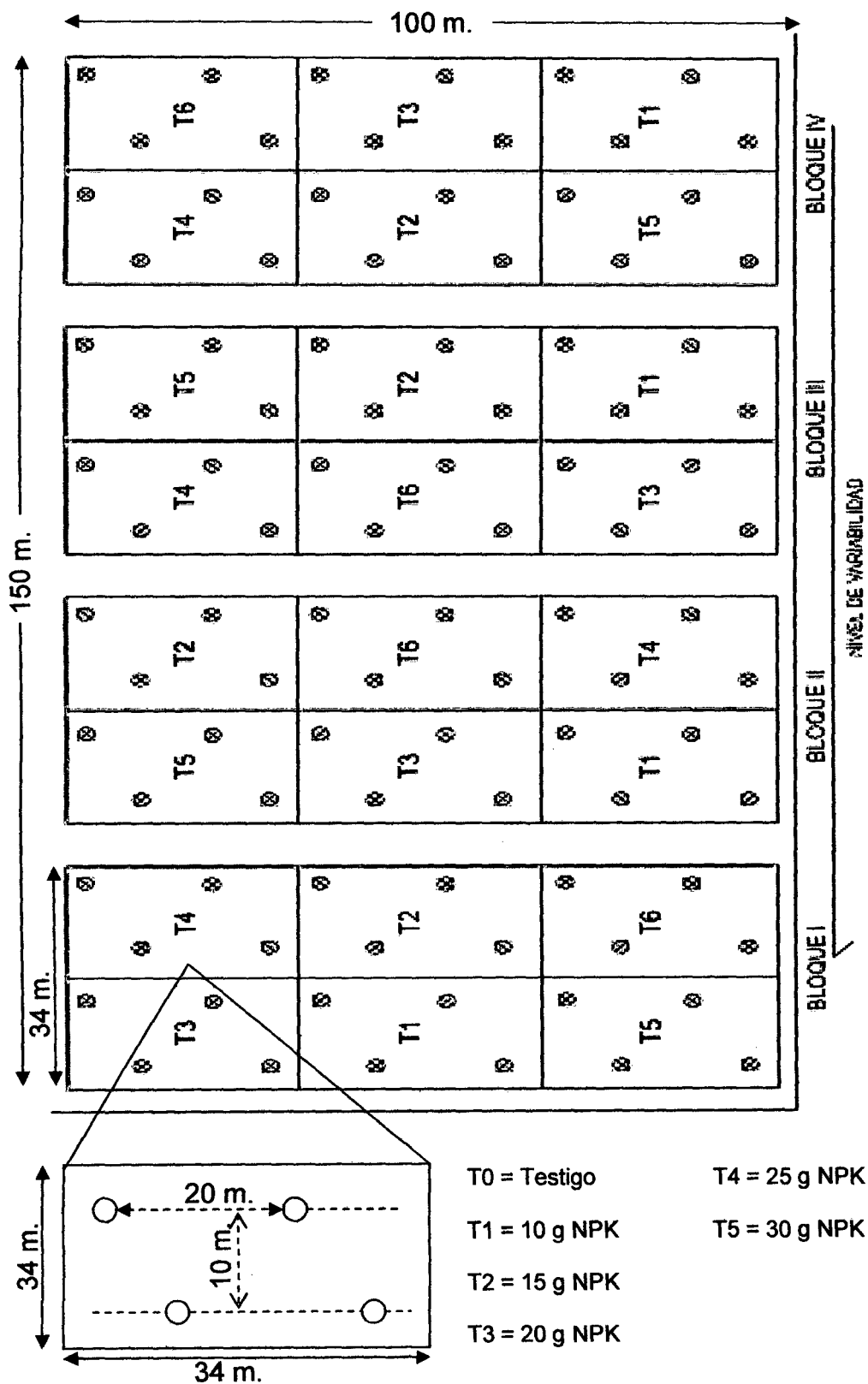


Figura 2. Croquis de la parcela experimental.

3.3.5. Limpieza de malezas en la plantación

Previo a las labores de fertilización se hizo una limpieza general de la plantación eliminando enredaderas, malezas y demás vegetación que impedían el crecimiento de las plantas, para evitar la competencia por luz espacio y por ende de los nutrientes de la posterior fertilización.

3.3.6. Aplicación del fertilizante NPK

Para realizar la fertilización fueron preparados 5 envases de tamaños variables con el fin de identificar cada una de las dosis a fertilizar en las plantas; la aplicación se hizo aperturando un círculo con 3 cm de profundidad y luego de ello cubierta con la tierra extraída finamente, se realizaron 2 fertilizaciones con intervalos de 90 días.

3.3.7. Mantenimiento de la plantación

Se realizó las actividades culturales de limpieza cuando se notó que las enredaderas, malezas y demás vegetación estaban impidiendo el crecimiento de las plantas.

3.3.8. Variables de evaluación

Se realizaron seis evaluaciones de altura, diámetro y número de hojas en todo el tiempo de investigación, los datos de la altura se tomaron desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja con una regla graduada, registrando los datos en cm. La medición del diámetro se hizo a 10 cm de la

base de la planta con un vernier digital registrando los datos en mm, asimismo la evaluación de hojas se hizo por conteo en numeración sucesiva.

3.3.9. Cálculos a realizar

a) Incremento corriente mensual (ICM)

El incremento corriente por mes de las variables altura, diámetro y número de hojas por planta, fueron determinadas por la siguiente fórmula.

$$\text{ICM} = \frac{\text{Medición \#2} - \text{Medición \#1}}{1 \text{ mes}} \quad (1)$$

b) Incremento medio mensual (IMM)

Para medir el incremento medio mensual de las variables altura, diámetro y número de hojas por planta se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMM} = \frac{\text{Medición final} - \text{Medición inicial}}{\text{Número de meses evaluados}} \quad (2)$$

3.3.10. Procesamiento de resultados y análisis estadístico

Los datos registrados fueron pre procesados en hoja electrónica Excel para la obtención de los promedios por tratamiento y bloque, posteriormente se utilizó el programa Info Stat 1,4 para la ejecución del análisis de varianza. Las pruebas de significación se hicieron al 95 y 99% de probabilidad, y para la separación de medias de los tratamientos se empleó el test de Duncan para un nivel de $\alpha = 0.05$.

IV. RESULTADOS

4.1. Crecimiento en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King

Cuadro 6. Análisis de varianza del crecimiento en altura de *Swietenia macrophylla* King.

FV	Gl	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
Bloq.	3	250,56 NS	410,71 NS	426,3 NS	494,36 NS	507,18 NS	336,01 NS
Trat.	5	459,36 NS	1099,26 *	107,68 *	1697,76 *	1797,07 *	1405,13 *
EE	15	72,18	149,84	162,98	222,04	233,93	282,19
Total.	23						
CV	(%)	13,89	17,16	17,57	19,13	19,4	21,56

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.
 NS = No significativa

El análisis de varianza muestra los resultados obtenidos para el crecimiento en altura de *Swietenia macrophylla* King, luego de la aplicación de dosis de NPK (10, 15, 20, 25 y 30 g/planta) en formulación comercial 20 - 20 - 20, encontrándose que no existe diferencias significativas entre los bloques para las evaluaciones realizadas; pero si se presentó a un nivel de $p \leq 0.05$ diferencias significativas entre las dosis. El coeficiente de variabilidad resultó en un rango de 17 a 22 %, teniendo en cuenta las condiciones medioambientales y el suelo, rango aceptable para plantaciones a campo abierto.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para el crecimiento en altura de *Swietenia macrophylla* King.

Promedios de altura de planta por mes (cm).						
Trat./Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T4(25gNPK)	68,02 a	99,52 a	102,26 a	113,23 a	115,24 a	116,80 a
T5(30gNPK)	9,25 ab	82,40 ab	84,18 ab	91,39 ab	92,71 ab	93,23 ab
T3(20gNPK)	60,52 bc	68,61 bc	69,62 ab	73,70 b	74,43 bc	74,75 bc
T2(15gNPK)	54,26 c	57,32 c	58,02 bc	60,87 bc	61,39 c	61,63 c
T1(10gNPK)	53,34 c	59,47 c	60,26 c	63,34 c	63,88 c	64,16 c
T0(Ttgo)	51,64 c	60,73 c	61,55 c	64,78 c	65,37 c	65,65 c

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

La prueba de Duncan, asigna a la dosis con 25 g (T4) de fertilizante NPK, como la mejor estimulante del crecimiento en altura de *Swietenia macrophylla* King, seguido de la dosis con 30,0 g (T5), encontrándose que han sido las mejores dosis que influyeron en el crecimiento inicial de la especie, teniendo 116,80 cm para el mes de Junio el cual fue el último mes de evaluación. Teniendo como precedente y base de comparación al tratamiento testigo, observamos que los 25 g de Fertilizante NPK aplicados a la especie, frente a los 30 g de fertilizante NPK, la mejor respuesta se obtuvo en la primera dosis, que es menor en peso en comparación con la segunda, esto denota que para las condiciones de suelo y medioambientales del área, esta dosis definida como tratamiento es la idónea, cabe añadir también que fue aplicada en plantas con tamaño promedio de altura de 58 cm.

Cuadro 8. Crecimiento promedio mensual acumulado de altura en plantas de *Swietenia macrophylla* King.

Promedios de altura de planta por mes (cm).						
Trat./Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T0(Ttgo)	54,26	60,73	61,54	64,77	65,37	65,65
T1(10gNPK)	53,34	59,47	60,26	63,34	63,88	64,16
T2(15gNPK)	51,63	57,32	58,02	60,87	61,38	61,63
T3(20gNPK)	60,52	68,61	69,62	73,70	74,43	74,75
T4(25gNPK)	79,25	99,52	102,26	113,23	115,23	116,80
T5(30gNPK)	68,02	82,40	84,18	91,39	92,70	93,23

El crecimiento acumulado en cada una de las evaluaciones realizadas, evidenció la influencia del fertilizante con NPK en el crecimiento en altura de plantas de *Swietenia macrophylla* King ya que las dosis con mayor peso en gramos, son las que presentaron mayores incrementos en altura.

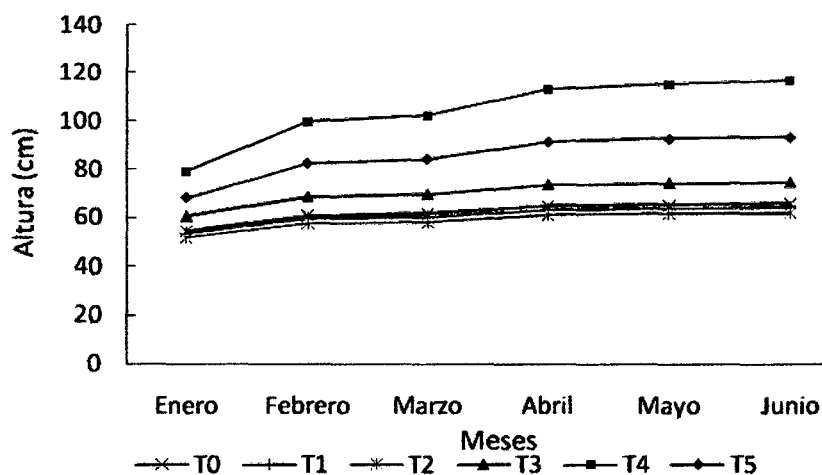


Figura 3. Crecimiento acumulado en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

En la Figura 3 encontramos crecimientos menores en altura de planta para el testigo con 65,65 cm, frente a las plantas que si tuvieron fertilización, se presentó un desempeño similar al tratamiento T2 y T1.

Cuadro 9. Incremento corriente mensual en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

Promedios de altura de planta por mes (cm).						
Trat./Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T0(Ttgo)	0,67	6,47	0,82	3,23	0,59	0,28
T1(10gNPK)	1,52	6,13	0,79	3,08	0,54	0,28
T2(15gNPK)	1,40	5,69	0,71	2,85	0,51	0,24
T3(20gNPK)	2,01	8,09	1,01	4,08	0,73	0,32
T4(25gNPK)	7,28	20,27	2,74	10,98	2,00	1,57
T5(30gNPK)	3,58	14,38	1,78	7,21	1,32	0,53

Los datos encontrados en el presente cuadro, muestran los incrementos mensuales obtenidos en la investigación tomando como base la evaluación inicial, en el que se observa un mayor incremento en altura para cada una de las dosis de NPK aplicadas para el mes de febrero así como también para el mes de abril, en el que podemos decir que los mayores incrementos se presentaron al segundo mes de cada fertilización, cabe resaltar que el mes de febrero presenta el más alto incremento para todas las evaluaciones realizadas.

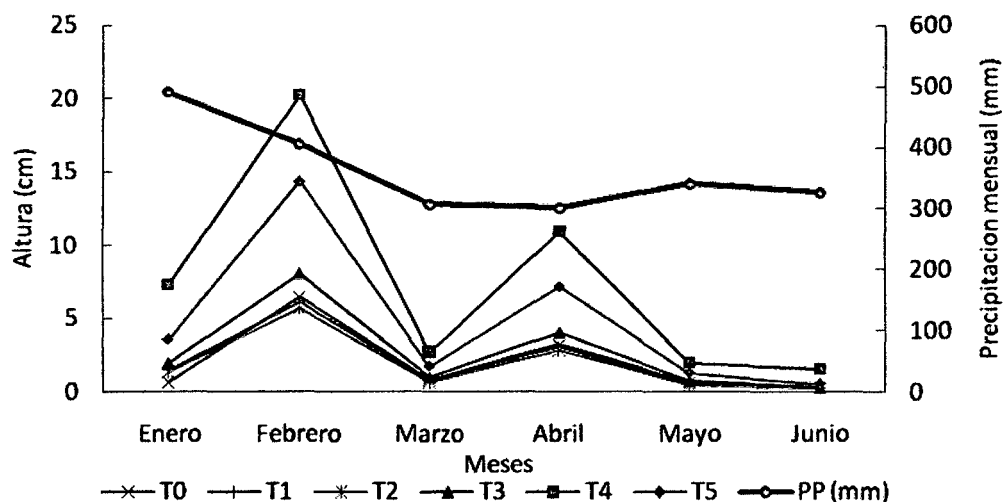


Figura 4. Incremento mensual en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

Al hacer la comparación del incremento mensual versus la precipitación podemos observar que en los primeros meses de iniciado la investigación, tuvimos una alta precipitación y un mayor incremento en altura, que obtuvo su pico más alto en el mes de febrero, los meses posteriores no mostraron incrementos notables pero resaltamos una tendencia notoria de incrementarse al segundo mes de fertilizado la planta y al siguiente mes mostrar mínimos incrementos.

Cuadro 10. Incremento medio mensual (IMM) en altura de planta para *Swietenia macrophylla* King por dosis de aplicación de NPK.

Dosis	T0 (Testigo)	T1 (10gNPK)	T2 (15gNPK)	T3 (20gNPK)	T4 (25gNPK)	T5 (30gNPK)
IMM (cm)	2,01	2,05	1,90	2,71	7,47	4,80

El incremento medio mensual (IMM) encontrado para un periodo de seis meses de evaluación resulto favorable para la dosis de fertilizante con NPK de 25 g siendo mayor el crecimiento en altura con 7,47 cm con respecto a las otras dosis, manifestando aun que vendría a ser una dosis idónea para las condiciones del lugar, ya que tanto la dosis con mayor peso dosis T5 (30 g), con 4,80 cm y las dosis con menos peso obtuvieron incrementos menores con respecto a la dosis antes mencionada.

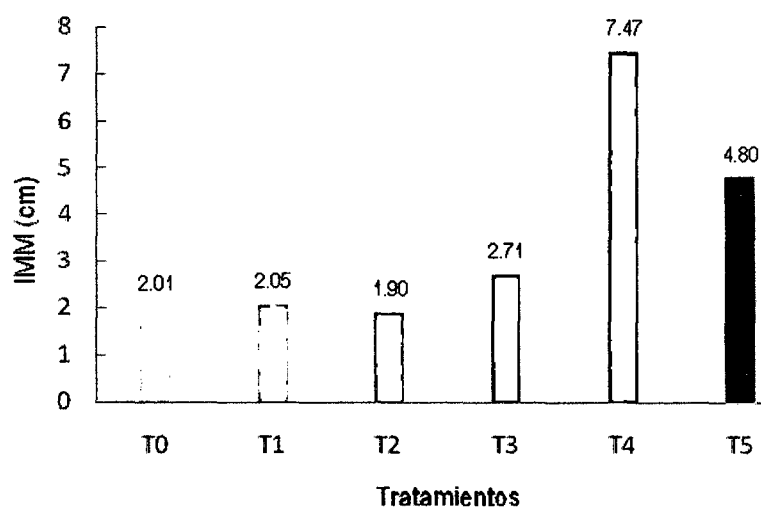


Figura 5. Incremento medio mensual en altura de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

El incremento mostrado por la Figura 5 resalta a la dosis cuatro con 7,47 cm, como la dosis idónea encontrada en la presente investigación, amerita indicar también que, dosis menores o en su defecto dosis mayores no son recomendables para fertilizar plantas de *Swietenia macrophylla* King en las condiciones de suelo, clima y tamaño de plantas que participaron en la presente investigación

4.2. Crecimiento en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King

Cuadro 11. Análisis de varianza del crecimiento en diámetro de *Swietenia macrophylla* King.

FV	Gl	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
Bloq.	3	7,87 NS	9,99 NS	10,29 NS	11,62 NS	11,85 NS	11,97 NS
Trat.	5	14,16 NS	33,68 NS	36,75 *	50,49 *	53,22 *	54,28 *
EE	15	2,97	5,59	6,01	7,91	8,29	8,43
Total.	23						
CV	(%)	23,36	21,91	22,86	21,75	22,70	21,73

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

NS = No significativa

El análisis de varianza muestra los resultados obtenidos para el crecimiento en diámetro de *Swietenia macrophylla* King, luego de la aplicación de dosis de NPK (10, 15, 20, 25 y 30 g/planta) en formulación comercial 20 - 20 - 20, encontrándose que a un nivel de $p \leq 0.05$ no existe diferencias significativas entre los bloques en cada una de las evaluaciones realizadas. Para las dosis definidas como tratamientos podemos decir que a un nivel de $p \leq 0.05$ no hubo significancia estadística los dos primeros meses de

evaluación, manifestándose evidencias de significancia estadística a partir del tercer mes, manteniéndose la tendencia los meses posteriores. El coeficiente de variabilidad para las evaluaciones se mantuvo en un rango de 21 a 24 %.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el crecimiento en diámetro.

Promedios del diámetro de planta por mes (mm)						
Trat/	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T4(25gNPK)	10,48 a	15,13 a	15,71 a	18,04 a	18,46 a	18,63 a
T5(30gNPK)	8,63 ab	13,41 ab	14,01 ab	16,40 ab	16,83 ab	17,01 ab
T3(20gNPK)	7,31 b	10,64 bc	11,05 bc	12,71 bc	13,02 bc	13,13 bc
T1(10gNPK)	6,41 bc	9,33 c	9,70 bc	11,16 bc	11,43 c	11,53 c
T2(15gNPK)	5,68 c	8,27 c	8,59 bc	9,89 bc	10,13 c	10,22 c
T0(Ttgo)	5,73 c	7,98 c	8,26 c	9,38 c	9,59 c	9,67 c

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

Al realizar la prueba de Duncan a los promedios del diámetro, encontramos que las dosis con 25 g (T4) y la dosis con 30 g (T5), de fertilizante NPK, influyeron en el crecimiento en diámetro de *Swietenia macrophylla* King, esto nos indica que las dosis mayores fueron más influyentes que las dosis menores, cantidades en peso en un rango de 25 a 30 g indicaron un crecimiento sostenido y pronunciado en plantas de *Swietenia macrophylla* King evidenciando que una fertilización con NPK tiene respuesta en el crecimiento en diámetro con respecto a plantas que no fueron fertilizadas corroborando esto al observar y comparar el crecimiento de las plantas en el tratamiento testigo.

Cuadro 13. Crecimiento promedio mensual acumulado del diámetro en plantas de *Swietenia macrophylla* King.

Promedios del diámetro de planta por mes (mm)						
Trat./Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T0(Ttgo)	5,73	7,98	8,26	9,38	9,59	9,67
T1(10gNPK)	6,41	9,33	9,70	11,16	11,43	11,53
T2(15gNPK)	5,68	8,27	8,59	9,89	10,13	10,22
T3(20gNPK)	7,31	10,64	11,05	12,72	13,02	13,13
T4(25gNPK)	10,48	15,13	15,71	18,04	18,46	18,63
T5(30gNPK)	8,63	13,41	14,04	16,40	16,83	17,00

Las observaciones realizadas para el crecimiento acumulado del diámetro muestran un crecimiento pronunciado en las dosis con mayor peso, la tendencia indica mayores incrementos en dosis mayores y de manera sucesiva, así también nos indica una dosis promedio, ya que el tratamiento 5, que es la dosis más alta tuvo incrementos inferiores al tratamiento 4 que es menor en peso, esto hace referencia a que encontramos en la presente investigación una dosis que consideramos idónea para fertilizar plantas en diámetros promedios de 6,42 mm y en las mismas condiciones de suelo clima, etc. Podemos además indicar que las plantas, responden de manera eficiente a una dosis proximal idónea y en cantidades requeridas sin sobrepasar sus requerimientos.

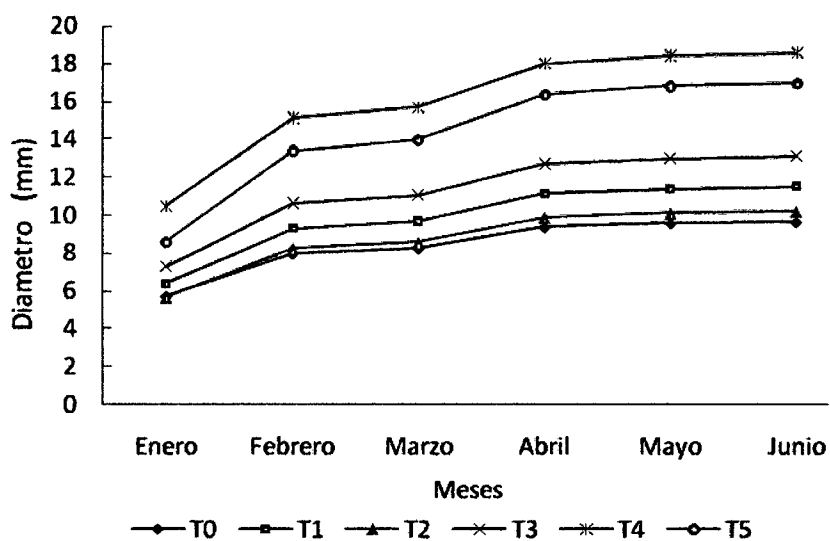


Figura 6. Crecimiento del diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

Observamos en la figura un crecimiento pronunciado y sostenido en dosis mayores de fertilizante con NPK, la respuesta es mayor en dosis mayores con respecto a las dosis aplicadas en la presente investigación, el tratamiento testigo hace referencia, que plantaciones iniciales necesitan fertilización esto debido a su poco incremento con respecto a las otras.

Cuadro 14. Incremento corriente mensual en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King.

Promedios del diámetro de planta por mes (mm)						
Trat./Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T0(Ttgo)	0,51	2,25	0,28	1,12	0,21	0,08
T1(10gNPK)	0,74	2,92	0,36	1,47	0,27	0,10
T2(15gNPK)	0,64	2,59	0,32	1,30	0,24	0,09
T3(20gNPK)	0,83	3,32	0,42	1,66	0,30	0,12
T4(25gNPK)	1,61	4,66	0,58	2,33	0,42	0,16
T5(30gNPK)	1,19	4,78	0,60	2,39	0,43	0,17

Observamos en el presente cuadro incrementos menores en dosis de fertilizantes menores, manteniéndose esta tendencia, el orden sucesivo de respuesta en incrementos de diámetro tienen como mejor dosis al tratamiento 5 que es la dosis de mayor peso y en la que se obtuvo el mejor crecimiento.

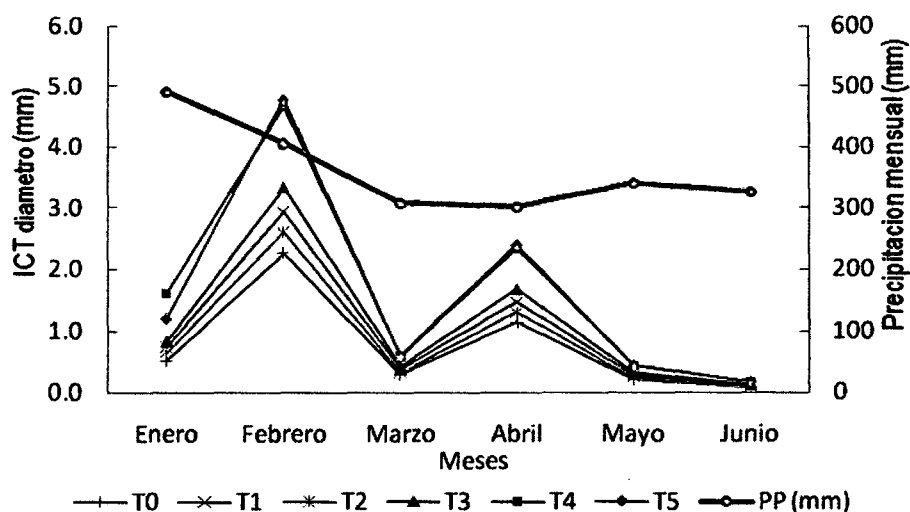


Figura 7. Incremento mensual en diámetro de plantas de *Swietenia macrophylla* King versus la precipitación mensual.

Cuadro 15. Incremento medio mensual (IMM) de diámetro por dosis de aplicación.

Tratamientos	T0 (Tgo)	T1 (10gNPK)	T2 (15gNPK)	T3 (20gNPK)	T4 (25gNPK)	T5 (30gNPK)
IMM (mm)	0,741	0,976	0,864	1,108	1,627	1,593

El incremento promedio encontrado para un periodo de seis meses de evaluación también se mostró favorable para la dosis de fertilizante con NPK de 25 g siendo mayor el crecimiento en diámetro con respecto a las otras dosis.

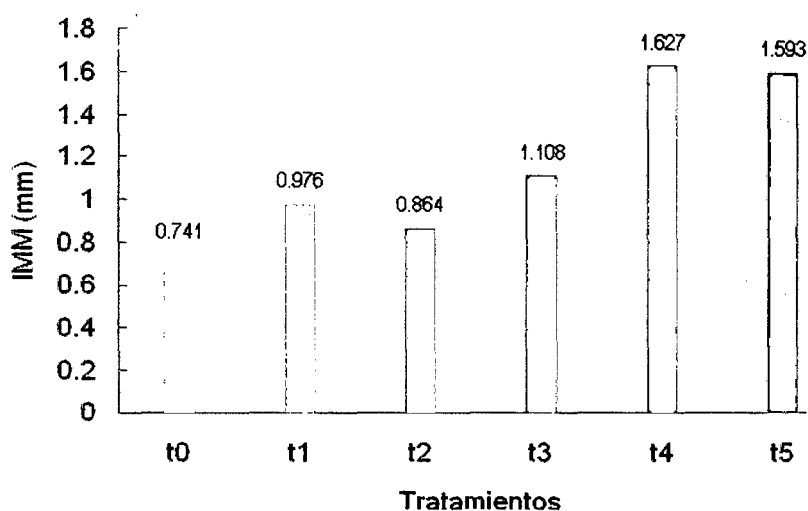


Figura 8. Incremento medio mensual en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King por dosis de NPK.

La Figura 8 se resalta el incremento mostrado por la dosis T4 como la mejor dosis encontrada en la presente investigación, lo que nos lleva a proponer dosis menores de 25 g de NPK para influenciar el crecimiento de las plantas de *Swietenia macrophylla* King.

4.3. Incremento en número de hojas de *Swietenia macrophylla* King

Cuadro 16. Análisis de varianza del incremento mensual en número de hojas para *Swietenia macrophylla* King

FV	Gl	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
Bloq.	3	10,78 NS	21,50 NS	20,28 NS	16,60 NS	17,60 NS	19,82 NS
Trat.	5	46,90 NS	83,50 *	81,10 *	83,64 *	87,67 NS	94,68 NS
EE	15	10,74	17,50	22,14	19,20	23,13	24,99
Total.	23						
CV	(%)	29,80	30,42	33,02	31,66	31,71	32,51

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

NS = No significativa

El análisis de varianza muestra los resultados obtenidos para el incremento del número de hojas de *Swietenia macrophylla* King, luego de la aplicación de dosis de NPK (10, 15, 20, 25 y 30 g/planta) en formulación comercial 20 - 20 - 20, por lo que a un nivel de $p \leq 0,05$ no existe evidencias estadísticas para afirmar que haya diferencias significativas entre los bloques. También podemos decir que a un nivel de $p \leq 0.05$ no hubo significancia estadística para los meses de enero mayo y junio, pero manifestándose evidencias de significancia estadística para los meses de Febrero, Marzo y Abril. El coeficiente de variabilidad para las evaluaciones realizadas fueron aceptables para trabajos de campo, manteniéndose en rangos entre 29 a 33%.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el incremento del número de hojas.

Promedio de numero de hojas por planta						
Trat/Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T4(25gNPK)	17 a	21 a	22 a	22 a	23 a	23 a
T5(30gNPK)	13 ab	16 ab	17 ab	18 ab	18 ab	19 ab
T3(20gNPK)	10 b	12 b	13 b	13 b	14 b	14 b
T1(10gNPK)	8 b	11 b	12 b	12 b	13 b	13 b
T2(15gNPK)	9 b	10 b	10 b	11 b	12 b	12 b
T0(Ttgo)	9 b	10 b	10 b	11 b	11 b	12 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Al realizar la prueba de Duncan a los promedios del número de hojas, encontramos que las dosis con 25 g (T4) y la dosis con 30 g (T5), de fertilizante NPK, influyeron en el incremento en el número de hojas de *Swietenia macrophylla* King, esto nos indica que las dosis mayores fueron más influyentes que las dosis menores, cantidades en peso de 25 a 30 g indicaron un crecimiento sostenido y pronunciado en plantas de *Swietenia macrophylla* King evidenciando que una fertilización con NPK tiene respuesta en el incremento del número de hojas.

V. DISCUSIÓN

Las observaciones de crecimiento de la plantación de *Swietenia macrophylla* King se realizaron en las condiciones de un área transicional que corresponde a un bosque muy húmedo pre Montano Tropical (bmh-PT), suelos de textura franco arcillo limoso fisiografía con pendientes suaves a llanas, una temperatura promedio de 25,06 °C, precipitación de 2559,50 mm y humedad relativa promedio de 87.14 %.

5.1. Crecimiento en altura y diámetro de plantas de *Swietenia macrophylla* King

RUIZ *et al.* (2001) manifiesta que, la fertilización es la técnica más eficiente para acelerar el crecimiento y aumentar la supervivencia, tanto de la planta en vivero como de las masas forestales una vez establecidas en el campo, en base a este planteamiento y una serie de inquietudes por investigar se decidió fertilizar plantas de *Swietenia macrophylla* con un producto llamado 20 - 20 - 20, el cual contiene cantidades equivalentes en NPK. Al respecto LANDIS (1989) afirma que, los fabricantes de fertilizantes garantizan el contenido de nutrientes de los tres macro elementos primarios (NPK), por lo que afirmamos que los valores de altura y diámetro obtenidos se atribuyen a la influencia de estos tres macro elementos, aunque LANDIS (1989) afirma que,

los fertilizantes con frecuencia contienen otros nutrientes secundarios no especificados, incluyendo calcio y azufre.

En la investigación se encontró que el mayor crecimiento en altura y diámetro de *Swietenia macrophylla* King, se logró con la dosis T4 con 25 g de fertilizante NPK, seguido del tratamiento T5 con 30 g. Cabe resaltar que las dosis antes mencionadas fueron las de mayor peso en gramos en la presente investigación. MIRANDA (1999) encontró que, las dosis más recomendables varían de 100 a 150 gramos de NPK, existiendo discrepancias con la presente investigación, ya que las cantidades propuestas son muy elevadas (100 y 150 g de NPK/planta) con respecto a lo que planteamos (10, 15, 20, 25 y 30 g de NPK/planta). Al respecto TORO (1995) dice que, se debe considerar las características físicas y químicas de los suelos, las dosis y época de aplicación de nutrientes, y las características de la especie, como también, el clima local que predomina en un sitio determinado. Esto permite emplear la combinación óptima de factores de suelo, planta y clima, por lo que decimos que, aunque existan diversas condiciones de desarrollo de las plantas en las investigaciones proponemos que antes de fertilizar cualquier plantación se debe tener en cuenta la edad de la misma para decidir por tal o cual dosis.

BARBER (1962), citado por LANDIS (1989) menciona que, una planta forestal, como cualquier planta, absorbe los nutrientes minerales directamente de la solución acuosa del suelo de alrededor de la raíz, por lo que podemos afirmar que el crecimiento acumulado en altura evidenció la absorción del fertilizante con NPK por parte de las plantas de *Swietenia macrophylla* King.

Asimismo, HERNANDEZ (1989) menciona que, los tres elementos cuya disponibilidad en el suelo pueden limitar el crecimiento de las plantas son: nitrógeno, fósforo y potasio, elementos que formaron parte de las dosis planteados en la investigación, que según los resultados, marcó influencia en el crecimiento en altura y diámetro, basamos esta afirmación en los incrementos menores en altura y diámetro alcanzadas por plantas no fertilizadas agrupadas en al tratamiento testigo T0, mientras que los mayores incrementos en cada una de las dosis aplicadas y en el orden sucesivo en el peso, conforme se observan en cada uno de los cuadros desarrollados en el informe. Afirmamos también que la alta precipitación (Cuadro 1) en los primeros meses de investigación facilitó la absorción de nutrientes y por ende el crecimiento de las plantas. DOMINGUEZ (1997) dice que, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos, el mayor incremento mensual obtenido, para la altura y el diámetro, tomando como base la evaluación inicial, fue para el mes de febrero, época de una alta precipitación, cabe resaltar también que fue a los dos meses de fertilizada la planta donde el proceso de intemperización y la humedad del suelo hicieron accesible la absorción de NPK en la plantas, pues se ha encontrado que donde hay un déficit de agua hay también déficit de nutrientes DOMINGUEZ (1997).

5.2. Incremento en número de hojas

GUERRERO (2000) refiere que los fertilizantes minerales son materiales, naturales o manufacturados, que contienen nutrientes esenciales

para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. Realizada la fertilización encontramos que las dosis (T4) con 25 g y la dosis (T5) con 30 g de fertilizante NPK, son los que tuvieron mayores incrementos en el número de hojas de *Swietenia macrophylla* King, los tres elementos que forman parte de las dosis propuestas en la investigación para fertilizar son el nitrógeno, el fósforo y potasio llamados los macro nutrientes, LANDIS (1989) dice que, los macronutrientes son encontrados en cantidades relativamente grandes en los tejidos vegetales siendo los elementos principales en las plantas, entonces podemos decir que una fertilización con NPK tiene respuesta positiva en el incremento del número de hojas, ERSTON (1967) dice que, la función más importante del Nitrógeno es el crecimiento de las partes vegetativas aéreas promoviendo un crecimiento rápido con mayor desarrollo de las hojas y tallos además, GUERRERO (2000) dice que, las plantas que tengan “suficiente” Nitrógeno adquieren un gran desarrollo de hojas, tallos y toma un llamativo color verde oscuro, corroborándose esto en la presente investigación que las cantidades en peso mayores como la dosis T5 y la dosis T4, con 30 g y 25 g, mostraron mayores incrementos en el número de hojas, lo que supone tener “suficiente” Nitrógeno, además de evidenciar una dosis optima con la dosis T4.

Los demás elementos que componen las dosis fertilizadas son el fósforo y el potasio. GUERRERO (2000) afirma que existe una buena interacción entre el fósforo y el nitrógeno y que participan en la transferencia de energía, (LANDIS, 1989) dice que, las carencias o deficiencias del fósforo provoca que las plantas tarden en crecer y sus raíces no desarrollan

normalmente, por lo que suponemos que el fertilizante 20 - 20 - 20, contiene las cantidades idóneas para fertilizar plantas de caoba en las condiciones desarrolladas. Asimismo ERSTON (1967), atribuye al potasio efectos importantes en la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades, el cual no ocurrió en la plantación, afirmando que se debía a la fertilización, condiciones climáticas y las propiedades intrínsecas de la planta.

VI. CONCLUSIONES

1. El efecto óptimo del fertilizante NPK sobre el crecimiento en altura de planta de *Swietenia macrophylla* King fueron una dosis de 25 g que mostró 7,47 cm de incremento medio mensual, alcanzando 116,80 cm a los 6 meses de evaluación.
2. El efecto óptimo del fertilizante NPK sobre el crecimiento en diámetro de planta de *Swietenia macrophylla* King fue con una dosis de 25 g que mostró 1,63 mm de incremento medio mensual, alcanzando 18,63 mm a los 6 meses de evaluación.
3. Los mayores incrementos del número de hojas por planta de *Swietenia macrophylla* King se presentaron con la dosis 25 g de fertilizante NPK, obteniéndose en promedio para el último mes de evaluación de 23 hojas.

VII. RECOMENDACIONES

1. La selección del área de investigación es un factor importante para realizar labores de fertilización porque permitirá definir las dosis de aplicación.
2. En caso de fertilizaciones en plantaciones establecidas elegir las áreas con plantas homogéneas en lo posible para evitar el incremento de la variabilidad.
3. Para todas las labores de evaluación y registro de datos, se deben utilizar los mismos instrumentos de la primera evaluación.
4. En posteriores investigaciones recomendamos incluir más parámetros de evaluación que permitan definir los porcentajes de absorción de cada uno de los elementos componentes de las dosis aplicadas con NPK.

VIII. ABSTRACT

Forest plantations are installed in order to produce quality plants for future use. In order to determine the dose of NPK fertilization optimal was chosen as an established plantation *Swietenia macrophylla* King in the Center for Research and Production Tulumayo Divisoria Annex - UNAS in Tingo María.

Design using a randomized complete block (DBCA) with 4 blocks and five doses of NPK fertilization (10, 15, 20, 25 and 30 g/plant). The variables evaluated were: height from base to the apical bud 10 cm diameter at the base of the soil and the root of the number of leaves. Fertilization was done 4 months after the final field installation. Evaluations were conducted at one month of planting fertilized.

The dose of 25 g/plant of NPK resulted in higher growth in the plant height, diameter and number of leaves. The witness produced seedlings with smaller diameters, demonstrating that fertilization is a very important variable for the success of a plantation. Observations showed the highest increase for the latter months of each fertilization (February-April), but get the most growth in the first fertilization coincided precisely with the rainy season, which has also influenced the rapid absorption of nutrients.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, S. 1988. Morfología y germinación de la semilla de caoba, *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae). Rev. Biol. Tropical. Turrialba, Costa Rica. N° VII-12. 213-267 p.
- ANDERSON, P. 1987. Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo. UACH [En línea] www.mingaonline.uach.cl/pdf/agrosur/v3.pdf/2008/83/2, Doc. febrero 2008).
- BAUR, N. 1964. La base ecológica de la gerencia de los Bosques lluviosos. Nueva Gales del Sur, Australia: Ministerio de la conservación. 118 p.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, 1ra Ed. México D.F. Limusa. 518 p.
- BIDWELL, S. 1979. Fisiología vegetal. 1ra Ed. México. AGT Editor. 486 p.
- CENTRO DE ESTUDIOS Y PROMOCION DEL DESARROLLO, 2005. Sistemas de plantaciones forestales en selva: instalación y manejo. Programa Selva Central, 1ra Ed. Chanchamayo, Perú. DESCO. 48 p.
- CRONQUIST, A. 1981. Manual de plantas vasculares. Compañía Gleason. Nueva York. EE.UU.
- DENSLOW, J. 1987. Diversidad de especies arbóreas en humedales de la selva tropical. Rev. Ecol. y Sistemática. México. V (12) 51-62 p.
- DEVLIN, R. 1975, Fisiología Vegetal. Editorial Barcelona. p. 135-138.

- DOMINGUEZ, V. 1997 Los microelementos en agricultura. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. 246 p.
- ERSTON, V. 1967. Fisiología vegetal. 1ra. Ed. DF. México DF, México. Hispano Americana. 270 p.
- FOUCARD, J. 1997. Viveros de la producción a la plantación: Innovaciones técnicas. Trad. Carlos de Juan. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 439 p.
- GUERRERO, N. 2000. Abonos y fertilizantes. Regulación y Control de Insumos Agropecuarios. Lima, Perú. DIPA Boletín especial. 45 p.
- HERNANDEZ, J. 1989. Fertilización fosfatada de pasturas, dinámica de P bajo pasturas. Segundas Jornadas Técnicas Facultad de Agronomía: Uruguay. pp. 31-35. [En línea] [www. prodanimal.fagro.edu.uy//2008/83/2](http://www.prodanimal.fagro.edu.uy//2008/83/2), Doc. Enero 2008).
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. Centro de la ciencia Tropical. 1ra Ed. San José, Costa Rica. IICA 456 p.
- HOULTON, B. 2007. Las plantas tropicales y su uso de Nitrógeno. 1ra Ed. México DF, México. Instituto Carnegie. 82 p.
- JONES, J. 1983. Una guía para el cultivo hidropónico y cultivos de crecimiento en suelos. Portland, E.U.A. OR: Timber Press 124 p.
- KANE, M. 1992. El control químico de malezas y la fertilización. Boletín informativo. Caracas, Venezuela. N° 8. Smurfit Canton. 25 p.
- LANDIS, T. 1989. Manual de viveros para especies forestales de contenedor: Fertilización y riego. Vol. 4. Departamento de agricultura del servicio forestal. Washington, DC. EUA. 67 p.

- LITTLE, E., WADSWORTH, F., MARRERO, J. 1977. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Edit. Universidad de Puerto Rico. San Juan, 731 p.
- LOAYZA, V. 1967. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes en plantaciones de coníferas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. CATIE 132 p.
- MANSILLA, L. 2003. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos, guía de prácticas. Tingo María, Perú. UNAS. 12 p.
- MARSCHNER, H. 1986. Niveles de nutrición mineral de las plantas. 1ra Ed. New York, Estados Unidos. Prensa académica. 674 p.
- MEDINA, A. 2002. Uso de enmiendas químicas y orgánicas en el establecimiento de sangre de grado (*Croton draconoides*. Muell. Arg.) en un suelo degradado. Tesis Ing. RNR. Tingo María Perú. UNAS 78 p.
- MENDIETA, M. 1999. Situación de la caoba *Swietenia macrophylla* King en Honduras. Rev. Biol. Tropical. Turrialba, Costa Rica. N° VII-12 pp.15 20.
- MIRANDA, F. 1999. Fichas Técnicas de Especies Forestales Estratégicas. No. 24 Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. México, D.F. México. SEMARNAP - PRONARE. 22 p.
- MOLFINO, A.; VAIRETTI, M. 1972. Datos sobre el comportamiento de las diversas especies y procedencias del género *Pinus sp.* en el final del tercer año del crecimiento. Boletín de Asociación de Plantadores Forestales de Misiones. Misiones, Argentina. APFOM. 36 p.
- MONTECINOS, J. 1980. El crecimiento de 27 especies maderables en plantaciones de Lancetilla. Honduras, Honduras.ESNACIFOR 16 p.

- PALACIOS, W. 2005. Avances silviculturales en la Amazonía Ecuatoriana: Ensayos en la estación biológica Jatun Sacha. Quito, Ecuador 172 p.
- PANIAGUA, A. 2004. Determinación de necesidades nutrimentales para las especies *Swietenia macrophylla* y *Cupressus lusitanica* en pruebas de invernadero. Rev. Chap. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. Vol 10 N° 00128-41 p.
- PENNINGTON, 1981. Monografía de la Flora Neo trópica. México 472p.
- PROABONOS, 2005. Aprovechamiento de abonos provenientes de aves marinas, [En línea] Agro Junín. (<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/> 2, Documentos, Enero 2008).
- RAMOS, J. 1990. Los efectos de sombra sobre el intercambio gaseoso de las plántulas de cuatro árboles tropicales de México DF, México. IBC 67 p.
- REVELO, N. y PALACIOS, W. 2005. Avances silviculturales en la Amazonía Ecuatoriana: Ensayos en la estación biológica Jatun Sacha. Quito Ecuador 172 p.
- RUIZ, F., SORIA, F., PARDO, M. Y TOVAL, G. Ensayos factoriales de fertilización en masas de *Eucalyptus globulus* (Labill) de mediana edad..In: Simposio IUFRO. Desarrollando el eucalipto. (4., 2001 Valdivia, Chile) 2001. UCH Valdivia, Chile. 9 p.
- SANCHEZ, G. 1995. Fertilización química y orgánica al establecimiento de bolaina (*Guazuma crinita* Mart.) en pasturas degradadas, UNU, Facultad de Ciencias Agropecuarias Pucallpa, Perú. 43 p.

- SARMIENTO, C. 2008. Fertilidad química, física y biológica del suelo. R.A.E. [En línea] [www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/83/ 2](http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/83/2), Doc. Enero 2008).
- SNOOK, L. 1993. Dinámica standart de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) y especies asociadas tras el huracán de fuego y en los bosques tropicales de la península de Yucatán, México. D. F México 121 p.
- TORO, J. 1995. Avances en fertilización en *Pinus radiata* y *Eucalyptus* en Chile. In: Simposio IUFRO. Manejo Nutritivo de plantaciones forestales. Valdivia, Chile. [En línea] Scielo. (<http://www.scielo.cl/cielo.php>, Documentos, Abril, 2009).
- VELA, F. 2005. Evaluación del crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* Benth (capirona) y *Mauritia flexuosa* L. (aguaje) con guano de isla y humuz de lombriz. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. p. 53 -55.
- VON MAREES, A. 1998. Respuesta a la fertilización con NPK en *Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker [En Línea]: CYBERTESIS (<http://www.cl/tesis/uchile/2003.winp.pdf>. Documentos, 20 Abr.2008).
- WADSWORTH, F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Versión Español USDA, CATIE y IUFRO. 315 p.
- WHITMORE, J. 1983. *Swietenia macrophylla* (caoba, mahogany), in Costa Rican Natural History. In: D. H. Janzen (ed.). Chicago Univ. Press. Chicago and London. pp. 331–333.

ANEXO

Anexo 1. Datos evaluados respecto al crecimiento en altura y diámetro de la plantas de *Swietenia macrophylla* King

Cuadro 18. Evaluación inicial de altura, diámetro y número de hojas.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	54.98	54.63	58.23	80.53	75.54	40.27
II	70.65	68.68	51.25	55.70	69.13	53.87
III	49.63	65.05	64.4	64.63	65.93	59.38
IV	54.90	45.17	76.5	45.67	39.33	47.75
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	5.19	5.62	5.85	9.36	9.60	3.38
II	8.48	9.57	5.80	6.86	8.09	4.85
III	4.40	7.00	8.70	7.27	7.93	5.94
IV	4.99	4.55	9.71	4.05	3.37	4.76
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	9	9	9	18	16	4
II	14	14	8	10	12	8
III	8	10	13	10	9	7
IV	9	6	15	8	6	9

Cuadro 19. Primera evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	56.38	56.35	59.58	85.65	79.9	40.43
II	66.3	87.2	49.2	67.15	54.8	69.5
III	50.77	68.8	67.60	68.70	69.2	60.8
IV	57.10	44.60	75.40	46.10	40.10	46.31
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	5.93	6.33	6.75	10.69	11.03	3.71
II	8.91	13.5	5.99	9.14	6.33	7.41
III	4.89	8.03	9.69	8.23	8.92	6.57
IV	6.35	5.16	9.65	4.45	4.04	5.25
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	9	9	10	21	17	4
II	13	20	7	13	9	13
III	8	11	14	12	10	7
IV	10	6	16	8	6	11

Cuadro 20. Segunda evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	62.21	63.50	65.15	106.35	98.23	41.20
II	80.25	112.20	51.70	78.80	62.80	79.60
III	55.45	84.03	80.63	85.15	61.95	66.60
IV	65.97	47.53	95.50	35.93	43.33	55.5
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	8.89	9.19	10.39	16.01	16.75	5.03
II	12.98	18.42	8.05	13.22	9.20	9.82
III	7.26	12.36	13.66	12.12	9.67	9.10
IV	11.78	7.42	13.74	4.54	6.72	7.97
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	13	12	12	26	23	5
II	16	25	8	16.00	11	15
III	9	16	19	15	10	9
IV	12	7	20	6	7	13

Cuadro 21. Tercera evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	62.93	64.38	65.83	108.90	100.53	41.30
II	81.98	115.30	52.03	80.28	63.80	80.88
III	56.03	85.95	82.30	87.18	84.23	67.30
IV	67.03	47.88	98.88	36.10	43.77	56.70
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	9.26	9.55	10.84	16.67	17.47	5.19
II	13.49	19.02	8.31	13.73	9.56	10.13
III	7.56	12.90	14.16	12.61	13.39	9.42
IV	12.45	7.71	14.25	4.69	7.06	8.31
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	13	11	11	24	23	4
II	18	26	8	18	12	17
III	10	16	20	16	14	9
IV	12	8	22	6	7	15

Cuadro 22. Cuarta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	65.85	67.95	68.63	119.23	109.67	41.67
II	88.98	127.80	53.30	86.13	67.83	85.93
III	58.38	93.55	88.83	95.40	90.97	70.20
IV	71.50	49.33	112.35	49.07	45.37	61.30
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	10.74	10.98	12.66	19.34	20.33	5.85
II	15.53	21.46	9.36	15.77	11.00	11.33
III	8.75	15.07	16.15	14.55	15.37	10.69
IV	15.17	8.83	16.30	7.06	8.40	9.66
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	13	12	12	26	23	4
II	18	25	8	18	12	17
III	10	17	20	16	14	10
IV	13	9	22	8	7	15

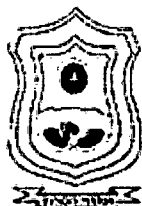
Cuadro 23. Quinta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla* King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	66.38	68.58	69.15	121.13	111.33	41.73
II	90.23	130.10	53.50	87.20	68.55	86.88
III	58.78	94.93	89.97	96.90	92.17	70.75
IV	72.36	49.63	114.78	49.20	45.67	62.10
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	11.00	11.25	12.99	19.82	20.85	5.97
II	15.90	21.90	9.55	16.14	11.26	11.56
III	8.97	15.46	16.51	14.91	15.73	10.92
IV	15.67	9.04	16.67	7.21	8.65	9.91
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	14	12	11	27	23	4
II	19	26	9	20	14	15
III	11	18	22	16	14	10
IV	13	10	23	9	8	16

Cuadro 24. Sexta evaluación de altura, diámetro y número de hojas de *Swietenia macrophylla*.King.

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	66.63	68.88	69.38	121.88	112.00	41.83
II	90.75	157.83	53.67	87.63	68.88	87.25
III	59.00	95.50	90.50	97.50	92.67	71.00
IV	72.67	49.75	122.50	49.33	45.83	62.50
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	11.11	11.35	13.12	20.01	21.05	6.02
II	16.04	26.88	9.63	16.28	11.36	11.64
III	9.05	15.62	16.65	15.04	15.87	11.01
IV	15.85	9.12	16.82	7.27	8.74	10
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T0
I	15	12	12	27	22	3.00
II	20	30	8	20	14	16
III	11	19	22	18	14	12
IV	15	9	23	8	6	17

Anexo 2: Resultados del análisis químico de *Swietenia macrophylla* King practicado antes de la aplicación de dosis de NPK.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. (084) 562341 Anexo 293 Fax (084) 561155 Aptdo. 156



"AÑO DE LAS CUMBRES MUNDIALES EN EL PERU"

RESULTADO DE ANÁLISIS NPK DE CAOBA

SOLICITANTE : Daniel Gomez Mego.

PROCEDENCIA: TINGO MARIA- R.N.R. Tulumayo

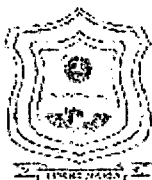
FECHA : 30-04-2008

Nº.M	N %	P %	K %
T1-R	0.70	0.14	0.16
T1-T	0.90	0.16	0.18
T1-H	1.80	0.20	0.22

Nota: Muestra proporcionada por el interesado.



Ing. G. Mansilla Minaya
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561158 Anillo: 158

ANÁLISIS DE SUELOS

Precedencia:..... Tingo María - Tulumayo

Solicitante: Daniel Gómez Mega

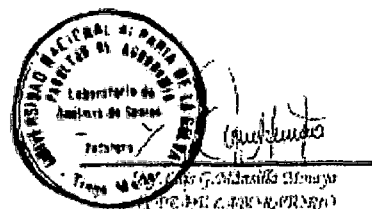
Número de Muestra		CE	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CO ₂ Ca	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIABLES mc/100 g									
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	%	%
			%	%	%																Bas.Camb	Ac.Camb
M222-08	M1		40,0	43,0	17,0	Fránico	5,3		3,9	0,18	6,20	224		2,40	0,30			1,80	0,70	5,70	56,14	43,86
M223-08	M2		10,0	55,0	35,0	Fo.Ar.Ln	5,0		0,6	0,03	5,80	199		2,20	0,80			1,60	0,80	5,40	55,56	44,44

Para: % Bases Cambiarias= Ca+Mg+N+Na/CIC X 100

Para: % Ácidas Cambiarias= Al+H/CICe X 100

Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha, Tingo María, 04 de Abril del 2008



Anexo 3: Resultados del análisis de suelo de la parcela experimental practicado antes de la aplicación de dosis de NPK.

Anexo 4: Datos meteorológicos tomados durante la ejecución de la investigación.



Tingo María
Facultad de Recursos Naturales Renovables
Gabinete de Meteorología v Climatología



"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Tingo María, 19 de Febrero del 2008

Datos Climatológicos de la Estación Principal (CP)
 Tingo María

Coordenadas

Latitud : 09° 7' 38" Sur
Longitud : 76° 02' 20" Oeste
Altitud : 600 m.s.n.m

Solicitante : Daniel Gómez Mego

Periodo: Diciembre (2008) a Junio (2009).

Periodo(días)	Temperatura del aire (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación acumulada mensual (mm).	Horas de Sol (H.Sol)
	Máxima	Mínima	Media			
Diciembre	29,95	21,00	24,98	89,0	373,10	96,7
Enero	29,10	20,60	24,85	89,0	490,00	52,3
Febrero	29,50	20,00	24,85	89,0	405,60	75,1
Marzo	29,30	20,60	25,05	88,0	307,10	57,3
Abril	29,70	20,70	25,20	86,0	301,90	108,8
Mayo	29,36	20,50	25,20	86,0	340,60	171,6
Junio	29,50	20,10	25,30	83,0	341,20	142,5

Referencia: Nº 0184425

Ing. L. Manrique De Lara Suárez
 Jefe de Estación Meteorológica

Anexo 5. Panel fotográfico del trabajo realizado



Figura 1. Rotulado del trabajo de investigación en área de plantación.



Figura 2. Realizando la medición de la altura de planta de *S. macrophylla*.



Figura 3. Etiqueta de identificación de las plantas en los bloques.