

T

24.01.04.02

P59

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA  
PERUANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL**

**PLANTACIÓN A RAÍZ DESNUDA CON SWIETENIA  
MACROPHYLLA (AGUANO O CAOBA) SAN LORENZO.  
RIO MARAÑÓN**

**TRABAJO PROFESIONAL**



**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**JAIME ANTONIO PINEDO OCHOA**

**IQUITOS - PERÚ**

**2001**



**Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**  
**FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL**  
Pevas 584 - Teléfono 22-4418 Telefax 23-5900 - Apatdo. 120  
Email: [sifunap@meganet.com.pe](mailto:sifunap@meganet.com.pe)  
Iquitos - Perú



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME TÉCNICO DE**

**EXPERIENCIA PROFESIONAL No. 41**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar el Informe Técnico de Experiencia Profesional, presentado por el Bachiller **JAIME ANTONIO PINEDO OCHOA**, denominado: "PLANTACIÓN A RAÍZ DESNUDA CON SWIRTENIA MACROPHYLLA (AGUANO O CAOBA) SAN LORENZO, RÍO MARAÑÓN".

Formuladas las observaciones y oídas las respuestas lo declaramos

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser calificado

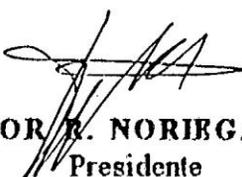
y recibir el Título de Ingeniero Forestal.

APROBADO

BUENO

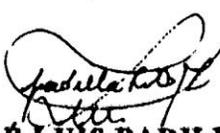
APTO

Iquitos, Enero 05 del 2001.

  
ING. VICTOR R. NORIEGA MONTERO  
Presidente

  
ING. ANGEL R. MAURY LAURA  
Miembro

  
ING. JORGE L. RODRÍGUEZ GÓMEZ  
Miembro

  
ING. JOSÉ LUIS PADILLA CASTRO  
Asesor

# ***Dedicatoria***

A la memoria de mis padres:

**Teófilo Pinedo Tuesta y Julia D.  
Ochoa Quevedo. Por el sacrificio  
realizado en mi Formación como  
Profesional.**

**A mi Querida Esposa Lila Idelia  
Almeyda Clavo, por su apoyo moral  
brindado en la realización de mi  
Trabajo Profesional.**

**A mi hija Diana María Pinedo Bartra  
que es fuente de orgullo.**

**A mis hermanas:  
Lita R. Pinedo Ochoa  
Dorly L. Pinedo Ochoa**

A mis sobrinos:

**Jenny Ruth Simons Pinedo, Roger  
Alexis Nicolas Cuntty Pinedo, Heydi  
Gissela Cuntty Pinedo Y Otros.**

## ***Agradecimiento***

- ***El Autor, agradece sinceramente a las Instituciones y Personas siguientes:.***
- ***Al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y al Comité de Reforestación de Iquitos (CRI), por las facilidades y el apoyo brindado en el Desarrollo del Presente Trabajo Profesional***
- ***Al Ing. Joe Rengifo Vásquez, jefe de la Sede San Lorenzo, por su colaboración.***
- ***Al Sr. Ronald Valcarcel Ferruci, por su valiosa colaboración en el campo.***
- ***A todas aquellas personas que, de una forma u otra, entregaron parte de su valioso tiempo para el desarrollo del Presente Trabajo Profesional.***

# CONTENIDO

	PAG.
I. Introducción .....	01
II. Revisión de Literatura .....	02
2.1. La raíz .....	02
2.2. La influencia del medio ambiente.....	07
2.3. Algunos aspectos del suelo .....	14
2.4. Algunos experimentos relacionados con el pres. trabajo	17
III. Materiales y Métodos .....	22
3.1. Lugar de Ejecución .....	22
3.2. Almacigado de semillas .....	23
3.3. Construcción de trochas.....	24
3.4. Transporte de plántones .....	24
3.5. Diseño experimental .....	25
3.6. Descripciones de las condiciones de los plántones ....	26
3.7. Transporte .....	27
3.8. Siembra de plántones .....	28
3.9. Análisis de Varianza .....	28
IV. Resultados y Discusiones .....	30
4.1. Cantidad de plántulas prendidas .....	30
4.2. Cálculos de Análisis de Varianza .....	33
4.3. Análisis de Varianza .....	34
4.3.1. Interpolación de los grados de libertad .....	35
4.3.2. Interpolación de los grados de libertad para $F_{(5,48)}$ del Factor A .....	37
4.3.3. Interpolación de los grados de libertad para $F_{(5,48)}$ de la interacción AB .....	38

4.4. Prueba de diferencia mínima significativa de Tukey para Factor A y B .....	43
V. Conclusiones .....	52
VI. Recomendaciones .....	54
VII. Bibliografía .....	55

*ANEXOS*

## LISTA DE CUADRO

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Pag.</b>
01	Tratamientos Combinado .....	26
02	Análisis de Varianza .....	29
03	Cantidad de plantones prendido por repetición y por tratamiento .....	30
04	Cantidad de plantones prendidos por tratamiento .....	31
05	Cantidades del cuadro 03 transformados a $\sqrt{x}$ .....	32
06	Análisis de Varianza .....	34
07	Promedio de tratamientos ordenados ascendentemente y – Sus diferencias .....	41
08	Significación de los tratamiento con los promedios ordena- dos ascendentemente .....	44
09	Promedio de los niveles del factor A y sus diferencias .....	47
10	Significación de los niveles de A y sus promedios .....	48
11	Promedio de los niveles del factor B y sus diferencias .....	49
12	Promedio de los niveles de B y sus diferencias .... ..	50
13	Significación de los niveles de B y sus promedios .....	51
14	Tratamientos, distribución en las fajas y cantidad de plan- tones prendidos en cada uno de ellos .....	61
15	Fajas ordenadas numéricamente y cantidad de plantones – Prendidos en cada uno de ellos .....	62
16	Plantones prendidos en cada fajas en cada tratamiento ....	63
17	Resultado de plantas prendidos por tratamientos a los 53 – Días . .....	64

## **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

<b>Foto</b>	<b>Título</b>	<b>Pag.</b>
01	Acción de cernir la tierra que deja la creciente y gallinaza.....	65
02	Plántulas de águano, momentos previos a ser extraído para - la plantación en fajas bajo cobertura .....	66
03	Muestra de una plántula con la raíz podada .....	67
04	Poda del Tallo .....	68
05	Muestra la secuencia de agrupación en porciones de 100 plán- tulas y la forma de transporte de las mismas .....	69
	a) Muestra el empaquetamiento de 100 plántulas de águano	69
	b) Plántula en pleno embolsado .....	69
	c) Plántulas embolsadas .....	70
	d) Transporte de plántula al lugar del almacenamiento y plan- tación .....	70
06	Construcción de trochas y sembrado .....	71
	a) Jaloneo y Construcción de Trochas .....	71
	b) Construcción de hoyos en la trocha .....	72
	c) Sembrado de Plántulas en el hoyo .....	73
	d) Plántula sembrada .....	74

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el transcurso de la ejecución de las funciones como técnico en el asesoramiento de instalación de plantaciones, se presentan oportunidades de cumplir doble propósito, instalar la plantación y ejecutar investigación. Este es el caso del presente trabajo profesional. Se aprovechó la participación de los solicitantes de asesoramiento para realizar una plantación con águano. En primera instancia se recabó la aceptación del beneficiario de la plantación y del financiamiento de este para realizar el trabajo. El resultado fue un sembrío de águano en fajas bajo cobertura de árboles. Se cumplía también doble objetivo: satisfacer la necesidad del usuario de contar con una plantación y determinar los porcentajes de prendimiento de los plantones de águano sometidos a drásticos tratamientos.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. LA RAÍZ**

La raíz es un órgano importantísimo en la planta, pues es el órgano adaptado para servir como punto de penetración de todos los elementos minerales además del agua, los más importantes según Bonner y Glaston (4), son los oligoelementos que son necesarios para el crecimiento vegetal y para sostenerla vigorosa, estos oligoelementos son: hierro, manganeso, boro, cinc, cobre, molibdeno, los mismos que se encuentran entremezclados con las otras sales hidrosolubles en el suelo, entonces son absorbidos por medio de la raíz juntamente con los otros elementos abundantes como el nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, potasio y magnesio. El suelo, además, contiene una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos que son necesarios para el desarrollo de la planta, pero no tan necesario e imprescindible como los oligoelementos ni los elementos abundante. La raíz está en la capacidad de absorber sustancias que no guardan ninguna relación con el desarrollo vegetal pero sirven para la salud de los animales (yodo, cobalto) . El agua contenida en el suelo debe ir a parar en las hojas, razón por lo que, a través de las raíces, existe un continuo fluir de agua y de los elementos nutritivos en dirección a los restantes órganos del vegetal. Estas necesidades exigen que las células radicales sean capaces de permitir el paso del agua y de las sustancias disueltas en ella.

Greulach y Adams (12), dicen que los pedazos cortados de las raíces o las hojas de algunas especies desarrollan raíces adventicias y yemas regenerando una planta entera, aunque las hojas de muchas especies pueden no producir raíces o yemas, o probablemente sólo raíces y por lo tanto no tienen una regeneración completa dice, además, que las estacas que pueden regenerar todos los órganos faltantes, son ampliamente usadas en la propagación vegetativa de las plantas.

Meyer, (19) escribe diciendo que las condiciones edáficas prevalecientes ejercen un pronunciado efecto sobre la distribución del sistema radical y que las condiciones del suelo pueden modificar esta distribución. Una planta puede desarrollar un sistema radical profundo y profusamente ramificado en un suelo bien drenado, mientras que otro individuo de la misma especie producirá un sistema de raíces de escasa profundidad y de configuración enteramente diferente si se encuentra en un suelo anegado a no más de treinta o sesenta centímetros de la superficie.

En la misma publicación el mismo autor Meyer, (19), dice que el tejido meristemático del ápice radical esta compuesto de células pequeñas de paredes finas y núcleo prominente. A medida que, por división, se originan células nuevas, estas comienzan a incrementar su tamaño, principalmente en la dirección del eje de la raíz. La división de las células meristemáticas y su posterior alargamiento ocasionan la proyección hacia adelante de la región de crecimiento y de la piloriza a través del

suelo, constituyendo esto también parte del crecimiento de la raíz en sentido longitudinal. La región donde se produce el alargamiento celular, rara vez, es mayor que unos pocos milímetros, solamente una pequeña parte de la punta de la raíz (unos pocos milímetros) es impelida a través del suelo. El alargamiento de una célula, en el ápice de la raíz comienza inmediatamente como ha sido formada por división; una célula que, un día se halla en la región de la división, el próximo estará en la de alargamiento, mientras que secciones posteriores del tejido meristemático habrán producido capas adicionales de célula. Las raíces de las plantas perennes, crecen en diámetro a medida que avanzan en edad y lo hacen por medio de una capa de cambium. Esta se inicia en las raíces jóvenes de tal forma que aparece por dentro de los haces del floema y por fuera de los haces del xilema. En una sección transversal la capa original de cambium aparece como una banda ondulante que pasa por dentro de cada haz de floema y por fuera de cada haz de xilema. Una vez verificada la diferenciación, el cambium produce xilema secundario en su cara interior y floema secundario en su cara exterior.

La función especial de tejido secundario del cambium radical es, comúnmente más rápida en los segmentos que se hallan por dentro de los haces, de floema primario. A causa de esta diferente velocidad de crecimiento, el cambium toma, rápidamente, aspecto circular.

Straburger (32), escribe diciendo que el ápice radical está envuelto por la calyptra (calyptra= ambiente) o pilorriza (pilos= casquete, riza=raíz), las paredes de las células exteriores, más viejas de la caliptra se transforman en mucilago y las células mueren y acaban desprendiéndose y son sustituidos por el meristema radical, las células de la caliptra son, por lo tanto, poco longevas y constituyen un ejemplo de la rápida diferenciación terminal tal como sucede, a menudo, en las plantas (formación de corcho o suber) . La caliptra puede facilitar la penetración del delicado meristema apical entre las partículas del suelo.

Sigue diciendo que, el sistema radical cumple, obligatoriamente doble función: fijación de la planta al suelo y absorción de agua y sustancias minerales nutritivas en razón de esta última función, el sistema radical, tiene un aumento enorme de la superficie de absorción. El aumento de la superficie se produce por el hecho de ser la epidermis no cutinizada (rigadermis) de las jóvenes raíces que producen un denso revestimiento de pelos radicales que son unicelulares desarrolladas de manera tubular , los pelos radicales presentan crecimiento apical y puede, por ello, avanzar muy bien entre las partículas del suelo.

En las distintas plantas , el sistema radical presenta formas diferentes que dependen del hábitat preferido de estas. Así se tiene que el sistema radical superficial se encuentra en las plantas que se encuentran en el suelo, cuya capa freática es superficial y la superficie del suelo es

húmedo y el sistema radical es profundo cuando el suelo es superficialmente seco pero con agua freática muy profunda.

De acuerdo con el desarrollo del sistema radical y con su conformación final se encuentran 2 tipos, sistema radical heterogéneo o alorrizo o alorrizidico y sistema radical homogéneo u homorrizo u homorrizado.

En los sistemas radicales heterogéneos, el rudimento radical o radícula se convierte en raíz principal que es igual a la raíz primaria dando lugar a una raíz axonomorfa que penetra verticalmente en el suelo. Esta lleva raíces secundarias o raíces laterales de primer orden que prolongan su crecimiento oblicuo u horizontalmente que al ramificarse dan origen a las raíces de segundo y tercer orden. Las raíces secundarias de primer orden crecen sin obedecer a la gravedad y pueden, por lo tanto, atravesar el suelo en todas las direcciones, Un sistema de ésta clase presenta una estructura jerárquica que se denomina alorrizia o radicación heterogénea viene de voces oleo = otro distinto que significa raíz o radiz en latin.

El sistema radical homogéneo u homorrizico está formado, predominantemente, por raíces del mismo rango y de la misma forma, con ramificaciones moderada o sin ramificaciones , se llama también radicación homogénea (del homo=igual, semejante) Estos sistemas radicales son características de las plantas con rizomas en los que,

generalmente todas sus raíces son caulógenas (que producen tallos o son tallos), se producen en los helechos.

## **2.2. INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE**

Según Daubenmire(7), la complejidad de los procesos vitales dentro del organismo es mas apropiado que la del medio ambiente que lo rodea. Por lo común, se llevan registros específicos de los porcentajes de germinación de las semillas, sin embargo, en los resultados están involucrados las diferencias genética intra específicas el estado de madurez en la que fueron cosechadas, la etapa de desarrollo de las plantas, los métodos de limpieza, los pre tratamientos a los que fueran sometidos, la forma de almacenamiento, etc. En estos resultados, sin embargo, se encuentran contradicciones por la influencia de un factor ambiental que no fue controlado o que al intervenir en proporciones diferentes con los demás factores ambientales actúan de diferentes maneras causando un efecto diferente en el porcentaje de germinación, por lo general esta causa de alteración pasa inadvertida debido a la multiplicidad de factores que intervienen . Esta situación se hace más importante aún cuando se trata de establecer la causa de la mortalidad en el trasplante de regeneración natural. Si el causante de la muerte fue un factor biótico, las señales a veces son tangibles o pueden pasar inadvertidas. Los nuevos factores están siempre acentuados, simultáneamente sobre los organismos.

El ambiente es muy complejo e integrado, de tal modo que el hábitat de una planta se puede considerar como varios microhábitats que rodean las diferentes partes de una planta grande; o desde un punto de vista más amplio, o sea desde las variaciones en los microhábitats homólogos dentro de una área con una cubierta vegetal esencialmente uniforme.

Otro aspecto del problema es la complejidad ambiental que interviene en el desarrollo de una planta, implica el hecho de que las variaciones en la cantidad de luz o humedad son relativamente mas amplios en los lugares donde las cantidades de cualquiera de estos son menores. En estos casos no sólo las variaciones son más amplias, sino que las plantas son mas sensibles a ellas y, por lo tanto, algunos aspectos cuantitativos del medio ambiente deben evaluarse por diferentes normas en diferentes lugares. Cerca de su centro de distribución, los individuos de una especie suelen ser insensibles incluso a valores absolutos mas amplios de la temperatura o de la humedad.

Generalmente, la combinación de la intensidad de los factores más favorables para el bienestar de una planta difieren según las diferentes etapas del ciclo de vida, los ejemplos de esta variabilidad de los requerimientos son muy numerosos. Las plantas que crecen en bosque inundable, desarrollan mejor en suelo muy húmedo e impermeable, pero en el primer ciclo de vida las inundaciones producen efectos desbastadores en la regeneración natural. También se puede notar que

los requerimientos de temperatura, frecuentemente son inferiores para el crecimiento vegetativo que las requeridas para la floración y la fructificación. No sólo los requerimientos de temperatura varían dentro de un mismo individuo para iniciar una determinada función fisiológica, sino que también los diferentes tejidos de un mismo órgano pueden responder de manera distinta a la temperatura así por ejemplo tenemos que el gineceo es destruido por las heladas mientras que las partes florales permanecen indemnes y las células más jóvenes de xilema mueren mientras que el cambium que las rodea queda ileso. Por lo tanto, ni siquiera una planta se comporta como una unidad.

Por consiguiente, en el trabajo experimental con frecuencia es esencial realizar las comparaciones solo entre exactamente las mismas porciones de órganos homólogos de la misma edad.

También con respecto a la influencia del ambiente sobre el desarrollo de la planta Odum(21), dice que examinando el ciclo de  $\text{CO}_2$  se establece que el sistema de carbonatos del mar y de los espacios verdes de la tierra son muy eficientes para tomar el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera, no obstante que el incremento, en especial, en el consumo de los combustibles fósiles acrecentado con la disminución de la "capacidad de eliminación" del "cinturón verde", está pasando a tener un efecto sobre el comportamiento atmosférico. En este aspecto, un principio fundamental es que el primer afectado por los cambios en los flujos o rendimientos totales que abarcan tanto los aportes como las salidas, es el

comportamiento pequeño, activo, y no los amplios depósitos. Por lo tanto es el pequeño fondo común del CO<sub>2</sub> atmosférico, no el mucho más extenso fondo común del oxígeno el que origina una preocupación inmediata.

Es extraño decir, que la agricultura moderna añade CO<sub>2</sub> a la atmósfera, ya que el CO<sub>2</sub> fijado por la tierra, no equivale a aquel que se desprende del suelo, principalmente como resultado de crear, con frecuencia, la oxidación rápida del humus y el desprendimiento del CO<sub>2</sub> que normalmente consume el suelo, también esta teniendo un efecto perjudicial en la liberación de micronutrientes de las raíces subyacentes porque reduciendo la acidez del agua que se infiltra profundamente en los suelos disminuye la intemperización normal de las raíces subyacentes.

Aún cuando la tasa de desprendimiento del CO<sub>2</sub> de la industria y de la agricultura es, todavía, claramente pequeña comparada con el mar, el contenido del CO<sub>2</sub> del aire esta aumentando lentamente, por esta razón a medida que la energía disminuye y se dispersa cada vez más en cada etapa de la cadena alimenticia, algunas sustancias llegan a incrementar su concentración en cada etapa en un proceso que ha llegado a conocerse como acumulación biológica. De tal modo que es el medio el que influye sobre los procesos fisiológicos vegetales así, sigue informando el mismo autor el dramático aumento en la concentración de cuatro sustancias peligrosas en cuatro ecosistemas diferentes. En cada

caso la cantidad de agua en el ambiente al tiempo de medirla, fue demasiado pequeña y ciertamente inócua, sin embargo, cuando las sustancias tóxicas llegan al final de la cadena alimenticia, las concentraciones fueron lo suficientemente altas para ocasionar trastornos y hasta la muerte pues son los vegetales y los animales que la consumen sacándole del suelo. Por su parte Krebs(17), explica la razón por la que ciertos organismos se encuentran en un determinado lugar y no en los otros y sigue diciendo que el experimento de transplante y la principal técnica conceptual empleada para analizar los factores que limitan el alcance geográfico de las especies. Al respecto dice que al efecto de explicar cualquier problema específico de distribución se procede a esta cadena por eliminación de cada uno de estos factores en el orden en el que se los enuncia en el esquema subsiguiente:

La Especie esta ausente

Debido a



Área

Inaccesible ← si

Dispersión no

Selección de hábitat ← si

Comportamiento no

Producción

Otras especies

Paritismo

Competencia

Enfermedad

Factores físicos

Y químicos

Factores físicos

Factores químicos

Temperatura , luz

Agua , Oxígeno

Estructura del

Salinidad

Suelo , fuego

PH , nutrientes

Corrientes, etc.

del suelo, etc.

Margalef(18), dice que la mortalidad, el crecimiento y la reproducción de características generales del ecosistema, características físicas y muy fundamentalmente biológicas consistentes, Están en la presencia y abundancia de otras especies. Hay que añadirle que las relaciones entre los elementos de un ecosistema son fundamentalmente tópicos, es decir conciernen a las transferencia de materias y energía y a la intensidad del transporte. Así mismo dice que influye en la fertilidad y el

crecimiento. El mismo autor dice que toda la energía que recibe la tierra, proviene del sol y que la banda de absorción de la clorofila se muestra entre los 400 y 725 MU(Milimieras) y que esta radiación es aprovechada por las plantas según se encuentre a pleno sol o en ambiente en donde existe obstáculos en el camino de la radiación hacia la tierra que hacen que esta luz se disperse por refracción. Por esta razón no es lo mismo el desarrollo de una planta que recibe directamente, los rayos del sol que el desarrollo de una planta que esta bajo sombra y por lo menos, en los inicios de los años de vida, recibe una radiación algo difusa.

La luz viaja a 299,792 km/seg. Todas las longitudes de onda tienen la misma velocidad, entonces la frecuencia se relaciona inversamente con la longitud de onda, entonces los puntos del espacio se pueden caracterizar igualmente por las frecuencias. La radiación se comporta igualmente como si estuviera constituida por partículas discretas o fotones, que la radiación de onda corta lleva asociada una mayor energía que la radiación de onda larga, sin embargo, estas radiaciones de onda corta no son las que aprovecha las plantas, pero tienen una gran influencia en el establecimiento de la vegetación o de las plantas cuando son transplantadas a ambientes descubiertos y ambientes de cobertura de árboles.

Con respecto a la intensidad luminosa Donoso (9) dice que debe existir un equilibrio entre la energía que gana y la energía que pierde si es que

han de sobrevivir las plantas, así como la intensidad luminosa puede ser demasiado alta para aquellas plantas que se desarrollan a plena luz, por esta razón algunas plantas pueden quedar restringidas a hábitos parcialmente sombreados. Congruentes con esta afirmación Johnston de Olivares (15) dicen que este equilibrio en algunas especies tropicales esta regulada de acuerdo al ambiente en el que crecen de tal modo que Jansen y Kavaljian (14) afirma que cada especie vegetal requiere de un mínimo de intensidad luminosa para sobrevivir, de no alcanzar este mínimo requerimiento la planta perece. Así mismo Spurr y Barnes(31) indican que el punto de compensación de los arboles forestales se alcanza con 1 a 2 % de luz a pleno sol, siempre y cuando las demás condiciones estén optimizadas. Sin embargo Donoso(9), al medir el punto de compensación para diferentes plantas de coníferas y latifoliadas, encontró que varía entre 2 y 30%. El valor del punto de compensación, en cada caso, es mayor que el requerimiento mínimo para la fotometría, la cual naturalmente varia, para las diferentes especies en el rango de 27 a 4,200 luz. En términos generales los árboles que se encuentran creciendo fuera de doseles protectores tienen puntos de compensación mas altos que aquellos que pueden crecer bajo sombra.

### **2.3. ALGUNOS ASPECTOS DEL SUELO**

Inade – Apodesa(13), sostiene que en la selva la fertilidad del suelo es baja, se hace excepción a esta aseveración con los suelos

temporalmente inundados, los nutrientes se encuentran en la biomasa del bosque, la misma que, devuelve al suelo paulatinamente, la misma que es descompuesta por los microorganismos y por la temperatura y humedad alta. De esta manera el bosque recicla los alimentos. Además de esto Domínguez (8) afirma que el grave déficit de madera que se viene manifestando durante esta última década sobre todo escasean las especies de mayor uso y esto ha conllevado a que estudie la fertilidad del suelo como medio para incrementar la productividad del bosque en maderas . Consecuentemente con esta afirmación Theodore (35) dice que la fertilización incrementa los nutrientes que son absorbidas inmediatamente y por consiguiente esta fertilización es un instrumento poderoso en el manejo del bosque, además Perez(24) asevera que las plantas fertilizadas son mas vigorosas, mas fuertes y de mayor calidad .pero Monroy (20) señala un inconveniente al decir que el uso de fertilizantes químicos en una actividad agrícola intensiva, disminuye la demanda hacia los abonos naturales pero en la actualidad debe dársele gran importancia a los abonos orgánicos por las siguientes razones:

- Devuelve la fertilidad del suelo incorporándole las condiciones adecuadas para poder autogenerar los nutrientes.
- No "exprime" el suelo pues no recurre a la reserva de alimentos que tiene el suelo para dejarlo deteriorado completamente.

En lo que respecta a la conservación de los bosques tropicales dice Dance (6) que en el afán de producir alimentos, se deteriora el suelo

que una de las cuestiones a regular en las selvas tropicales y sub tropicales del mundo, es la posibilidad de su regulación y que para esto debe tenerse presente una adecuada silvicultura de reposición. Por su parte Romero(29) dice que debe realizarse abonamiento, podas, raleos y otros, así como incrementar notablemente la productividad de la madera por ha e incluso en plantaciones a campo abierto debe realizarse con especies de rápido crecimiento para un uso industrial definido. Por lo general, dice las plantaciones forestales a campo abierto deben realizarse en suelo deforestado o en suelos cuya composición florística carece de regeneración natural ya sea actual o ya sea potencial.

Burley(5) además considera que la reforestación debe contar con detalles exactos de los efectos de la mezcla de suelo en la producción de plántulas a raíz desnuda usando siembra directa , y también trasplante (repique) de tal modo que la reforestación debe realizarse en lugares donde la planta encuentre las condiciones adecuadas, tanto en el suelo como en el medio ambiente.

Juscáfresa(16), informa que el trasplante de especies de hojas caducas deben realizarse en las épocas de mayor precipitación y que estos deben ser trasplantados con cepellón, para garantizar el prendimiento y además Appelrot (1) dice que además del cepellón las raíces deben estar envueltas con el suelo para evitar que se seque y para reducir

daño físico, en cambio las plantas a raíz desnuda se trasplantan después de sacudir el exceso de tierra de las raíces dejando solamente una capa fina para protegerla. Schubert (30) es coincidente con Juscafresa al afirmar que la mejor época de transplante a raíz desnuda es cuando el suelo se encuentra mojado o cuando las condiciones atmosféricas son húmedas y los índices de evaporación son mínimos y si es posible cuando los tallos de las plantas están en reposo vegetativo.

Con respecto a la conservación del suelo de los bosques, Tello y Dávila (34) dicen que la agricultura que se practica en esta parte de la Amazonía del país es sumamente precaria y que se siembran cultivos de pan llevar por algunos años, como consecuencia de la explotación de los suelos disminuye el nivel de fertilidad de los mismos y Watters(36), los define como un conjunto de técnicas que utilizan los agricultores que sólo disponen de herramientas primitivas y también coinciden en decir que la fertilidad disminuye veloz mente.

#### **2.4. ALGUNOS EXPERIMENTOS RELACIONADOS CON EL PRESENTE TRABAJO.**

Pacheco (22), investigó a la quinilla colorada de nombre técnico *Chrysophyllum pricurii*, transplantó la regeneración natural a un ambiente bajo sombra de árboles y el otro ambiente al descubierto o a pleno sol. Lo que perseguía con este trabajo era encontrar la influencia que el medio ejerce sobre la sobrevivencia de la especie. El medidor de la

sobrevivencia fue el porcentaje de enraizamiento de las plantas en ambos ambientes. Llegó a la conclusión que las plantas puestas bajo protección de los árboles llegaron a 81.68% y aquellas que fueron sembradas a campo abierto o a pleno sol alcanzaron solamente 31.24 % con estos resultados llega a decir que el ambiente tiene influencia inobjetable en la capacidad de supervivencia de la regeneración natural de quinilla colorada trasplantada a raíz desnuda.

La misma intención animó a Tello (33), para probar la influencia del ambiente en el establecimiento de plántulas de Cedro, defoliadas y sin defoliar a campo abierto y bajo cobertura arbórea y encontró que el tratamiento mas adecuado para influir sobre la supervivencia de estas plántulas fue aquella que se realizó a cero días de almacenamiento y previamente defoliadas y por otro lado el ambiente bajo cubierta arbórea influenció definitivamente en las plántulas con cuatro días de almacenamiento y cortadas al inicio de la copa. Con este trabajo el autor demostró que el ambiente tiene una influencia definitiva sobre la supervivencia de las plántulas de *Cedrela odorata* ( Cedro colorado).

Bardales (2), fabricó ambientes artificiales en la disponibilidad de radiación solar para la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, para el efecto, eliminó los arboles para permitir diferentes porcentajes de ingreso de radiación solar, en estas áreas observó la regeneración natural in situ y la regeneración natural trasplantada a raíz

desnuda. Encontró que las trasplantadas a raíz desnuda a un ámbito clareado a un 60% Crecieron más, tanto diámetro como en altura. También demostró que la acción del ambiente sobre desarrollo de las plantas es completamente real.

Ramírez(27) realizó pruebas para obtener información del comportamiento en el transplante a raíz desnuda del tornillo o huaira caspi, del cedro y la lupuna en ambiente bajo cobertura de árboles y a pleno sol. Encontró que la lupuna es la especie de mejor crecimiento tanto en suelo con cobertura arbórea como en suelos sin cobertura de árboles y además concluye diciendo que el tornillo se adapta mejor a suelos con cobertura de árboles y que las especies cedro y lupuna se desarrollan mejor bajo condiciones de suelo sin cobertura arbórea. Se recomienda que se debe utilizar suelos sin cobertura y lo contrario es para el tornillo.

En varios trabajos con plantones ya sea lo que se refiere a transplante en varias condiciones y las que se refieren a la colocación de la planta en el hoyo se ha obtenido información valiosa así por ejemplo tenemos a Ríos (28), quien dice que la aplicación del humus de lombriz a razón de 1 kg. por plantón ha demostrado que controla el porcentaje de mortandad que no supera el 10% y que influye en el desarrollo inicial. Así mismo Quevedo (26), dice que si es que se abona el suelo para hacer plantaciones de cedro y caoba es posible que se obtenga buenas plantas capaces de resistir el ataque reiterado del barrenador del

cogollo, pues afirma que la materia orgánica ejerce un aporte gradual de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, manganeso, azufre y elementos menores, los cuales son liberados a través de su mineralización luego que ha sido unificada, con respecto a la materia orgánica Dyson(10), también corrobora con el anterior autor al afirmar que la materia orgánica supe a la mayor parte de N. y S. Y la mitad del P. Que absorben en los cultivos.

Además dice que la materia orgánica suministra la mayor parte de la capacidad de intercambio catiónico de los suelos ácidos altamente meteorizados. La materia orgánica modifica las propiedades de la retención del agua, sobre todo, en suelos arenosos.

Paz(23), realizó trabajos de reforestación en la ciudad de Chiclayo e inició sus trabajos desde la realización de colección de las semillas pasando por la ejecución de la germinación hasta la plantación en una labor de silvicultura urbana en la que incluyó 7 pueblos jóvenes y 5 avenidas.

Encontró que las plagas encontradas tanto en el vivero como en el campo definitivo fueron el barrenador de cogollos, las zerganas y las querezas, las mismas que corresponden a las enfermedades denominadas "la ceniza", "la Chupadera".

Baumagarter (3) dice que el repique tiene como función principal aumentar el espacio entre plantas que tiene su efecto sobre la sobrevivencia de las plantas pues evita la competencia por luz y permite el desarrollo vigoroso de las raicillas.

Egoavil(11), encontró un sustrato adecuado para la sobrevivencia del cedro (*Cedrela Odorata*), y un tratamiento que involucró la combinación de la producción de plantas a raíz desnuda, y el repique a bolsas de polietileno en un sustrato natural y gallinaza en la proporción de 2:1.

Pezo(25), realizó un experimento factorial arreglado al diseño de bloque completamente al azar en lo que probó la posibilidad de establecimiento de plantas con 4 meses de edad y de alturas diferentes. El medidor utilizado fue el incremento en altura, concluyó diciendo que cuando se siembran plantones con cepellón en edades de 2 ó 4 meses, no existe diferencia significativa y que los diámetros y las alturas utilizadas, en promedio, garantizan la sobrevivencia de 91.67 % de los plantones.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL TRABAJO**

El presente trabajo profesional, se ha realizado en el ámbito del departamento de Loreto, provincia de Alto Amazonas, distrito de Barranca, en la localidad de San Lorenzo, que pertenece a la Sub - Región Marañón. La localidad de San Lorenzo está ubicada en la margen izquierda del río Marañón. Tomando como referencia la ciudad de Iquitos, se llega a este poblado en tres días, aproximadamente, de navegación surcando en motonaves por los ríos Amazonas y Marañón; en el caso de la ruta Yurimaguas - San Lorenzo, el viaje demora, aproximadamente 2 días navegando en motonave el río Huallaga de bajada y el río Marañón de surcada.

Para llegar al poblado de San Lorenzo, también se puede utilizar botes deslizadores empujados por poderosos motores fuera de borda, en este caso, el tiempo de viaje disminuye y dura aproximadamente 10 horas, en ambos casos.

Existe otra vía alternativa y ésta es la aérea, las avionetas que llegan al poblado de San Lorenzo, aterrizan en el puerto fluvial y el aeropuerto del lugar respectivamente.

Realmente, el lugar efectivo de la realización de la plantación se encuentra a 01 hora y 30 minutos de camino a partir de San Lorenzo por la trocha – oleoducto que llega por la parte este del pueblo.

Los datos geodésicos referidos a San Lorenzo son los siguientes:

- Latitud Sur : 4° 50'
- Longitud Oeste : 76° 40'
- Altitud : 143 m.s.n.m.
- Superficie total : 194.1173 ha

Los límites son los siguientes:

- Norte : Quebrada San Lorenzo
- Este : Quebrada Uruguay
- Oeste : Quebrada Carabanchel
- Sur : Río Marañón

### **3.2. ALMACIGADOS DE LAS SEMILLAS**

El almacigado de las semillas para su germinación se realizó en el Vivero Forestal "SAN LORENZO" de la localidad del mismo nombre y las semillas se sembraron, después de 12 días de haber sido cosechados, con el ala hacia arriba introduciendo la semilla hasta que la punta del ala quede a ras del suelo y a un distanciamiento de 0.07m x 0.06 m. Las semillas fueron colectadas de la comunidad del Porvenir, Distrito de

Barranca, río Potro, que está ubicado a día y medio de navegación río arriba de la localidad de San Lorenzo.

El sustrato aplicado en las camas – almacigos estuvo compuesto por tierra que deja la crecienta del río, mezclado con 50% de gallinaza ( ver foto 1 del anexo). Se consideró una planta enraizadas cuando las hojas no cayeron durante 30 días y si cuando cayeron las hojas, de la plántula broto posteriormente una o varias nuevas hojas bien desarrollados y bien verdes y permanecieron vivas durante 30 días. No se tuvo en cuenta el comportamiento de la semilla en la germinación por falta de tiempo para dedicarse a esta observación.

### **3.3. CONSTRUCCIÓN DE TROCHA.**

A una hora y 30 minutos se caminó partiendo del pueblo de San Lorenzo por la trocha – oleoducto se encontró monte alto y es allí donde se construyeron 72 trochas de 1m de ancho de 50m de longitud; separados 5m una de otra.

### **3.4. TRANSPORTE DE PLANTONES.**

Los plantones se extrajeron a los 5 meses después de las semillas haber sido Almacigados. (ver foto 2 del anexo)

- Previo a la extracción de plantones se remojó la cama almaciguera, hasta saturarle de agua.

- Se procedió a la extracción, cogiéndolo con sumo cuidado por la parte bien xilematizada.

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo profesional se realizó una plantación en fajas baja cobertura de árboles y se aprovechó para realizar un trabajo científico aplicando la técnica del EXPERIMENTO FACTORIAL arreglado al diseño completo al azar con 3 repeticiones.

Los factores y niveles fueron los siguientes:

**Factor "A" :** Tiempo de Almacenamiento.

**Niveles :**

- $a_0 = 0$  días de almacenamiento
- $a_1 = 2$  días de almacenamiento
- $a_2 = 4$  días de almacenamiento
- $a_3 = 6$  días de almacenamiento
- $a_4 = 8$  días de almacenamiento
- $a_5 = 10$  días de almacenamiento

**Factor "B" :** Clase de Plantones

**Niveles :**

- $b_0 =$  Planta normal
- $b_1 =$  Poda de la mitad de la raíz (ver foto 3 del anexo)
- $b_2 =$  Poda del tallo (ver foro 4 del anexo)
- $b_3 =$  Poda de la raíz y del tallo

Combinando los FACTORES Y NIVELES resultaron 24 tratamiento combinados que se muestran en el cuadro subsiguiente.

**Cuadro 01 TRATAMIENTO COMBINADOS**

Factores	A						
	Niveles	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>
B	b <sub>0</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>
	b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>
	b <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>
	b <sub>3</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>

Las repeticiones de este tratamiento se distribuyeron al AZAR en cada una de las trochas que para el efecto se han construido.

### 3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE LOS PLANTONES

#### ➤ Almacenamiento

El almacenamiento de la plántulas, tal como fueron obtenidas del vivero fueron depositadas en la "sorrapa" que forma la hojarasca dentro del monte alto. Para obtener esta condición la hojarasca fue separada y en la pequeña arca "limpia" se depositaron los plantones los mismos que fueron cubiertos con las mismas hojarascas, posteriormente en la fecha indicada se iban sacando para someterlas al requerimiento del tratamiento indicado.

➤ **Poda de la Mitad de la Raíz**

Se cortó la mitad de la raíz principalmente con todo sus raíces secundarias. La otra mitad pegada al tallo se dejó intacta. (ver foto 3 del anexo)

➤ **Poda de la Mitad del Tallo**

La parte aérea se cortó desde donde se inicia la parte mas verde y brillante, lo que representaba aproximadamente eliminar la tercera parte del total de la longitud del tallo aproximadamente (ver foto 4 del anexo)

➤ **Poda de la Raíz y del Tallo**

Este es la aplicación en una sola planta de los 2 tratamientos anteriores. Tanto la raíz como la parte aérea se cortaron exactamente como se ha descrito previamente para los dos tratamientos anteriores.

### **3.7. TRANSPORTE:**

Para trasladar los plántones al lugar de siembra se agrupó en porciones de 100 envolviendo a cada grupo en hojas de Calatea sp. (bijao), (ver foto 5: a, b, c y d del anexo), y luego se les metió en un saco o costal de aquello en los que se comercializa el arroz. El traslado de los plántones (paquetes) se hizo por carguío a cuestras en el que es normal la utilización de la fuerza humana (ver foto 5 – d del anexo).

### 3.8. SIEMBRA DE PLANTONES

Se construyeron 72 trochas en monte alto de 50m. de longitud, 1m de ancho, separado 5m una de otra. El distanciamiento se contó a partir del centro de la trocha hasta el centro de otra. ), (ver foto 6: a, b, c y d del anexo),

Las características del trabajo fueron las siguiente:

- Cantidad de Trochas : 72 de 50m c/u y de 1m de ancho.
- Distanciamiento de siembra : 5m. x 5m
- N° repeticiones : 3
- N° de plántulas/tratamiento : 30(10 plántulas/trocha)
- N° total de plantones : 720
- Superficie de plantación : 18,000 m<sup>2</sup>

El control de prendimiento se inició a los 30 días después de haber sido sembrados y se prolongó hasta los 180 días. Se consideró una planta prendida cuando las hojas que desarrollaron las yemas axilares, permanecían vivos durante 30 días.

### 3.9. ANÁLISIS DE VARIANZA

Los datos de plantones prendidos obtenidos por conteo se transformaron a  $\sqrt{x}$ , estos datos transformados se usaron para el análisis de varianza del diseño completo al azar.

En el cuadro 02 se puede ver el cuadro del ANVA que se utilizó.

**Cuadro 02 Análisis de Varianza**

Fuente de Variación	G.L.	SC	CM	F. Calculada	F. Tabular
Tratamiento	ab-1	SC trat.	$\frac{SC_{trat.}}{ab-1}$	$\frac{SM_{tr}}{CM_{error}}$	
Factor A	a-1	SC A	$\frac{SC_A}{a-1}$	$\frac{CM_a}{CM_{error}}$	
Factor B	b-1	SC A	$\frac{SC_B}{b-1}$	$\frac{CM_b}{CM_{error}}$	
Interacción A-B	(a-1)(b-1)	SCAB	$\frac{SC_{AB}}{(a-1)(b-1)}$		
Error	ab(n-1)	SC error	$\frac{SC_{error}}{ab(n-1)}$		
Total	ab(n-1)	SC total	$\frac{SC_{total}}{ab(n-1)}$		

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CANTIDAD DE PLÁNTULAS PRENDIDAS

En el cuadro 03 subsiguiente se muestra la cantidad de plántulas prendidas en cada uno de los tratamientos y en cada uno de las repeticiones. Se recuerda que el número de plántulas por repeticiones fueron 10 y que la cantidad de plantas por tratamiento fueron 30.

**Cuadro 03: Cantidad de Plántulas Prendidas por Repetición y por Tratamiento**

Factor	A							Total $\bar{X}$			
	Niveles	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>				
B	b <sub>0</sub>	09	08	10	09	10	10				
		07	07	10	10	09	09				
	$\Sigma$	07	09	10	10	09	10		163		
		23	24	30	29	28	29				
	$\bar{X}$	7.67	08	10	9.67	9.33	9.67		27.17		
	b <sub>1</sub>	05	09	09	10	08	06				
		05	07	08	08	07	10				
	$\Sigma$	04	08	05	10	04	06			129	
		14	24	22	28	19	22				
	$\bar{X}$	4.67	08	7.33	9.33	6.33	7.33			21.5	
	b <sub>2</sub>	05	09	10	09	10	10				
		08	10	08	09	09	10				
	$\Sigma$	07	08	10	07	10	08				157
		20	27	28	25	29	28				
	$\bar{X}$	6.67	09	9.33	8.33	9.67	9.33				26.16
	b <sub>3</sub>	08	09	10	08	07	10				
		09	07	08	09	08	10				
$\Sigma$	04	10	10	09	10	09	155				
	21	26	28	26	25	29					
$\bar{X}$	07	8.67	9.33	8.67	8.33	9.67	25.83				
<i>Total</i>	78	101	108	108	101	108	604				
	$\bar{X}$	6.5	8.42	09	09	8.42		09			

**Cuadro 04: Cantidad de Plankton Prendidas por Tratamiento**

Factor	A							Total	$\bar{X}$
	Niveles	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$		
B	$b_0$	23	24	30	29	28	29	163	27.17
	$b_1$	14	24	22	28	19	22	129	21.5
	$b_2$	20	27	28	25	29	28	157	26.17
	$b_3$	21	26	28	26	25	29	155	25.83
	Total	78	101	108	108	101	108	604	100.67
	$\bar{X}$	19.5	25.25	27	27	25.25	27	25.17	25.17

A las variables discretas del cuadro 03 se los expresa en  $\sqrt{x}$  para poder disponer de variables continuas

**Cuadro 05: Cantidades del Cuadro 03 Transformados a  $\sqrt{x}$** 

Factor	A							Total
	Niveles	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	
B	b <sub>0</sub>	3	2.828	3.162	3	3.162	3.162	54.062
		2.646	2.646	3.162	3.162	3	3	
		2.646	3	3.162	3.162	3	3.162	
		$\Sigma$	8.292	8.474	9.486	9.324	9.162	
	$\bar{X}$	2.764	2.825	3.162	3.108	3.054	3.108	
	b <sub>1</sub>	2.236	3	3	3.162	2.828	2.449	47.696
		2.236	2.646	2.828	2.828	2.646	3.162	
		2	2.828	2.236	3.162	2	2.449	
		$\Sigma$	6.472	8.474	8.064	9.152	7.474	
	$\bar{X}$	2.157	2.825	2.688	3.051	2.491	2.688	
	b <sub>2</sub>	2.449	3	3.162	3	3.162	3.162	53.834
		2.828	3.162	2.828	3	3	3.162	
		2.646	2.828	3.162	2.646	3.162	2.828	
		$\Sigma$	8.120	8.990	9.152	8.644	9.324	
	$\bar{X}$	2.707	2.997	3.051	2.882	3.108	3.051	
	b <sub>3</sub>	2.828	3	3.162	2.828	2.646	3.162	52.576
3		2.646	2.828	3	2.828	3.162		
2		3.162	3.162	3	3.162	3		
$\Sigma$		7.828	8.808	9.152	8.828	8.636	9.324	
$\bar{X}$	2.61	2.936	3.051	2.943	2.879	3.108		
<i>Total</i>	30.712	34.746	35.854	35.95	34.596	35.86	207.718	
$\bar{X}$	-	-	-	-	-	-	-	

Estos valores transformados se utilizan para realizar los cálculos de los mismos que se muestran en las páginas siguientes.

## 4.2. CÁLCULOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

$$TC = \frac{(207.718)^2}{72} = \frac{43146.76752}{72} = 599.261$$

$$TC = 599,261$$

$$SC \text{ Total} = \sum x^2 - FC = 604.930183 - 599,261 = 5.669.183$$

$$SC \text{ Total} = 5.669.183$$

$$SC \text{ Trata.} = \frac{(8.292)^2 + (8.474)^2 + (9.486)^2 + \dots + (8.636)^2 + (9.324)^2}{3} - TC$$

$$SC \text{ Trata.} = 3.953 \ 958 \ 667$$

donde  $TC$  = factor de corrección o término de corrección  $TC$

$SC \text{ Total}$  = Suma de cuadrados total

$SC \text{ Trata.}$  = Suma de cuadrados de los tratamientos.

$$SCA = \frac{(30.712)^2 + (34.746)^2 + \dots + (35.86)^2}{12} - TC$$

$$SCA = \frac{7211.246092}{12} - 599.261$$

$$SCA = 600.93716 - 599,261$$

$$SCA = 1.676,174,333$$

$SCA$  = Suma de cuadrados del factor  $A$

$$SCB = \frac{(54,062)^2 + (47.696)^2 + (53.384)^2 + (52.576)^2}{18} - FC$$

$$SCB = \frac{10811.69549}{18} - 599,261$$

$$SCB = 600.6497494 - 599,261$$

$$SCB = 1.388 \ 749 \ 556$$

$SCB$  = Suma de cuadrados del factor  $B$

$$SCAB = SC \text{ Total} - SCA - SCB$$

$$SCAB = 3.953958667 - 1676174333 - 1388749556$$

$$SCAB = 0.889034778$$

$SCAB$  = Suma de Cuadrados de la interacción  $AB$

$$SC \text{ Total} = SC \text{ Trat.} + SC \text{ error}$$

$$SC \text{ error} = SC \text{ Total.} - SC \text{ Trat.}$$

$$SC \text{ error} = 5.669183 - 3.953958667$$

$$SC \text{ error} = 1.715 \ 224 \ 333$$

$$SC \text{ error} = \text{Suma de cuadrados del error}$$

### 4.3. ANÁLISIS DE VARIANZA

Con esta información estadística se construye el cuadro ANVA

**Cuadro 06: Análisis de Varianza**

Fuente Variación	G.L.	S.C	C.M.	F. Calculada	F. Tabular
Tratamiento	23	3.954	0.172	4.778	1.7665
Factor A	5	1.676	0.335	9.306	2.418
Factor B	3	1.389	0.468	13	2.808
Interacción AB	15	0.889	0.060	1.667	1.888
Error	48	1.715	0.036		
Total abn-1	71	5.669	0.0798		

En el cuadro 05 anterior aparecen los valores de "F" tabulares. Es bueno explicar la técnica matemática empleada para obtener estos resultados.

En las diferentes tablas de "F" en las que se ha buscado, no se ha encontrado los grados de libertad de los tratamientos y los grados de libertad de error. También, esta aseveración es válida cuando se trató de encontrar el valor de "F" tabular para los factores A y B y para la interacción AB. Los grados de libertad para el error de este trabajo no

existen. Se tuvo que interpolar los grados de libertad tal como se muestra a continuación la secuencia de cálculos realizados.

#### 4.3.1. Interpolación de los grados de libertad

Interpolación de los grados de libertad para  $F_{(23,48)}$  de los tratamientos a 95% de probabilidad.

##### Primer paso

Se determina los valores de  $F_{(20,40)0.05}$ ;  $F_{(23,40)0.05}$ ;  $F_{(24,40)0.05}$

a)

$$4 \left\{ \begin{array}{l} 3 \left\{ \begin{array}{l} F_{(20,40)} = 1.84 \\ F_{(23,40)} = ? \end{array} \right\} ? \\ F_{(24,40)} = 1.79 \end{array} \right\} 0.05$$

b)

$$1.84 - 1.79 = 0.05$$

$$24 - 20 = 4$$

$$23 - 20 = 3$$

c)

$$4 \Rightarrow 0.05 \Rightarrow x = (3)(0.05) \Rightarrow x = 0.0375$$

$$3 \Rightarrow x \quad 4$$

$$\text{Entonces } F_{(23,40)} = 1.84 - 0.0375$$

$$F_{(23,40)} = 1.8025$$

##### Segundo paso

Se determina los valores de  $F_{(20,60)0.05}$ ;  $F_{(23,60)0.05}$ ;  $F_{(24,60)0.05}$

a<sub>1</sub>)

$$4 \left\{ \begin{array}{l} 3 \left\{ \begin{array}{l} F_{(20,60)} = 1.75 \\ F_{(23,60)} = ?? \end{array} \right\} ?? \\ F_{(24,60)} = 1.70 \end{array} \right\} 0.05$$

b<sub>1</sub>)

$$1.75 - 1.70 = 0.05$$

$$24 - 20 = 4$$

$$23 - 20 = 3$$

c)

$$4 \Rightarrow 0.05 \Rightarrow x_1 = (3)(0.05) \Rightarrow x_1 = 0.0375$$

$$3 \Rightarrow x_1 \quad 4$$

$$\text{Entonces } F_{(23,60)} = 1.75 - 0.0375$$

$$F_{(23,60)} = 1.7125$$

**Tercer paso**Determinación de  $F_{(23,48)}$ a<sub>2</sub>)

$$20 \left\{ \begin{array}{l} 8 \left\{ \begin{array}{l} F_{(23,40)} = 1.8025 \\ F_{(23,48)} = ??? \end{array} \right\} ??? \\ F_{(23,60)} = 1.7125 \end{array} \right\} 0.09$$

b<sub>2</sub>)

$$1.8025 - 1.7125 = 0.09$$

$$60 - 40 = 20$$

$$48 - 40 = 8$$

c<sub>2</sub>)

$$20 \Rightarrow 0.09 \Rightarrow x_2 = (8)(0.09) \Rightarrow x_2 = 0.036$$

$$8 \Rightarrow x_2 \quad 20$$

$$\text{Entonces } F_{(23,48)} = 1.8025 - 0.036$$

$$F_{(23,48)} = 1.7665$$

### 4.3.2. Interpolación de los grados de libertad para $F_{(5,48)}$ del factor

A.

#### Primer paso

Se determina los valores de  $F_{(20;40)0.05}$ ;  $F_{(5;48)}$ ;  $F_{(5;40)}$ ;  $F_{(5;60)}$

a)

$$20 \left\{ \begin{array}{l} 8 \left\{ \begin{array}{l} F_{(5,40)} = 2.45 \\ F_{(5,48)} = ? \end{array} \right\} ? \\ F_{(5,60)} = 2.37 \end{array} \right\} 0.08$$

b)

$$2.45 - 2.37 = 0.08$$

$$60 - 40 = 20$$

$$48 - 40 = 8$$

c)

$$20 \Rightarrow 0.08 \Rightarrow x = (8)(0.08) \Rightarrow x = 0.032$$

$$8 \Rightarrow x \qquad \qquad \qquad 20$$

$$\text{Entonces } F_{(5,48)} = 2.45 - 0.032$$

$$F_{(5,48)} = 2.418$$

Interpolación de los grados de libertad para  $F_{(3,48)}$  del factor B.

#### Primera paso

Se determina los valores de  $F_{(20;60)0.05}$ ;  $F_{(23;60)0.05}$ ;  $F_{(24;60)0.05}$

a)

$$20 \left\{ \begin{array}{l} 8 \left\{ \begin{array}{l} F_{(3,40)} = 2.84 \\ F_{(3,48)} = ? \end{array} \right\} ? \\ F_{(3,60)} = 2.76 \end{array} \right\} 0.08$$

b)

$$2.84 - 2.76 = 0.08$$

$$60 - 40 = 20$$

$$48 - 40 = 8$$

c)

$$20 \Rightarrow 0.08 \Rightarrow x = (3)(0.08) \Rightarrow x = 0.0332$$

$$8 \Rightarrow x \quad 20$$

$$\text{Entonces } F_{(3,48)} = 2.84 - 0.032$$

$$F_{(3,48)} = 2.808$$

#### 4.3.3. Interpolación de los grados de libertad para $F_{(15,48)}$ de la interacción AB

a)

$$20 \left\{ \begin{array}{l} 8 \left\{ \begin{array}{l} F_{(15,40)} = 1.92 \\ F_{(5,48)} = ? \end{array} \right\} ? \\ F_{(5,60)} = 1.84 \end{array} \right\} 0.08$$

b)

$$1.92 - 1.84 = 0.08$$

$$60 - 40 = 20$$

$$48 - 40 = 8$$

c)

$$20 \Rightarrow 0.09 \Rightarrow x = (8)(0.09) \Rightarrow x = 0.036$$

$$8 \Rightarrow x \quad 20$$

$$\text{Entonces } F_{(15,48)} = 1.92 - 0.032$$

$$F_{(15,48)} = 1.888$$

De acuerdo al cuadro 05 del análisis de varianza la "F" calculada es superior a la "F" tabular al nivel de 0.05 de probabilidad en los tratamientos, en el factor A y en el factor B. Esto se interpreta como que existen diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos en los tratamientos, en los efectos del factor A y en los efectos del factor B, todos a un nivel de 0.05 de probabilidad. Dicho de otro modo, que las diferencias que se encontraron en los resultados no es obra de una

simple casualidad. Proviene de los efectos causados por los tratamientos en el prendimientos de las plantas de águano.

Al examinar el cuadro 03, se nota que esta diferencia significativa en los tratamientos al nivel de 0.05 de probabilidad podría estar siendo ocasionado por los resultados obtenidos en los tratamientos  $a_0b_1$  y el  $a_2b_0$  que tiene un promedio de 4.67 y 10 respectivamente. Un raciocinio similar se podría aplicar al realizar una decisión estadística dentro el factor A, pues, claramente se ve que la diferencia estadística esta siendo influenciada por los resultados obtenidos en los niveles  $a_2$  y  $a_3$  que se refieren a 4 y 6 días de almacenamiento. Se podría asumir que esta diferencia sea debida a los resultados obtenidos cuando intervinieron los niveles  $b_0$  y  $b_1$  con 27.17 y 21.5 de promedio respectivamente.

Para que las asunciones estadísticas tengan un basamento contundente irrefutable se realizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, o sea que se aplicó la prueba de D.V.S. de Tukey (diferencia verdaderamente significativa) que es una prueba de comparación múltiple que se utiliza para probar las hipótesis nulas que afirman que todas las parejas posibles de promedios de los tratamientos son iguales cuando las muestras son iguales. Entonces el nivel de significación, en esta prueba, nos dice que el porcentaje de probabilidad de que la afirmación: todos los promedios de los tratamientos son iguales sea falsa. Mejor dicho, nos

dice el porcentaje de probabilidad que tiene la afirmación de que todos los medios de los tratamientos son iguales es falsa.

Esta prueba está dada por la formula.

$$D.V.S. = q_{\alpha k, n-k} \sqrt{\frac{CM. error}{n}}$$

Donde:

q = "t" tabular con k y n-k grados de libertad de la tabla de amplitud total estudentizada Tukey

D.V.S. = Diferencia verdaderamente significativa

$\alpha$  = Número de promedio en el experimento

N = Número total de observaciones

n = Número de observaciones en el tratamiento (repeticiones)

CM. error = Cuadrado medio del error.

Se calculan todas las diferencias posibles entre las parejas de medios. Cualquier diferencia que proporciones un valor absoluto que exceda de la D.V.S. se considera la igualdad estadística de los promedios involucrados en la prueba.

En el cuadro 07 se enlistaron las diferencias de los promedios.

Cuadro 07 PROMEDIO DE TRATAMIENTOS ORDENADOS ASCENDENTEMENTE Y SUS DIFERENCIAS.

	Tratamiento	Prom	Diferencias																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			$a_0b_1$	$a_3b_1$	$A_0b_2$	$a_0b_3$	$a_2b_1$	$a_5b_1$	$a_0b_0$	$a_1b_0$	$a_1b_1$	$a_3b_2$	$a_4b_3$	$a_1b_3$	$a_3b_3$	$a_1b_2$	$a_4b_0$	$a_3b_1$	$a_2b_2$	$a_5b_2$	$a_2b_3$	$a_3b_0$	$a_5b_0$	$a_4b_2$	$a_5b_3$	$a_2b_0$
01	$a_0b_1$	4.67	-	1.66	2	2.33	2.66	2.66	3	3.33	3.33	3.66	3.66	4	4	4.33	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	5	5	5	5	5.33
02	$A_3b_1$	6.33		-	0.34	0.67	1	1	1.34	1.67	1.67	2	2	2.34	2.34	2.67	3	3	3	3	3	3.34	3.34	3.34	3.34	3.67
03	$a_0b_2$	6.67			-	0.33	0.66	0.66	1	1.33	1.33	2	2	2	2.33	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	3	3	3	3	3.33
04	$a_0b_3$	7				-	0.33	0.33	0.67	1	1	1.33	1.33	1.67	1.67	2	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.67	2.67	2.67	2.67	3
05	$a_2b_1$	7.33					-	0	0.34	0.67	0.67	1	1	1.34	1.34	1.67	2	2	2	2	2	2.34	2.34	2.34	2.34	2.67
06	$A_5b_1$	7.33						-	0.34	0.67	0.67	1	1	1.34	1.34	1.67	2	2	2	2	2	2.34	2.34	2.34	2.34	2.67
07	$a_0b_0$	7.67							-	0.33	0.33	0.66	0.66	1	1	1.33	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	2	2	2	2	2.33
08	$a_1b_0$	8								-	0	0.33	0.33	0.67	0.67	1	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.67	1.67	1.67	1.67	2
09	$A_1b_1$	8									-	0.33	0.33	0.67	0.67	1	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.67	1.67	1.67	1.67	2
10	$a_3b_2$	8.33										-	0	0.34	0.34	0.67	1	1	1	1	1	1.34	1.34	1.34	1.34	1.67
11	$a_4b_3$	8.33											-	0.34	0.34	0.67	1	1	1	1	1	1.34	1.34	1.34	1.34	1.67
12	$a_1b_3$	8.67												-	0	0.33	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	1	1	1	1	1.33
13	$a_3b_3$	8.67													-	0.33	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	1	1	1	1	1.33
14	$a_1b_2$	9														-	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	0.67	0.67	0.67	1
15	$a_4b_0$	9.33															-	0	0	0	0	0.34	0.34	0.34	0.34	0.67
16	$a_3b_1$	9.33																-	0	0	0	0.34	0.34	0.34	0.34	0.67
17	$a_2b_2$	9.33																	-	0	0	0.34	0.34	0.34	0.34	0.67
18	$a_5b_2$	9.33																		-	0	0.34	0.34	0.34	0.34	0.67
19	$a_2b_3$	9.33																			-	0.34	0.34	0.34	0.34	0.67
20	$a_3b_0$	9.67																				-	0	0	0	0.33
21	$a_5b_0$	9.67																					-	0	0	0.33
22	$a_4b_2$	9.67																						-	0	0.33
23	$a_5b_3$	9.67																							-	0.33
24	$a_2b_0$	10																								-

Entonces:

$$q_{0.05} = 5.462$$

$$\alpha = 95\%$$

$$K = 24$$

$$N = 72$$

$$n = 3$$

$$\frac{CM \text{ error}}{n} = \frac{0.036}{3} = 0.012$$

$$\sqrt{\frac{0.03}{3}} = 0.11$$

$$q_{0.05, 24, 72-24} \sqrt{\frac{0.036}{3}} = q_{0.05, 24, 48} \sqrt{\frac{0.036}{3}}$$

Pero que con 24 y 48 grados de libertad no existe en la tabla entonces obligadamente se debe interpolar.

$$Q_{(24;40)0.05} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 5.51$$

$$Q_{(24,48)0.05} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad ?$$

$$Q_{(24,60)0.05} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 5.39$$

$$5.51 - 5.39 = 0.12$$

$$60 - 40 = 20$$

$$48 - 40 = 8$$

$$\text{si en } 20 \Rightarrow 0.12$$

$$8 \quad X$$

$$X = \frac{(8)(0.12)}{20} \Rightarrow X = \frac{0.96}{20}$$

$$X = 0.048$$

Entonces

$$Q_{(24;48)0.05} = 5.51$$

$$Q_{(24,48)0.05} = 5.462$$

Entonces

$$D.V.S. = (5.46)(0.11)$$

$$D.V.S. = 0.6006$$

Cualquier diferencia de los promedios se compara con este valor de DVS = 0.6006. si es que el valor absoluto de este percentil resulta menor que cualquier diferencia de promedio se infiere que

son significativamente diferentes (significativo). Si es que el resultado de las diferencias de los promedios es menor que la  $DVS = 0.6006$ , se acepta que los promedios involucrados son iguales, o sea, que no son significativo.

Al comparar con el valor de D.V.S. no resulta el cuadro 08 en el que los promedios que no están subrayados son significativamente diferentes y los que están subrayados con una misma línea no son significativamente diferentes.

**Cuadro 08 SIGNIFICACIÓN EN LOS TRATAMIENTOS CON LOS PROMEDIOS ORDENADOS ASCENDENTEMENTE.**

Nº Orden	Tratamiento.	Prom.	SIGNIFICACIÓN
01	$a_0b_1$	4.67	
02	$A_3b_1$	6.33	
03	$a_0b_2$	6.67	
04	$a_0b_3$	7	
05	$a_2b_1$	7.33	
06	$A_5b_1$	7.33	
07	$a_0b_0$	7.67	
08	$a_1b_0$	8	
09	$A_1b_1$	8	
10	$a_3b_2$	8.33	
11	$a_4b_3$	8.33	
12	$a_1b_3$	8.67	
13	$a_3b_3$	8.67	
14	$a_1b_2$	9	
15	$a_4b_0$	9.33	
16	$a_3b_1$	9.33	
17	$a_2b_2$	9.33	
18	$a_5b_2$	9.33	
19	$a_2b_3$	9.33	
20	$a_3b_0$	9.67	
21	$a_5b_0$	9.67	
22	$a_4b_2$	9.67	
23	$a_5b_3$	9.67	
24	$a_2b_0$	10	

DVS = 0.6006

Tratamientos unidos con una misma raya no son significativos.

De acuerdo al cuadro 08 anterior, los resultados de varios tratamientos tienen diferencias no significativas, lo que demuestra que los promedios de estos tratamientos son estadísticamente iguales. La desigualdad aparente de estos resultados se debe a la influencia de alguna condición no controlada que intervino al azar, o sea que un promedio que sea mayor que otro es atribuible a la mera casualidad.

El mejor tratamiento combinado es el que tuvo 100% de germinación ( $a_2b_0$ ) que corresponde a la combinación: planta completa, sembrada con 4 días de almacenamiento, sin embargo, este promedio es estadísticamente igual a los promedios de los tratamientos que alcanzaron a 96.70% (Promedio de 9.67 plantas germinadas) porcentajes que corresponde a las combinaciones: planta completa sembrada a los 6 días de almacenamiento ( $a_3b_0$ ), planta completa sembrada a los 10 días de almacenamiento ( $a_5b_0$ ), planta con raíz podada y sembrada a los 8 días de almacenamiento ( $a_4b_2$ ) y planta con raíz y tallo podados y sembrados a los 10 días de almacenamiento ( $a_5b_3$ ). Esta última combinación es interesante hacerla resaltar pues si es que una planta puede germinar con el tallo y la raíz podadas después de 10 días de haber sido almacenada, entonces es posible transportar durante 10 días plántones de águano con el tallo y la raíz podados y así disminuir peso y espacio, incrementando la

capacidad de carga del vehículo transportante. Si es que el presente descubrimiento se comparase con el transporte de plantones en bolsas de polietileno llenas de tierra, no habría punto de comparación con la finalidad de brindarse el transportar plantas con tallo y raíz podados.

Se nota también, en el cuadro 08, que la misma diferencia significativa al nivel de 0.05 es igual o mayor a 0.67 que porcentualmente equivale al 6.7% de diferencia, diferencial de promedio que se buscaría en un ensayo de esta naturaleza para tener éxito en la búsqueda de un mejor tratamiento.

#### **4.4. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA DE TUKEY PARA LOS FACTORES A Y B.**

Realizado el análisis de varianza en el cuadro 06 se nota tanto el factor A como el factor B son significativos, pero no se sabe cuales de los promedios tienen promedios estadísticamente diferentes, para saber esto aplicamos la prueba de D.V.S. de Tukey la misma que exige encontrar las diferencias entre todos los pares de promedios posibles.

**Cuadro 09 PROMEDIO DE LOS NIVELES DEL FACTOR A Y SUS DIFERENCIAS**

Niveles de A	Promedios	Diferencias				
a <sub>0</sub>	6.5	-				
a <sub>1</sub>	8.42	1.92	-			
a <sub>2</sub>	8.42	1.92	0.00	-		
a <sub>3</sub>	9	2.5	0.58	0.58	-	
a <sub>4</sub>	9	2.5	0.58	0.58	0.00	
a <sub>5</sub>	9	2.5	0.58	0.58	0.00	0.00

Calculamos.

$$D.V.S. = q_{\alpha, N-k} \sqrt{\frac{CM_{error}}{n}}$$

Donde: K = 6

$$N = 24$$

$$n = 4$$

$$N-K = 18$$

Entonces: q = 5.49 encontrando en la tabla con 24 y 18 grados de libertad a 0.05 de probabilidad.

$$\sqrt{\frac{0.036}{4}} = 0.095$$

$$D.V.S. = (5.49)(0.095)$$

$$D.V.S. = 0.52$$

**Cuadro 10: Significación de los Niveles de a y sus Promedios**

Niveles de A	Días de almacenamiento	Promedios	Significación
a <sub>0</sub>	0	6.5	
a <sub>1</sub>	2	8.42	
a <sub>2</sub>	4	8.42	
a <sub>3</sub>	6	9.00	
a <sub>4</sub>	8	9.00	
a <sub>5</sub>	10	9.00	

Todos los promedios, en comparación con el promedio 6.5 perteneciente al nivel de cero días de almacenamiento son significativamente diferente, es decir que el promedio 6.5 del nivel a<sub>0</sub> (0 días de almacenamiento) no se debe al simple azar, es consecuencia del almacenamiento. Aparentemente, a 0 días de almacenamiento, la planta aun esta sufriendo las consecuencia de la abrupta interrupción de su crecimiento en el vivero. Los niveles a<sub>1</sub> y a<sub>4</sub> no son significativos aun sin someterlos a pruebas estadísticas. Lo mismo se puede afirmar de los niveles a<sub>2</sub> a<sub>3</sub> y a<sub>5</sub> correspondientes a 4, 6 y 10 días de almacenamiento respectivamente tienen promedios con diferencias no significativas aunque se les someta a prueba estadística. Sin embargo, estadísticamente son diferentes de los promedios de los niveles a<sub>1</sub> y a<sub>4</sub>. Entonces los mejores días de almacenamiento son: 4, 6 y 10 días si se nos pusiese a elegir los días de almacenamiento que deba recomendarse en el almacenamiento de plantas de caoba, bien podría escogerse entre 4, 6 y 10 días; este resultado podría utilizarse para decidir si guardar o no los plántones destinados a una plantación cuando las condiciones se presenten adversas para sus realización y se este obligado a guardarlos.

**Cuadro 11: Promedio de los Niveles del Factor B y sus Diferencias**

Niveles de A	Promedios	Diferencias
b <sub>1</sub>	5.38	-
b <sub>3</sub>	6.46	1.08 - -
b <sub>2</sub>	6.54	1.16 0.08 -
b <sub>0</sub>	6.79	1.41 0.25 0.25 -

K = Número de promedios = 4

N = Número total de tratamiento = 24

n = Número de promedios en los que intervienen en el nivel = 6

N-K = 24 - 4 = 20

$$q_{\alpha, k, n-k} \sqrt{\frac{CM \text{ error}}{n}}$$

$$q_{0.05, 4, 20} \sqrt{\frac{0.036}{6}}$$

$$q_{0.05, 4, 20} = 3.58$$

$$\sqrt{\frac{0.036}{6}} = 0.078$$

$$D.V.S = (3.58)(0.078) = 0.28$$

$$D.V.S = 0.28$$

Todas las diferencias que sean superiores a 0.28 son esta distintamente diferentes, con este concepto armamos el cuadro 13.

**Cuadro 12: Promedio de los Niveles de B y sus Diferencias**

Niveles de B	Promedios	Diferencias		
b <sub>1</sub>	5.38	-		
b <sub>3</sub>	6.46	1.08	-	
b <sub>2</sub>	6.54	1.16	0.08	-
b <sub>0</sub>	6.79	1.41	0.25	0.25

K = Número de promedios = 4

N = Número total de tratamiento = 24

n = Número de promedios en los que intervienen en el nivel = 6

N-K = 24 - 4 = 20

$$q_{\alpha, n-k} \sqrt{\frac{CM \text{ error}}{n}}$$

$$q_{0.05, 4, 20} \sqrt{\frac{0.036}{6}}$$

$$q_{0.05, 4, 20} = 3.58$$

$$\sqrt{\frac{0.036}{6}} = 0.078$$

$$D.V.S = (3.58)(0.078) = 0.28$$

$$D.V.S = 0.28$$

Los tres niveles del factor B (b<sub>0</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>), estadísticamente tienen promedios iguales y los tres, en conjunto, son diferentes al nivel b<sub>1</sub> o sea planta con poda de raíz. Con esta prueba se puede asumir que lo que más afecta al plantón de aguano es el corte de la mitad de la raíz.

Con respecto a la interacción AB, en el cuadro 06 del análisis de varianza la F. calculada para la interacción es menor que la F. tabular

por consiguiente se acepta que sea no significativamente y por consiguiente no existe interacción entre los factores A y B.

**Cuadro 13: Significación de los Niveles de B y sus Promedios**

Niveles de B	Promedios	Significación
$b_1$	5.38	
$b_3$	6.46	
$b_2$	6.54	
$b_0$	6.79	

## V. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el experimento, aprovechando la labor de reforestación con águano, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las plántulas de águano de 5 meses de edad son resistentes a la poda de la raíz y del tallo, pues no obstante, los tratamientos drásticos tuvieron buen porcentaje de prendimiento.
2. La plantación en trochas bajo cobertura de árboles evitó que las plantas se deshidraten abruptamente.
3. El almacenamiento bajo las hojarasca mantuvo a los plantones con una humedad adecuada y libre de la influencia de la radiación solar.
4. Los tratamientos en los que se tuvieron mejores resultados fueron los siguientes:
  - Plantones con 4 días de almacenamiento y plantón normal ( $a_2b_0$ )
  - Plantones con 6 días de almacenamiento y plantón normal ( $a_3b_0$ )
  - Plantones con 8 días de almacenamiento y poda del tallo ( $a_4b_2$ )
  - Plantones con 10 días de almacenamiento y poda de la raíz y del tallo ( $a_5b_3$ )
5. Los tratamientos ( $a_2b_0$ ), ( $a_3b_0$ ), ( $a_4b_2$ ) y ( $a_5b_3$ ) tienen los promedios estadísticamente iguales.

6. El tratamiento de plantones con 4 días de almacenamiento y plantón normal (entero) ( $a_2b_0$ ), es el que tiene el máximo promedio de rendimiento con 100%.
7. Los niveles del factor A: almacenamiento de 2( $a_1$ ); 4( $a_2$ ); 6( $a_3$ ); 8( $a_4$ ) y 10( $a_5$ ) días no tienen diferencia significativamente diferentes pero estos 5 niveles son significativamente diferente del nivel o días de almacenamiento ( $a_0$ ).
8. Los niveles de A que dieron resultados aparentemente mayores fueron:  $a_2$ ;  $a_3$ ;  $a_5$
9. Los niveles del factor B: planta normal ( $b_0$ ), poda del tallo ( $b_2$ ), poda de la raíz y del tallo ( $b_3$ ), no tienen diferencia significativa, pero los tres son significativamente diferentes del nivel poda de la raíz ( $b_1$ )
10. Los niveles de B que dieron un resultado aparentemente mayor fueron:  $b_0$  y  $b_2$ , sin embargo, no son significativamente diferentes. No existe interacción entre los factores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo al método y a lo encontrado en este trabajo se recomienda.

1. Sembrar plántones de 5 meses de edad
2. Almacenar en la sombra y bajo una capa de hojarasca húmeda.
3. No sembrar plántones inmediatamente después de ser extraídas.
4. Sembrar los plántones con 4 días de almacenamiento y planta normal ( $a_2b_0$ )
5. Vigilar la plantación continuamente, para evitar el ataque del barrenador del cogollo.
6. Realizar un trabajo con los mismos tratamientos, pero a campo abierto.
7. Instalar un proceso de investigación con el objetivo de encontrar el efecto que cause la poda de la raíz, del tallo y de ambos a la vez sobre el desarrollo en diámetro y altura de las plántulas sembradas hasta después de 5 años.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. APPELROT, S.E. Word study aspect of planting and direct seeding, in forestryng info symposium and stand establishment, wen mingen, Paises Bajos. 275 p.
2. BARDALES, F. 1981. Comportamiento de la regeneración y transplante de raíz desnuda del tornillo (*cedrelinga catenaeformis ducke*)
3. BAUMAGARTER, L. 1986. Manual de viveros forestales para campesinos, Tegucigalpa D.C. Honduras
4. BONNER Y GLASTON A. Principios de fisiología vegetal versión española de Federico Portillo Aguilar S.A. de Ediciones, Madrid, España. 485
5. BURLEY, J. 1970. Genética y biométrica, Roma 1972, 27p.
6. DANCE, J. 1989. Tendencia de la Reforestación con fines agropecuarios en la Amazonía Peruana. Revista Forestal del Perú 10(01) Lima - Perú 120p.
7. DAUBENMIRE, R.F. 1986. Manual de Botánica y Ecología. T. 2(Es), Limusa, México 230p.
8. DOMINGUEZ, V. 1983. Tratado de fertilización, Ediciones Mundi Prensa. 251, p.
9. DONOSO S. 1962. Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Educación Universitaria S.A. Santiago de Chile 369 p.

10. DYSON, W. 1981. Fertilización de plantaciones forestales en la reserva forestal "La ón de plantaciones forestales en la reserva forestal "La Yeguada", Torrealba. Costa Rica 70p.
11. EGOAVIL, R. A. 1999. Silvicultura de la bolaina blanca Pucallpa – Perú 70p.
12. GREULACH, V. y ADAMS, J. 1986. Las plantas, introducción a la botánica moderna LIMUSA S.A. DE S.A. de c.v. México d.f. México 679p.
13. INADE-APODESA 1990. Desarrollo sostenido de la selva. Manual para promotores y extensionistas. Lima 319p.
14. JANSEN W,A. Y KAVALJIAN, L. C. 1968. La biología vegetal en nuestros días, avances y problemas, segunda edición. México. 249p.
15. JOHNSTON DE OLIVARES M. 1969. Determinación del punto de compensación de la luz de algunas plantas tropicales. Tesis, MSC. Turrialba – Costa Rica. IICA 67 p.
16. JUSCAFRESA, B. 1962. 500 especies de árboles y arbustos, reproducción y multiplicación. Ed. AEDOS, Barcelona 272p.
17. KREBS, CH. J. 1985. Ecología, estudio de la distribución y de la abundancia (segunda edición). Instituto Ecológico de Recursos Animales, Universidad de Colombia.
18. MARGALEF, R. 1986. Ecología Edic. OMEGA S.A. Barcelona 951p.

19. MEYER, B 1966. Introducción a la fisiología vegetal (es) EUDEBA Carolina de Norte 578p.
20. MONROY, J. 1981. Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos A.G Editores. Mexico (Mexico) 45 p.
21. ODUM 1993. Ecología: El vinculo natural ciencias naturales y las sociales. Compañía Editora Centimental S.A. de C.V. México 295 p.
22. PACHECO. T. 1986. Comportamiento del trasplante de raíz desnuda de la regeneración natural de quinilla (*Chrysophyllum pricurii* A.D.C – Sopotaccie) en Puerto Almendras, Iquitos. Tesis. Facultad de Ingeniería Forestal – UNAP – Iquitos – Perú. 127 p.
23. PAZ, J. 1996. Arborización en áreas urbano marginales en la ciudad de Chiclayo. Trabajo Profesional, Facultad de Ingeniería Forestal Iquitos – Perú.
24. PEREZ, G. 1986. Efectos de aplicación de N.P.K. en el crecimiento de marupa. Tesis UNAP, Facultad de Ingeniería Forestal, Iquitos – Perú.
25. PEZO, C. 1988. Determinación del patrón de la calidad de plantas de simarouba amara aubal (*Marupa*) para plantación definitiva en el vivero "Varillal" – Iquitos 60p.

26. QUEVEDO, A. 1995. *Hypsiphylia* en cedro y caoba, reforestación en Ucayali, Ministerio de agricultura. Revista del comité de reforestación N° 1 Pucallpa – Perú.
27. RAMIREZ, W. 1986. Comportamiento de las especies *cedrelinga catenaeformis* decke, *cedrela odorata* 1. *Chorisia integrifolia* ulbr. Al transplante a raíz desnuda bajo ambiente diferente Valle Palcazu Tesis UNAP. 51 P.
28. RIOS O. 1995. Humus de lombricultura, reforestación en Ucayali. Ministerio de Agricultura. Revista del comité de reforestación n° 1 Pucallpa – Perú.
29. ROMERO R. 1986. Guía práctica para la elaboración de planes de manejo forestal de bosques húmedos tropicales, proyecto. PNUD-FAO-PER-81.
30. SCHUBERT, G. H. Reforestación práctica coníferas en california, División Forestal, Sacramento, California, EE.UU 359 p.
31. SPURR, H. BARNES, V. 1973. Forest biology. The Ronald Press Company. New York
32. STRABURGER, E. 1994. Tratado de botánica, 8° edición OMEGA S.A .Barcelona España 1070 p.

33. TELLO, R 1984. Comportamiento del trasplante a raíz desnuda de Cedrela Odorata (cedro), bajo diferentes tratamientos en Iquitos – Tesis – UNAP – Iquitos 64 p.
34. TELLO, R. Y DAVILA S. 1991. Impacto de las actividades agropecuarias en los bosques CIEFOR – Puerto Almendras UNAP, Facultad de Ingeniería Forestal.
35. THEODORE, W. et. all. 1989, Principios de Silvicultura Segunda Edición Mexico. 492 p.
36. WATTERS, R. 1990. La agricultura migratoria en el Perú. Centro de Documentación y Publicaciones del IFLAIC. Venezuela, Caracas. 32 p.

# **ANEXOS**

**Cuadro 14: Tratamiento, Distribución en las Fajas y Cantidad de Plantones Prendidos en cada uno de ellas.**

Faja Trat.	Plantas Prendidos	Faja Trat.	Plantas Prendidos	Faja Trat.	Plantas Prendidos	Faja Trat.	Plantas Prendidos
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	6	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	8
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	9	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	8	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	5	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	7	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	5	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	6	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	4
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	7
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	8
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	7	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	7
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	4	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	8
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	8
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	5	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	7	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	7	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	10	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	7	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	7	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	9
	<b>163</b>		<b>129</b>		<b>157</b>		<b>155</b>

**Cuadro 15: Fajas Ordenadas Numéricamente y Cantidad de Plantones Prendidos en cada una de ellas (cada faja es una repetición)**

Faja		Faja		Faja		Faja	
Trat.	Prendido	Trat.	Prendido	Trat.	Prendido	Trat.	Prendido
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	10	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	8
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	9
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	6	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	10
a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	7	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	5	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	10
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	5	a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	9	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	5
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	6	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	8
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	9	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	7	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	8	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	8	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	4	a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	10
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	10
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	9	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	7	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	7	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	9	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	8	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	4
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	10	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	8	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	7
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	10	a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	7	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	9
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	10	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	8	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	7
	<b>164</b>		<b>151</b>		<b>138</b>		<b>151</b>

**Cuadro 16: Plantones Prendidos en cada Faja y en cada Tratamiento**

Trat.	Faja	Plantones prendidas	Faja	Plantones prendidas	Faja	Plantones prendidas	Total Plantones Prendidos / Tratamiento
a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	20	9	70	7	72	7	23
a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	24	5	62	5	69	4	14
a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	23	5	38	8	46	7	20
a <sub>0</sub> b <sub>3</sub>	4	8	26	9	37	4	21
a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	11	8	15	7	56	9	24
A <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	19	9	21	7	30	8	24
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	13	9	39	10	41	8	27
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	12	9	40	7	61	10	26
a <sub>2</sub> b <sub>0</sub>	14	10	43	10	59	10	30
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	10	9	52	8	68	5	22
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	36	10	55	8	58	10	28
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	2	10	51	8	64	10	28
a <sub>3</sub> b <sub>0</sub>	7	9	16	10	42	10	29
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1	10	63	8	67	10	28
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	22	9	31	9	53	7	25
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	47	8	65	9	71	9	26
a <sub>4</sub> b <sub>0</sub>	25	10	32	9	49	9	28
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	44	8	45	7	48	4	19
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	8	10	33	9	57	10	29
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	50	7	54	8	60	10	25
a <sub>5</sub> b <sub>0</sub>	5	10	9	9	66	10	29
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	3	6	18	10	27	6	22
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	29	10	34	10	35	8	28
a <sub>5</sub> b <sub>3</sub>	6	10	17	10	28	9	29
		<b>208</b>		<b>202</b>		<b>194</b>	<b>604</b>

$\Sigma = 604$       83.9% Prendimiento

**Cuadro 17: Resultados Plantas Prendidas por Tratamiento a los 53 días**

Factor	Niveles	A					
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>
B	b <sub>0</sub>	23	24	30	29	28	29
	b <sub>1</sub>	14	24	22	28	19	22
	b <sub>2</sub>	20	27	28	25	29	28
	b <sub>3</sub>	21	26	28	26	25	29

San Lorenzo, 18 de Mayo del 2000

720 Plantas

720 \_\_\_\_\_ 100%

604 \_\_\_\_\_ X

X = 83.9%

**FOTO 1: ACCIÓN DE CERNIR LA TIERRA QUE DEJA LA CRECIENTE DEL RÍO**



Se tuvo que cernir la tierra, porque, al sedimentar el agua de la alagación siempre quedan guijarros juntamente con el limo.

**FOTO 2: PLÁNTULAS DE ÁGUANO MOMENTOS PREVIOS A SER EXTRAÍDOS PARA LA PLANTACIÓN EN FAJAS BAJO COBERTURA**



**FOTO 3: MUESTRA UNA PLÁNTULA CON LA RAÍZ PODADA.**



**FOTO 4:    PODADA DEL TALLO.**



**FOTO 5: MUESTRAN LA SECUENCIA DE AGRUPACIÓN EN PORCIONES DE 100 PLÁNTULAS Y LA FORMA DE TRANSPORTE DE LOS MISMOS.**

**a) Muestra el empaquetamiento de 100 plántulas de águano**



**b) Plántulas en pleno embolsado.**



**c) Plántulas embolsadas.**



**d) Transportes de plántulas al lugar del almacenamiento y plantación.**



**FOTO 6: CONSTRUCCIÓN DE TROCHAS Y SEMBRADO.**

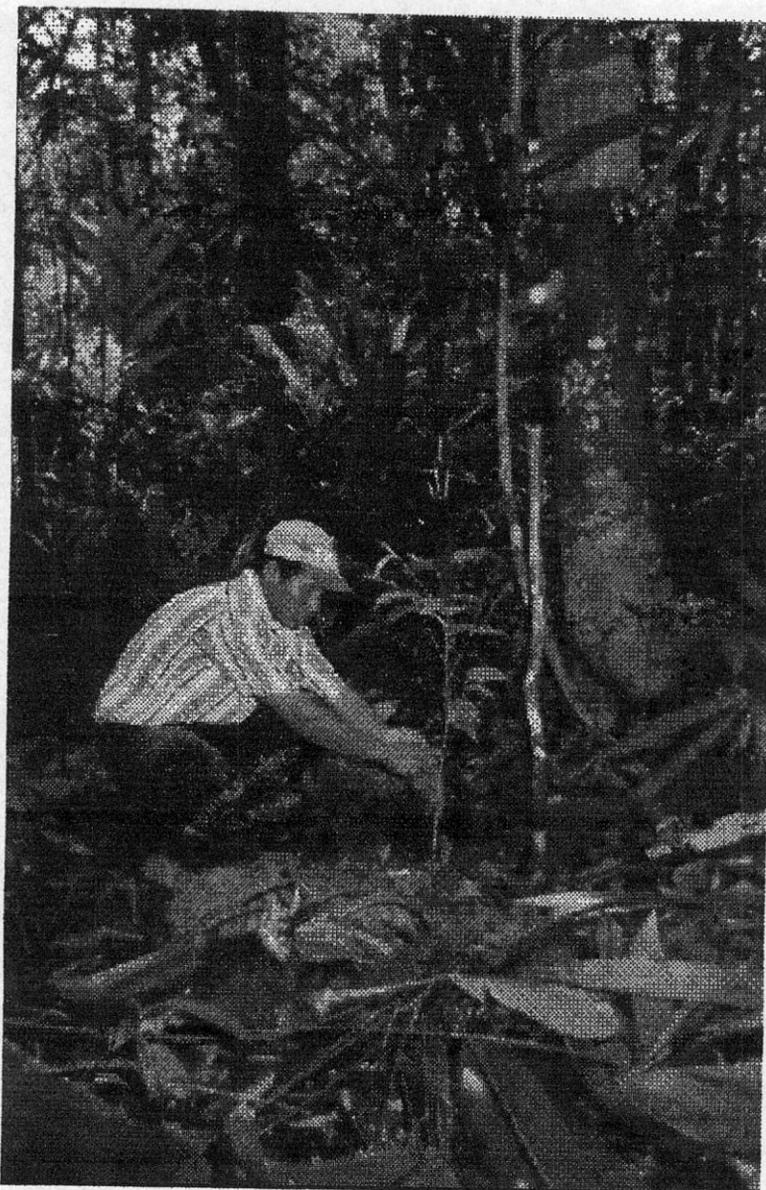
**a) Jaloneo y construcción de trochas.**



**b) Construcción de hoyos en la trocha.**



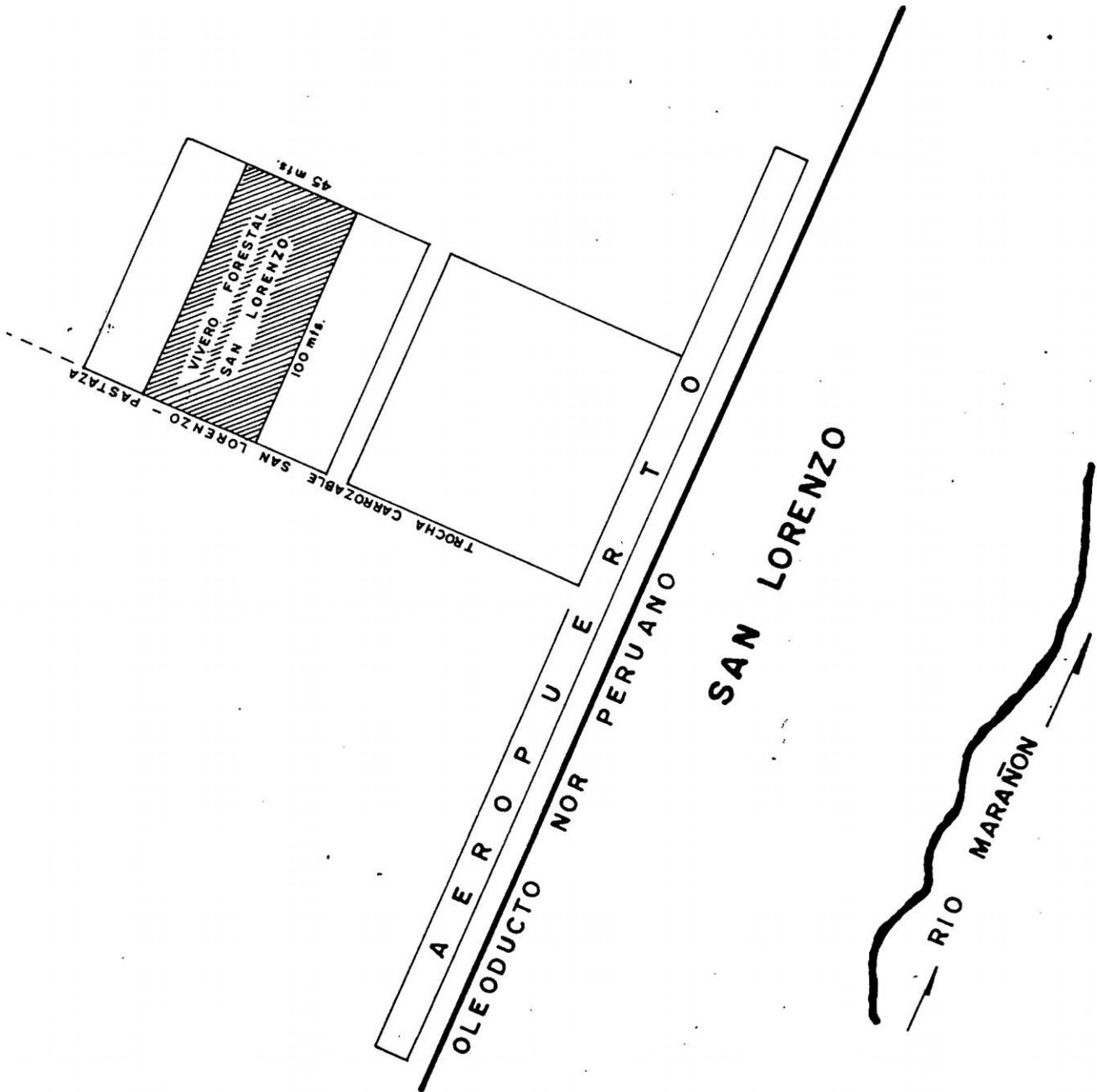
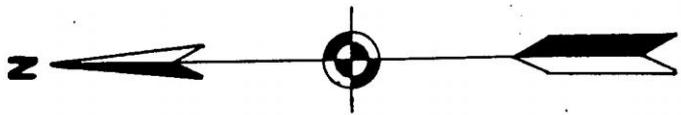
**c) Sembrado de Plántula en el hoyo.**



**d) Plántulas Sembradas**



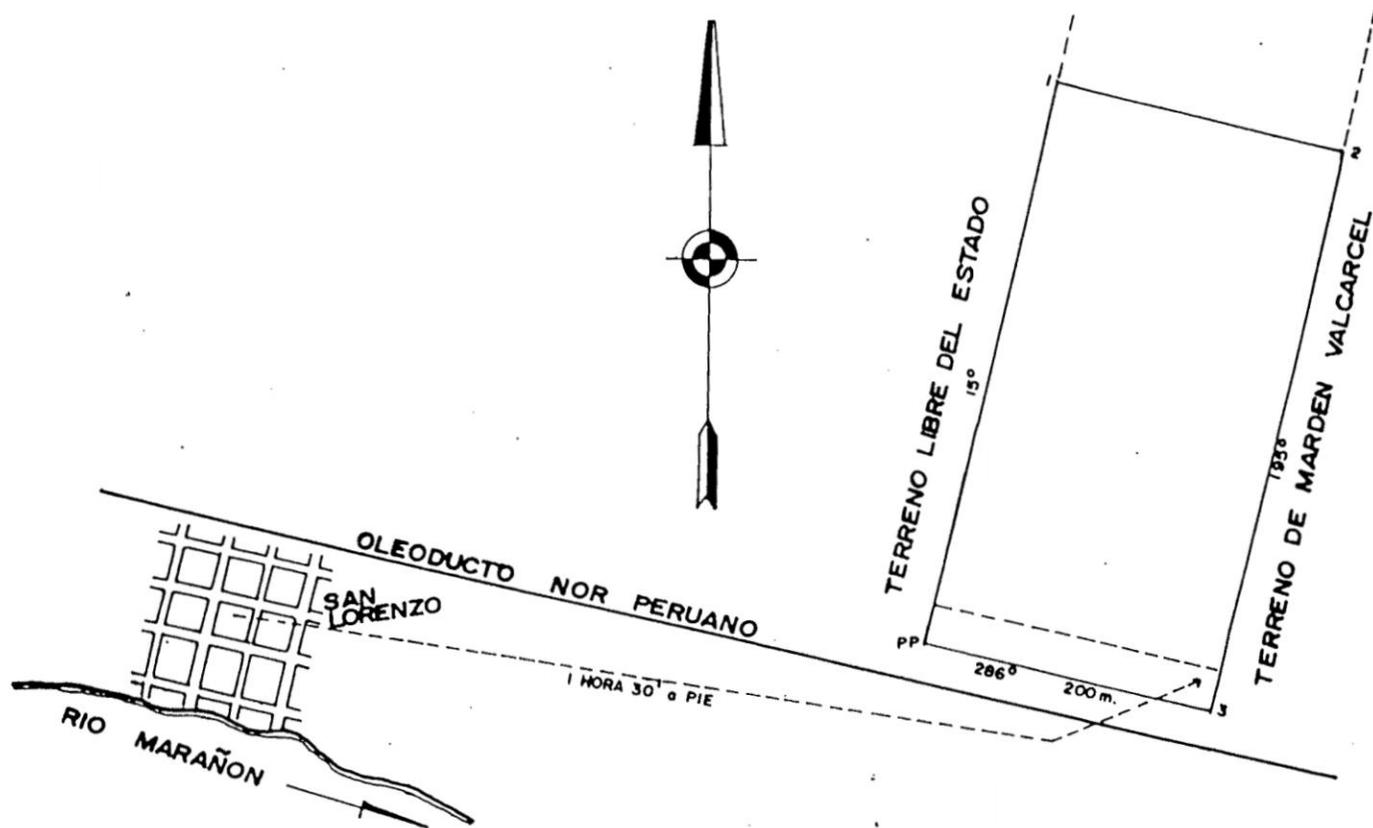
**En este caso se muestra la plántula normal ( $b_0$ )**



**PLANO DE UBICACION DEL VIVERO FORESTAL SAN LORENZO**

**UBICACION**

DISTRITO : BARRANCA    PROVINCIA: ALTO AMAZONAS    REGION: LORETO  
SUPERFICIE: 00HAS. 4,800 M2    PERIMETRO: 290 M L.  
ESCALA: 1 / 2,500    FECHA: SETIEMBRE 2,000



**PLANO DE UBICACION DE LA PARCELA  
EXPERIMENTAL EN REFORESTACION**

UBICACION  
 DISTRITO: BARRANCA    PROVINCIA: ALTO AMAZONAS    REGION: LORETO  
 SUPERFICIE: 7 HAS.    2,000 M<sup>2</sup>    PERIMETRO: 1,120 ML.  
 ESCALA: 1 / 5,000    FECHA: SETIEMBRE 2,000