

76-5

CORPORACION AUTOMA REGIONAL DEL CAUCA

ENSAYOS DE FERTILIZACION DE PLANTACIONES

FORESTALES SOBRE SUELOS DE DIABASA

HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO CALI

VALLE COLOMBIA

BUGA 1975

**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
CVC**

**DEPARTAMENTO AGROPECUARIO  
SECCION RECURSOS NATURALES  
PROYECTO ENSAYOS FORESTALES**

**CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
BIBLIOTECA**

**ENSAYOS DE FERTILIZACION  
EN PLANTACIONES FORESTALES  
SOBRE SUELOS DE DIABASA  
HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO CALI  
VALLE-COLOMBIA**

**INFORME CVC No. 76-5**

**Dr. Francisco Castaño N.  
Ing. Forestal U.D.  
Jefe del Proyecto**

**Buga-1975**

## I. INTRODUCCION

En el territorio Colombiano existen extensas áreas que por su topografía, bajo potencial agrícola y favorables condiciones ecológicas, solo deben emplearse en reforestación.

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC), consciente de la importancia de las plantaciones forestales en el ordenamiento de las cuencas sobre las cuales tiene jurisdicción, proyecta fomentar reforestaciones industriales en 40.000 has. de terrenos con vocación forestal, durante los próximos diez años.

Como paso preliminar y atendiendo a la necesidad de efectuar investigaciones que permitan conocer las especies más indicadas para los futuros programas de reforestación ha emprendido, a partir de 1.962, un ensayo de reforestación en la Cuenca Hidrográfica del Rio Cali con pequeños rodales de eucaliptos, cipreses y pinos. Los rodales vienen siendo observados periódicamente con el fin de determinar el grado de adaptación de estas especies exóticas a los factores del sitio.

De las observaciones hasta ahora efectuadas, la apariencia en el desarrollo de las plantaciones es la más notoria. El hecho de que las plantaciones se desarrollen bien durante sus primeros años y luego presenten en su follaje un color amarillo, posteriormente muerte descendente a partir de las yemas terminales, permiten deducir que existe un factor limitante del crecimiento de estas plantaciones, aparentemente relacionado con un suministro deficiente de nutrientes del suelo.

La clorosis presentada en el follaje del ciprés es posible<sub>mente</sub> síntoma de una deficiencia nutricional (34). La naturaleza del suelo, diabasa con presencia de ceniza volcánica, hace pensar en una fijación del fósforo, (5). Por otra parte, análisis químicos del suelo y del follaje, han demostrado una ausencia del boro, (10, 28).

Con el fin de suplir estas deficiencias nutricionales, la CVC ha creído justificable emprender, en algunas plantaciones de la Hoya del Rio Cali y por medio de parcelas experimentales, un ensayo de fertilización en el campo con los siguientes objetivos específicos:

- 1°. Determinar los elementos nutricionales que limitan el crecimiento de las especies exóticas plantadas en la Cuenca.
- 2°. Averiguar cuál o cuáles fertilizantes, aplicados en varios tratamientos, permiten prevenir la muerte descendente o "Die-back".
- 3°. Comparar la respuesta de las especies a las distintas aplicaciones de fertilizantes, según su efecto en el crecimiento y en la apariencia de las plantas.
- 4°. Establecer una metodología que sirva de guía práctica en futuros ensayos de fertilización en plantaciones forestales del Valle del Cauca.

Los trabajos de campo realizados en el presente estudio han sido ejecutados bajo los auspicios de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, a través del programa de Investigación Forestal de la Sección de Recursos Naturales, con el siguiente personal:

Supervisores, Jorge Forero I.F. (Administrador Cuenca), Alirio Ospina I.F. y Alvaro Corredor I.F. (Investigación Forestal).

Asesoría, Dr. Heino Von Christen (Misión Técnica Alemana).

Trabajos de campo, Señores Fabio Soto (Experto Forestal), Alfredo Valencia (Guardabosque); Juan Higueta, Pablo Emilio Ponce y Rubén Solarte (Vaqueanos).

Fecha de iniciación: Enero de 1.971

Duración probable: 5 años.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1 GENERALIDADES SOBRE LA REGION.

#### 2.1.1 Situación geográfica.

La Cuenca Hidrográfica del Rio Cali se encuentra - ubicada sobre la Cordillera Occidental; Departamento del Valle del Cauca; Municipio de Cali, al Suroeste de la Ciudad de Cali, y aproximadamente entre las cordenadas 1.041 E y 1.050 E. de longitud y - 864 N y 878 N de latitud, con alturas que oscilan . entre los 1.080 y los 3.850 m.s.n.m., (Ver Mapa 1).

#### 2.1.2 Area y localización.

La Hoya Hidrográfica tiene una área total de 12.300 has. (123 Km<sup>2</sup>) y se encuentra limitada así: por el Norte es una línea que en dirección Noroeste sale de Cali en tres esquinas, pasa por el Cerro de - las tres cruces y las inspecciones de policía de Go londrinas y la Paz hasta encontrar el eje de la Cor dillera; por el Suroeste, el límite es el divorcio de aguas entre los rios Pance y Jamundí; por el O-- ccidente es el divorcio de aguas del Valle del Cauca y la Vertiente del Pacífico y por el Oriente es el piedemonte del Valle geográfico del Rio Cauca, (5), (Ver mapa 6).

#### 2.1.3 Relieve.

La Cuenca está ubicada en la Zona del Alto Cauca, - flanco occidental, caracterizándose por un relieve quebrado, con topografías suaves y moderadas hasta fuertemente escarpadas.

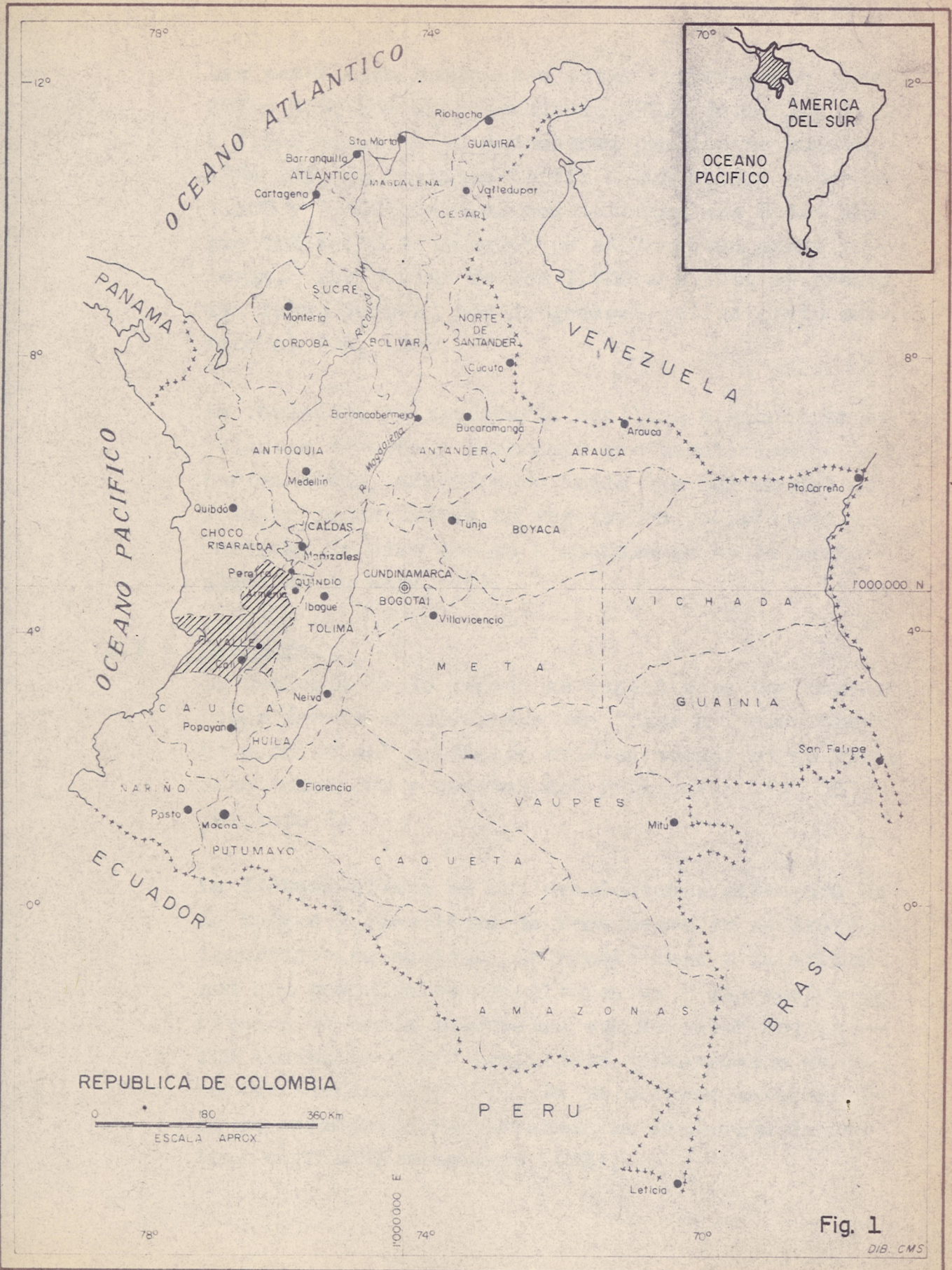


Fig. 1

DIB. CMS

Las pendientes dominantes están comprendidas entre 20% y 50%, con un promedio de 39%. Entre los 1.000 y 1.500 m.s.n.m. se encuentran pendientes suaves, -- 12% a 25%, de longitud corta; a una altura entre -- 1.500 y 1.900 m.s.n.m. son notorias las fajas en -- tre 40% a 70% de pendientes de longitud media y -- larga. Por encima de los 1.800 m.s.n.m. se presen -- tan fajas largas, por lo general con un grado supe -- rior al 70%, (28).

La variación en topografía conlleva a encontrar co -- rrientes de agua y quebradas que descienden de las partes altas, arrastrando hacia las partes medias, y bajas desprovistas de vegetación, considerable -- cantidad de piso que va a acumularse en la parte -- plana de la Hoya, (5).

#### 2.1.4 Geología.

La geología de la región se caracteriza por poseer rocas ígneas efusivas que dan lugar a formaciones de diabasa del cretáceo; existen además otras rocas como tonalitas y dacitas del terciario, (4, 16), ver mapa 2.

La diabasa aflora en una considerable extensión de la Cuenca y constituye la roca madre de un grupo -- importante de suelos. La plagioclasa y la augita son sus principales constituyentes y los suelos de -- rivados de estos materiales son de color rojizo -- con tendencia a ser arcillosos, plásticos y de ca -- rácter básico, (9, 16). En la diabasa meteoriza -- da es característico observar la formación de cos -- tras negras de manganeso, (28).





### 2.1.5 Suelos.

La mayor parte de los suelos son desarrollados de rocas ígneas básicas no diferenciadas, arcillas, a reniscas y conglomerados, (4). Ver mapa 3.

Los suelos presentan una gran similitud desde el punto de vista de su formación por cuanto que sus factores dinámicos han sido comunes (material parental, clima, vegetación, tiempo, etc.), (16).

El desarrollo de estos suelos es variable según la zona climática y las condiciones de pendiente en que se encuentran, pudiéndose decir que su grado de desarrollo está en relación inversa al grado de su pendiente, (16).

Por lo general los suelos provenientes de diabasa y diorita cuarzosa presentan texturas franco arcillosas y franco arcillosa a arcillosa arenosa, con profundidades efectivas superficiales a moderadamente profundas, según el sitio y con una capa de ceniza volcánica en su parte superior, (4).

Se presentan colores pardo oscuros, amarillos rojizos y rojos, según el grado de meteorización de los suelos y de las condiciones climáticas, (16).

La precipitación juega un papel muy importante en la formación del suelo. La lixiviación y meteorización más fuerte se encuentra en la zona media al ta de la Cuenca. En la mayoría de los suelos de estos sitios muy poca agua penetra en ellos y sola mente en las épocas lluviosas las capas inferiores

1040 E

1045 E

1050 E

1055 E

1060 E

865 N

870 N

875 N

880 N



CONVENCIONES

- AND Anguchas quebrado bien drenado con erosión ligera.
- ANde Anguchas fuertemente quebrado, bien drenado con erosión ligera.
- ANef Anguchas fuertemente quebrado o escarpado, bien o muy bien drenado.
- ANf Anguchas escarpado muy bien drenado
- PMcd Palermo ondulado o quebrado moderadamente o bien drenado con erosión ligera.
- PMd Palermo quebrado bien drenado con erosión ligera.
- PMe Palermo fuertemente quebrado, bien drenado, con erosión ligera o moderada.
- MRef Tierras misceláneas, fuertemente quebrados o escarpados, muy bien drenados con erosión severa (litosuelos)
- Area sin estudio

ESCALA 1:80,000



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
DPTO. AGROPECUARIO SECCION RENATURALES

PROYECTO PARA EL MANEJO  
DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI

MAPA DE SUELOS

se humedecen, (4), Los suelos amarillos son característicos de zonas secas y los rojos de zonas húmedas con fuerte meteorización, (16).

Revelo (28), resume las características químicas y aspectos de fertilidad de los suelos del área así:

1. Los suelos son desbasificados por tener poco calcio, magnesio y potasio, al igual que fósforo y sodio.
2. Existe una diferencia notable de microelementos debido al boro y al cobalto. El contenido de cobre es bajo. El manganeso y el hierro son normales. Solo, en una zona reducida del área el zinc es bajo.
3. El pH varía entre 4.8 y 5.4.
4. La acidez de los suelos se debe a los altos contenidos de aluminio cambiabile.
5. La capacidad catiónica de cambio es alta.
6. Para desplazar el aluminio basta aplicar una tonelada de cal por ha., pero para modificar la acidez se requiere de 3 toneladas de cal por ha.
7. La fertilidad de los suelos en general es baja.

La no respuesta positiva a la aplicación de nutrientes, excepto al boro, deja en claro la difícil condición en estas tierras a una explotación racional y una mejor utilización deberá estar ceñida, antes que todo, a prácticas de conservación de suelos y a una fertilización bien dirigida.



En la parte baja hacia la planicie, la vegetación predominante es: rabo de zorro (Andropogón sp.), helechos (Gleichea niacea), escasos árboles de pa tegallina (Didymopanax sp.), espadero (Rapanea - sp.) y otros, que caracterizan al bosque húmedo - sub-tropical, alterado bruscamente por las que - mas.

A medida que se asciende aumenta la humedad y aparecen algunos cultivos como café, plátano, yuca, maíz y árboles como balsa (Ochroma lagopus), carbonero (Calliandra pittieri), Guamo (Inga densiflora), Cascarillo (Landenbergia sp.), Mortiño (Miconia caudata). La humedad relativa de esta región es alta, fenómeno que al disminuir la evaporotranspiración aumenta la eficiencia de la lluvia caída, de aquí que se halle una pequeña faja de bosque muy húmedo sub-tropical a unos 1.800 m.s.n.m.

Sobre los 1.900 m.s.n.m., aparece el bosque muy húmedo montano bajo, en unas tierras montañosas y escarpadas con rastrojos, potreros y bosques entresecados, comunmente nublados; se encuentran especies como el Drago (Croton sp.), Lulo (Solanum sp.), Cascarillo, Casate (Vismia baccifera), Encenillo (Weimania balbisiana), Cedrillo (Brunellia comoclaeifolia), Cedro (Cedrela sp.), yarumo blanco (Cecropia sp.), Guamos, Helechos, Roble (Quercus sp.) y otros. Estas montañas reciben influencia de los vientos húmedos del pacífico que dejan en ellas parte de su humedad y de ahí la importancia de esta Cuenca como generadora de agua para la Ciudad de Cali, (28).

### 2.1.8 Hidrología.

La Cuenca presenta una forma espatulada, (15). El sistema hidrológico está integrado por una ex tensa red de rios, quebradas y arroyos que con - tribuyen a la formación de varias sub-cuencas, cu yos caudales en conjunto crean el Rio Cali. Este es aprovechado por el acueducto de la Ciudad.

El rio con sus tributarios cubre una extensión - de 12.300 has., sometidas a un laboreo antitécni - co que conlleva, entre otros factores, a la per - dida por arrastre de la capa fértil del suelo, - lo que produce una disminución de la calidad de sus aguas.

A lo largo de su recorrido (18.6 Kms.) recibe el rio 48 afluentes entre quebradas y arroyos de - corto recorrido y en consecuencia de poco caudal, (4).

### 2.1.9 Uso actual de la tierra.

En la Cuenca, se presentan siembras sucesivas an titécnicas de cultivos que ocasionan erosión es - timuladas por la excesiva pendiente lo que ha em pobrecido el suelo.

El 62.6% del área está cubierta de bosques natu - rales y rastrojos altos (7.700 has.), según des - cripción que del uso actual de la tierra, hace - Forero (15), en su plan de Manejo y Desarrollo de la Cuenca. Los pastos, pajonales y rastrojos ba jos ocupan el 31.2% del área (3.839 has.); los - cultivos el 4.4% (546 has.); bosques artificia - les 1.6% (195 has.) y los afloramientos rocosos

0.2% (20 has.). Mapa 5. .

En cuanto a los bosques artificiales, las 195 has. reforestadas se han hecho principalmente con base en ciprés, siendo estas plantaciones de las mejores del país, a pesar de las dificultades que han tenido que afrontar, (15).

2.1.10 Vías de comunicación.

Además de una vía principal que une los corregimientos de Pichindé, Felidia y el Saladito, la Hoya se encuentra surcada por numerosas vías secundarias de comunicación.



1040.000 E

860.000 N

865.000 N

870.000 N

875.000 N

VERTIENTE DEL PACIFICO.

1045.000 E

1050.000 E

1055.000 E

1060.000 E





— — — — — Divorcio de Aguas

Escala: 1:80.000 Aprox

**CVC** CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
DPTO. AGROPECUARIO - SECCION RECURSOS NATURALES

CUENCAS DE LOS RIOS AGUACATAL  
CALI - MELENDEZ - PANCE  
AREA DEL PROYECTO

|                   |                      |                |           |          |
|-------------------|----------------------|----------------|-----------|----------|
| FECHA<br>Abr / 74 | PRESENTADO:<br>J.F.G | APROB<br>J.F.G | APROB CVC | FIG<br>2 |
|-------------------|----------------------|----------------|-----------|----------|

## 2.2 FUNDAMENTOS DE NUTRICION FORESTAL.

En el campo forestal el aspecto de la nutrición y fertilización no ha tenido la importancia requerida, a excepción de la dada en Europa, Japón y los Estados Unidos.

En general la información que se tiene es fragmentaria y sobretodo insatisfactoria. De las investigaciones hasta ahora realizadas, parte en el trópico, se han deducido algunos conceptos de la nutrición forestal en forma general pero todavía se adolece de conceptos específicos, especialmente con relación a los elementos menores.

### 2.2.1. Factores que afectan el crecimiento de las plantas.

Según Bear (2), los factores limitantes del crecimiento de las plantas son : climáticos, biológicos y edáficos. Tschinkel y Stone (31,32), están de acuerdo que tratándose de especies exóticas un cuarto factor limitante es el genético.

Por lo general los factores climáticos y biológicos actúan sobre extensiones geográficas relativamente amplias pero las variaciones del factor edáfico pueden incidir en distancias más cortas, (2). Es común observar un crecimiento inferior en los árboles de filos o pendientes fuertes en comparación con los de las hondonadas, posiblemente debido a un drenaje deficiente o a un suministro inadecuado de nutrientes por parte del suelo, (34).

El grupo de factores edafológicos comprende to -

das aquellas propiedades físicas y químicas, como también las biológicas y los procesos desarrollados en él, ((2)).

Los efectos genéticos probablemente son debidos al hecho de que los ecosistemas tiene la capacidad de seleccionar especies vegetales, influyendo (por ejemplo con factores químicos) en la adaptación de los individuos cuando se dan a una competencia en un ambiente no original. La sensibilidad de una especie o individuo a deficiencias o excesos moderados de nutrientes, obviamente lo obstaculizan en la competición con especies más tolerantes. De este modo se puede suponer que la vegetación nativa para una determinada área del suelo debe consistir de especies y genotipos adaptados a la predominancia química del medio ambiente. Posiblemente esta vegetación, cuando joven, no era genotipo nativo pudiendo ser que los sitios que ocupan sean muy diferentes de los sitios padres y que su actual existencia se deba a unas adaptaciones específicas a las nuevas propiedades químicas del sitio, (32).

Los países de procedencia de las especies exóticas también juegan un papel muy importante, especialmente para Colombia, donde varían tan frecuentemente los factores edafológicos, (38).

### 2.2.2 Elementos esenciales de las plantas.

De acuerdo con Bear (2), se conocen 16 elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. De estos C, H, y O se obtienen primordialmente -

del aire y del agua. Los 13 elementos restantes proceden de los minerales del suelo y de la materia orgánica, los cuales son absorbidos en forma de iones por parte de las raíces. Cada uno de ellos es requerido en cantidades muy diferentes - por lo que se denominan macroelementos a aquellos absorbidos en mayor cantidad (N, P, K, Ca, Mg, S) y microelementos a los absorbidos en cantidades - ínfimas (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl).

Los árboles tienen una cierta capacidad de extraer los nutrientes en cierta proporción según sus demandas fisiológicas, (11). Por otra parte, el contenido total de cualquiera de los elementos derivados del suelo es proporcional a la cantidad - en que resultan asequibles a la planta en forma - soluble, (2). En el Cuadro 1, se presentan los elementos esenciales para las plantas, su concentración frecuente en los suelos y en los árboles.

### 2.2.3 Los microelementos en la nutrición de árboles forestales.

La literatura sobre nutrición forestal se refiere casi exclusivamente a los elementos mayores por - constituir estos el 99.0% del residuo seco del - vegetal y porque hasta hace poco se le había da - do poca importancia a los elementos menores que - constituyen el 1% restante. Hoy en día se sabe - que estos elementos son esenciales en los proce - sos metabólicos y que su ausencia en el suelo es un factor limitante del crecimiento de la vegetación, especialmente en el bosque tropical húmedo.

CUADRO N° 1

ELEMENTOS ESENCIALES PARA LAS PLANTAS

| ELEMENTO | PESO ATOMICO | CONCENTRACION FRECUENTE EN LOS SUELOS A BASE DE MATERIA SECA ‰   | FORMA IONICA EN LA CUAL ES ABSORBIDA          | CONCENTRACION FRECUENTE EN PLANTAS A BASE DE MATERIA SECA ‰       |
|----------|--------------|--|---|---|
| N        | 14           | 0.3 - 3  | $\text{NO}_3^-$                               | 5 - 50  |
| P        | 31           | 0.1 - 1  | $\text{H}_2\text{PO}_4^+$                     | 1 - 5   |
| S        | 32.1         | 0.1 - 1  | $\text{SO}_4^{2-}$                            | 0.5 - 5   |
| K        | 39.1         | 2 - 30   | $\text{K}^+$                                  | 5 - 50  |
| Ca       | 40.1         | 2 - 15   | $\text{Ca}^{2+}$                              | 0.5 - 50  |
| Mg       | 24.3         | 1 - 10   | $\text{Mg}^{2+}$                              | 1 - 10  |
|          |              | CONCENTRACION FRECUENTE EN LOS SUELOS A BASE DE MATERIA SECA ppm |   | CONCENTRACION FRECUENTE EN LAS PLANTAS A BASE DE MATERIA SECA ppm |
| Fe       | 55.9         | 5000 - 4000  | $\text{Fe}^{2+}$<br>Fe (quelatado)            | 50 - 1000   |
| Mn       | 54.9         | 200 - 4000   | $\text{Mn}^{2+}$<br>Mn (quelatado)            | 20 - 200  |
| Zn       | 65.4         | 10 - 300   | Zn<br>Zn (quelatado)                          | 10 - 100  |
| Cu       | 63.5         | 5 - 100  | $\text{Cu}^{2+}$<br>Cu (quelatado)            | 2 - 20  |
| CL       | 35.5         | 50 - 1000  | $\text{CL}^-$                                 | 200 - 10.000  |
| B        | 10.8         | 5 - 100 (Ø 15)   | $\text{H}_2\text{BO}_3^-$<br>$\text{HBO}_3^-$ | 2 - 100   |
| Mo       | 95.9         | 0.5 - 5  | $\text{MoO}_4^{2-}$                           | 0.2 - 10  |

Ø = Promedio

Tomado de ZOTTL, H. W.

Nutricion Forestal.

Universidad Nacional. Medellin 1971

Aunque la cantidad de microelementos, requeridos por los sitios forestales, es realmente mínima -- no obstante se desconoce su valor nutricional -- con exactitud, al parecer de Stone (31). Los valores que se tienen sobre las pequeñas magnitudes requeridas por los árboles forestales se han estimado en base de los valores obtenidos en muestras foliares, (32).

Hasta el momento no se han conocido deficiencias de micronutrientes en los bosques naturales y parece que el problema está restringido a aquellas zonas degradadas y que se han querido recuperar con la promoción de plantaciones. Esto se debe a que el ecosistema forestal posee una reserva -- de nutrientes pero que la explotación a fondo -- del suelo (Agricultura de subsistencia) la han -- minimizado e incluso suprimido, (31).

#### 2.2.4 Deficiencias de Boro.

De todas las deficiencias micronutricionales la del boro parece ser la más común y aunque ha llamado la atención, no está con todo bien documentada, (22).

Wittstein y Apoiger (1.857), fueron los primeros en encontrar huellas de boro en las plantas y en 1.895 Jay encontró que el boro está universalmente distribuido en el reino vegetal. Inicialmente se consideró el boro como un estimulante, hoy en día se sabe que es un elemento esencial en -- las plantas, al igual que los otros elementos mayores, (22).

### 2.2.5 Efectos fisiológicos del boro.

Slack y Whittigton citados por Jones (7), sugieren que el boro está relacionado con la unión de las paredes celulares. Collings (8), relaciona este elemento con la traslocación de azúcares -- sin los cuales no hay respiración ni formación de carbohidratos. También lo relacionan con la síntesis de las proteínas, elongación celular, con el comportamiento del sistema meristemático y posiblemente con la síntesis de Pectin, (1, 7, 8, 30, 31). Trabajos realizados por Cooling (7), indican que la necesidad del boro en la reproducción está relacionado por su efecto en el metabolismo del ácido nucleico. Aparentemente y de acuerdo con Stone (31), el boro no es removido con la planta. Una vez usado es soltado por descomposición.

### 2.2.6 Síntomas visuales de la deficiencia del boro.

El problema del efecto de la deficiencia del boro se ha abordado, en general, a través de estudios morfológicos e histológicos que han llevado a varios investigadores (3, 31, 34, 30) a anotar las siguientes características : demora en el desarrollo; muerte descendente de los puntos de crecimiento, necrosis de las ramas, distorsión y -- clorosis en las hojas o agujas, reducción del número de flores; peciolos y tallos que demuestran hendiduras y necrosis con manchas, depósitos de gomas o flujo de resinas en los entretejidos, -- manchas carmelitas en el interior de la corteza. Para Pieter Van Goor (31), la forma ondulada de la rama terminal o de otras partes del tallo --



también son síntomas de deficiencia de boro.

La deficiencia posible de boro en las plantaciones del Rio Cali (V), se presenta formando árboles achaparrados, ramas onduladas a entorchadas (las hojas superiores se retuercen y deforman, angostándose la yema terminal). Secamiento de las yemas terminales, y gomosis en todo el follaje, en general, (38).

El factor dominante, en los síntomas de deficiencia de boro, es la muerte del tejido meristemático, (31).

Stone (31, 32), reporta deficiencias de boro en Pinus grevillea y Eucaliptus sp. en Kenya al Suroeste de la India; en pinos plantados en Nueva Zelandia, Australia, Madagaácar y Brasil. Jones (7), hace referencia de casos similares en plantaciones de Pinus patula, Pinus radiata, Pinus taeda, Grevillea robusta, Eucalyptus sp. y otras especies de madera dura al Este y parte Central de Africa. Sin embargo estas deficiencias no han sido encontradas en bosques naturales, como tampoco en los primeros estados de las plantaciones.

#### 2.2.7 Concentración del elemento boro en las acículas.

El rango usual de concentración de boro en los tejidos de coníferas y hojosas en los primeros años es de 15-100 ppm. Cuando alcanzan su mayor tamaño la concentración es un poco más alta, (37).

Smith y Will citados por Jones (7), han encontrado en Nueva Zelandia y Tanzania una correlación entre muerte descendente del árbol (Die-back) y el contenido del boro foliar en Pinus pinaster. En ambos países los árboles afectados contenían menos que 8 ppm en tejidos enfermos, mientras que el contenido de hojas sanas fue de 8-16 ppm, en Nueva Zelandia y de 14-25 ppm en Tanzania.

Considerando los resultados de los análisis químicos en muestras foliares de Pinus elliottii y Pinus caribaeae en Brasil, Van Goor (31), admite que el nivel crítico de boro para pinos está alrededor de 10 ppm. En todas las muestras foliares cuyas acículas tenían cantidades de boro igual o <sup>inferior</sup> superior a 10 ppm, se observaron los -- síntomas descritos de deficiencia de boro.

El cuadro 2, da una idea de las concentraciones del elemento boro y otros elementos nutritivos, en especies de pinos, que corresponden a un suministro bueno y deficiente.

2.2.8 Criterio de deficiencia de Boro en los suelos,  
El contenido de boro en los suelos está afectado por orígenes geológicos, (6). Para Cooling (7), el área del mundo conocida con deficiencias de boro puede ser estimada en 7.7 millones de hectáreas.

Para el mismo autor, los suelos más comunes con deficiencias de boro son los siguientes:

CUADRO Nº 2

CONCENTRACION DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS EN ACICULAS DE ESPECIES DE PINO QUE CORRESPONDEN A UN SUMINISTRO BUENO Y DEFICIENTE

|                    | %       |           |         |         |         | ppm    |        |     |       |       |
|--------------------|---------|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|-----|-------|-------|
|                    | N       | P         | K       | Ca      | Mg      | Fe     | Mn     | Cu  | Zn    | B     |
| DEFICIENCIA FUERTE | 0.8     | 0.06      | 0.3     | 0.02    | 0.02    |        |        |     |       |       |
| DEFICIENCIA        | 1.2     | 0.09      | 0.45    | 0.03    | 0.05    | 30     | 4      | 2   | 5     | 10    |
| SUMINISTRO BUENO   | 1.5-2.2 | 0.13-0.18 | 0.6-1.2 | 0.1-0.5 | 0.1-0.2 | 45-200 | 20-800 | 4-6 | 10-80 | 15-35 |

Tomado de Zöttl, H. W. y Velasco, F. Estado nutritivo y crecimiento de diversas repoblaciones del género Pinus en España. An. Edaf. y Agrobiol. 25(5/6):249-268. 1.966.

1. Suelos de rocas ígneas ácidas y sedimentarias
2. Suelos ácidos de los que el contenido original ha sido removido por lixiviación.
3. Areas con contenido bajo de arcillas o micas.
4. Turba y estiércol ácido.
5. Suelos con limo libre, incluyendo algunos suelos ácidos después de ser fuertemente encalados.

Todo ejemplo reportado de deficiencias en plantaciones forestales concierne a arenas o suelos altamente lavados, (31). Para Tisdale, citado por Revelo (28), las mayores deficiencias de boro se encuentran en regiones húmedas donde los suelos son generalmente ácidos, por efecto de la lixiviación. En estas zonas el boro está relacionado con la materia orgánica y a mayor contenido de esta generalmente corresponde mayor cantidad de boro, ya que esta al oxidarse libera cantidades significativas del microelemento.

Suelos que han sufrido erosión y que actualmente poseen bajo contenido de materia orgánica o suelos que han sido sometidos a cultivos previos -- (especialmente pastos), son probablemente deficientes en el suministro de boro, (31).

En cuanto al pH del suelo, Tschinkel (35), ha notado que la solubilidad del boro disminuye a medida que el pH aumenta a niveles básicos. También nota correlación semejante entre la eficacia del boro del suelo y su textura, encaladura y fertilización con nitrogenados. Para Berger -

citado por Revelo (28), un encalado excesivo puede producir déficit de boro en las plantas; esto debido a que el calcio de alguna forma impide el paso del boro a la planta. Igual depresión produce el exceso K-Ca.

Dalta citado por Jones (7), encontró en la India una correlación muy significativa entre precipitación anual y contenido de boro soluble. Según Tschinkel (34), el suministro se reduce durante las épocas de sequía debido a una fijación del elemento por parte de las arcillas. En Brasil, - plantas jóvenes de Pinus elliottii, con síntomas de deficiencia, sufrieron un incremento notable de la enfermedad durante las estaciones secas -- pronunciadas, al parecer de Stone, (31).

Se ha encontrado también una variación en el contenido de boro, en las investigaciones realizadas en plantaciones de Pinus elliottii en Brasil. Las investigaciones realizadas demostraron que la saturación con bases del suelo y la cantidad de bases intercambiables, son determinantes de su crecimiento, lo que podría indicar, que con ciertas condiciones climáticas y limitadas cantidades de bases intercambiables en el suelo, habría una acentuada deficiencia de boro en una serie de lugares. Los problemas en estas zonas por deficiencias de esta índole son tan grandes que prácticamente queda descartada toda posibilidad de reforestación industrial con esta especie, (31).

Las variaciones en el contenido de boro obedecen también a efectos fisiográficos, como en Tanganika y Nueva Zelandia, donde las deficiencias en pinos fueron ligeras o ausentes en posiciones de los valles pero severas en pendientes superiores y en los filos de las cuchillas (7, 37). Tschinkel (35), reporta efectos similares en plantaciones de Cupressus lusitanica en Antioquia, Colombia.

El hecho de que algunas plantaciones de pinos sufran severamente durante algunos años de deficiencia pero que en años posteriores haya una espontánea recuperación, sugiere que sea debido al efecto del desplazamiento gradual de las raíces en los suelos que encuentran horizontes con diferentes concentraciones de boro, (31).

Cuando al suelo se le agregan soluciones de boro, parte del elemento se remueve por absorción o fijación. El exceso no se remueve tan fácilmente por lixiviación, como ocurre con los cloruros y sulfatos. La lixiviación ocurre más fácilmente en suelos de Textura liviana. La fijación aumenta con el pH y con el contenido de arcillas y parece, hasta cierto punto, ser independiente del contenido de humus, según criterio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (20).

#### 2.2.9 Consecuencias para el bosque de las deficiencias de Boro.

El pasto y otras monocotiledonias crecen bien a bajas concentraciones de boro en sus tejidos en

relación con las cotiledonias y probablemente -- que la mayor parte de las coníferas. Por esto -- la hierba tiene una gran ventaja en competición con arboreas sobre suelos deficientes, en las -- primeras etapas de crecimiento. Las plántulas, -- en estos suelos, sufren retardo del crecimiento en altura. Los suelos seleccionados por otras -- cualidades quedan reducidos ante esta deficien-- cia. Si no se corrige se puede asegurar la muer-- te de la especie, su mal desarrollo y un incre -- mento en la ramificación o proliferación de ye -- mas terminales. Además las especies son más sen -- sibles a las heladas, (31).

#### 2.2.10 Control de la deficiencia.

El control de la deficiencia, en suelos deficien-- tes se ha efectuado por aspersion foliar la cual desarrolla un pronto efecto y se usa con frecuen-- cia para diagnosis. Las aplicaciones al suelo -- probablemente son más fáciles pero de más tardio efecto, al parecer de Cooling, (7). Sin embargo para Pietrer Van Goor (31), las perspectivas pa-- ra corregir las deficiencias mediante este últi-- mo método no son muy buenas debido a la gran mo-- vilidad del elemento en el suelo.

Los principales abonos son en forma de quelatos como el borax (Borato de sodio con 11.3% de B), abono boratado (14.6% de B) y solubor (20.5% de B), (2).

Ocho kilogramos por hectárea (0.25% B) aplicados

por aspersión foliar fueron suficientes para eliminar el Die-back en Pinus radiata. Aplicaciones de 28 grm/ árbol de borax, aplicados en suelos de ceniza volcánica a Pinus radiata fueron inefectivos para esta especie pero obraron positivamente en Pinus patula, (7).

La aplicación del compuesto NPK y sodio boratado a Eucalyptus grandis creciendo sobre suelos lixiviados, al Sur-oeste de Zambia, produjo un buen crecimiento en la rata de incremento y en el vigor de las plantaciones. Los síntomas de Die-back desaparecieron. Los fustes fueron rectos en comparación con parcelas no fertilizadas. Hubo una fuerte florescencia en los años posteriores y mayor resistencia a las heladas. Las cantidades aplicadas por árbol fueron de 57 gramos de borato y 85 gramos de NPK, a la edad de 10 años, (7).

En una isla al sur de Nueva Zelandia, Stone y Will citados por Lange (22), atribuyeron la presencia de Die-back en las extremidades de plantas jóvenes de Pinus radiata y Pinus pinaster a una severa deficiencia de boro que fué corregida por aplicación de borax. El mismo autor reporta respuestas similares a la aplicación de boro, al Sur-oeste de Tanzania, en Pinus radiata. Para este caso se aplicaron 14.2 grms. de borax por árbol.

#### 2.2.11 Otras experiencias.

Smith citado por Lange (22), por investigaciones



con elementos trazas, confinadas a cultivos en macetas y en vivero, conceptuó que el Zn, Mn, - Cu, y probablemente el Mo. son esenciales para el Pinus radiata. El atribuye la decoloración de agujas del Pinus radiata a una deficiencia - de micronutrientes.

Plantaciones de Pinus radiata en Klein Gouna, - Africa del Sur, creciendo sobre suelos pobremente desarrollados, han sufrido de deficiencias de Magnesio (síntomas: aspecto del follaje clorótico, variando el color de ligeramente verde a amarillo y carmelito; bajo desarrollo y vigor de los árboles). Esparciendo en el suelo y alrededor de los árboles  $MnSO_4$ , en una razón de 18 -- Kg/0.4 has., se ha podido corregir la enfermedad y promover un mejor vigor en la plantación, (22)

En plantaciones de Cupressus lusitanica en el oriente Antioqueño (Colombia), creciendo sobre suelos de ceniza volcánica, se ha presentado una coloración anormal del follaje debido, posiblemente, a una fijación del fósforo. Ensayos de fertilización en macetas dieron una buena respuesta a la aplicación del fósforo en combinación con los elementos N, K, Mg, pero ninguna respuesta a cualquier combinación sin fósforo, (1). Posteriormente, ensayos de fertilización en los rodales por medio de parcelas de diagnóstico, mostraron que la aplicación de NP elimina la quemazón y aumenta el crecimiento de las ramas, (34, 35).

### 2.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DE DIABASA

Por la solidificación del magma sin cambios apreciables posteriores se han formado las rocas ígneas - (básicas o ácidas). Algunas de estas rocas, por enfriamiento rápido, han alcanzado a aflorar (rocas - extrusivas) permitiendo desarrollar, In Situ, muchos suelos como es el caso del Batolito de Antioquia o los grandes afloramientos de diabasa en la Cordillera Occidental, (6).

Las condiciones tropicales, altas temperaturas y fuertes precipitaciones, han permitido que estos suelos se encuentren en un estado muy avanzado de meteorización.

La hidrólisis de los silicatos (principal proceso de meteorización), han permitido que estos suelos se encuentren con ausencia de ácido sílico, de alcalis y alcalinoterreos, por lo cual el material original tiende a ser de un carácter marcadamente sesquioxídico, en otras palabras a ser más ferralítico que sialítico, sobre todo si se trata de rocas ígneas básicas. Sin embargo, algunas veces el producto de la meteorización es de tipo sialítico (caolínico), (26).

El carácter de las lluvias es de gran importancia para el desarrollo de estos suelos.

La lluvia cae en fuertes chaparrones causando erosión, principalmente en sitios donde la cubierta vegetal ha sido removida y eliminada como acción preliminar del cultivo, (26).

En estos sitios hay una tendencia a sucederse dos estaciones bien marcadas: una seca y otra húmeda (clima de monzón). En la estación húmeda la lixiviación produce el empobrecimiento de las bases y la formación de perfiles ácidos, con la consiguiente inestabilidad del complejo arcilla. En la estación seca, la alta temperatura produce una evaporación intensa y el suelo se seca rápidamente hasta una profundidad considerable. Al subir la humedad y evaporarse se presenta una precipitación de materiales de la solución, principalmente en el horizonte superficial que se transforma en un horizonte de acumulación. Esta precipitación es casi irreversible y ocasiona la acumulación de concreciones que son el carácter distintivo de estos suelos, (26).

### 2.3.1 Grupo diabásico.

Las diabasas fueron depositadas como derrames de lava submarina que brotaron a lo largo de fracturas, grietas o hendiduras de gran magnitud. El fenómeno se sucedió durante el cretáceo, (9).

Es difícil encontrar la roca fresca pues se altera con facilidad, dando como resultado final suelos rojos con alto contenido de sílice. La diabasa fresca es una roca dura y compacta de color verde oscuro y de grano fino por lo general, (9).

La composición mineralógica de la diabasa varía dentro de ciertos límites. Algunas rocas consideradas como tales llegan a ser, por su composición y textura verdaderos basaltos. Están compuestos

por plagioclasas sódico cálcicas y por minerales ferromagnesianos principalmente. Los accesorios más destacados son la magnetita ( $\text{FeSO}_4$ ), la ilmenita ( $\text{TiO}_2\text{FeO}$ ) y la esfena, (12).

En los análisis químicos de la diabasa, practicados por Botero (5), se registró en término medio la siguiente composición: 48% de sílice, 16% de aluminio y 13% de óxido férrico.

Microscópicamente se observa en estas rocas varios tipos especiales de estructura. La laminar y la columnar que corresponden a aspectos estructurales de los derrames y son inherentes a las propiedades físicas de la roca fresca. Descompuesta la roca la más típica es la estructura esferoidal, (13).

En la meteorización de diabasa el proceso más importante que ocurre es el proceso típico de hidrólisis. Por otra parte la meteorización química de rocas ígneas básicas, que producen suelos rojos, puede considerarse como una laterización, (26).

### 2.3.2 Suelos rojos.

Los suelos rojos son el producto final de la alteración de las diabasas. El paso de diabasa a suelos rojos se produce por una lixiviación intensa la cual produce pérdidas de sílice, en forma de ácido silícico como también de bases alcalinas y alcalinoterreas que por las condiciones de humedad

son arrastradas en forma de silicatos y bicarbonatos lo que ocasiona que estos suelos sean pobres en magnesio, calcio, potasio y sodio. Al final de la meteorización el hierro y alumina permanecen y se concentran formando semilateritas. Estos suelos no son verdaderos lateritas, debido a su alto contenido de sílice, (12, 26).

El color rojo de estos suelos se atribuye a la presencia del óxido férrico en diferentes formas, (12).

La laterización principal ocurrió en el Pliopleistoceno inferior. Es probable que hoy en día se esté produciendo laterización, aunque en menor grado, teniendo en cuenta la precipitación y climas actuales, (9).

### 2.3.3 Suelos amarillos.

Los suelos amarillos probablemente forman parte de un grupo de transición entre los suelos rojos y los suelos pardos de los bosques del clima templado, (9). Su color amarillo está relacionado con una deshidratación producida en zonas secas (menores de 1.500 mm. de precipitación al año) o con lluvias torrenciales, mal distribuidas en el año, (12).

## 2.4 UTILIZACION FORESTAL DE ENSAYOS DE FERTILIZACION EN EL CAMPO.

Debido a la complejidad de las relaciones entre el bosque y su medio ambiente y a la escasa experiencia que se tiene sobre la nutrición en este campo, se hace necesario realizar investigaciones detalladas antes de pensar en la fertilización en escala extensiva. (14, 21, 24, 34).

### 2.4.1 Técnicas preliminares.

Para saber si el suministro de ciertos nutrientes es deficiente y limita el crecimiento de los árboles forestales se acostumbra a realizar ensayos de fertilización en el campo, como parte del programa de investigación, los cuales permiten observar la reacción del rodal después de que se le ha aplicado los nutrientes presumiblemente deficientes. Sin embargo un ensayo así, significa un trabajo amplio y de larga duración. Debido a ello se acostumbra recurrir a ciertas técnicas preliminares al ensayo, que permiten obtener un buen indicio de tales deficiencias. Estas deficiencias preliminares servirán de base para la selección de los tratamientos más prometedores en los ensayos de campo, (34).

Las técnicas complementarias para obtener las evidencias pueden ser las siguientes:

1. Análisis del suelo. La insuficiencia de elementos nutritivos puede provenir del suelo y en ella influyen tanto las características físicas como químicas del mismo.

En los análisis físicos, se trata de determinar si existe un obstáculo físico para el desarrollo de las raíces debido a una escasa - profundidad efectiva o a la presencia de ho - rizontes cementados o de escasa porosidad. Un mal drenaje o una retención insuficiente - del agua son también factores físicos limi - tantes y se han de analizar, (19, 27, 34).

Una vez descartada toda posibilidad de obs - táculo físico se ha de proceder al análisis químico el cual permitirá determinar la re - serva total de cada uno de los elementos, co - mo también su solubilidad, (12, 27, 34).

2. Análisis foliar. El análisis foliar permite determinar la situación nutricional de los - rodiales. Los análisis pueden ser físicos - (visuales) y químicos, (34).

En los análisis químicos, preliminares al ensayo en el campo, se determinan que elementos se encuentran deficientes por medio de una - correlación entre el contenido de elementos en las hojas o acículas de árboles sanos y en la de árboles enfermos o de bajo crecimiento. Análisis posteriores al ensayo, permitirán - deducir si un nutriente ha sido verdaderamen - te utilizado por el árbol.

Por medio del análisis visual, sobre la apa - riencia de la planta, se puede detectar sínto

mas característicos por deficiencias de nutrientes, aunque muchos de ellos pueden ser debidos a otras causas como hongos, etc.

3. Ensayos en macetas. Estos ensayos de fertilización en "miniatura" son un paso intermedio entre los análisis foliar y de suelos y los ensayos de fertilización en el campo. Este método utiliza poco espacio y poca cantidad de suelo lo que permite comparar un gran número de variables y por consiguiente se presta para descartar una serie de tratamientos de fertilización cuando manifiestan poco o ningún efecto. Debido a las condiciones artificiales en que se desarrollan estos ensayos los resultados solo deben servir como una guía, (1, 23).
4. Experiencias agrícolas. Otra guía de importancia son los valores de análisis de suelos en estaciones agrícolas o de experiencias con cultivos en las mismas. Sin embargo estos análisis no incluyen muestras de suelos de horizontes profundos que no interesan a la agricultura pero si al campo forestal, (34).

#### 2.4.2. Selección de tratamientos.

Una vez obtenidas las evidencias complementarias se procede a la selección de los tratamientos en base de los diferentes análisis. Se decide que elemento o elementos deben intervenir en el ensayo y en qué forma deben combinarse los nutrientes para que se facilite observar el efecto de cada uno de ellos.



Aunque las dosis óptimas de los fertilizantes -- son un dato de gran importancia, estos no se podrán investigar hasta que no hayan determinado los elementos en deficiencia. Por eso se acostumbra comenzar con una dosis promedio, como la que se presenta en el cuadro 3, para elementos puros, (34).

#### 2.4.3 Diseño experimental.

Como estos ensayos son de naturaleza exploratoria se acostumbra a recurrir a diseños sencillos, (34).

Cuando los tratamientos se aplican a parcelas con un número determinado de árboles, se hace un diseño de bloques randomizados, (29). El número de réplicas puede variar de 2 a 5.

Cuando el tamaño del rodal no permite hacer uso de las parcelas entonces los tratamientos se aplican en una sola faja de fertilización a árboles individuales escogiendo para cada árbol un tratamiento al azar. Cada tratamiento se aplicará a un número igual de árboles, (29).

CUADRO N° 3

CANTIDADES SUGERIDAS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS  
PARA APLICAR EN ENSAYOS DE FERTILIZACION

| <u>ELEMENTO</u> |      | <u>CANTIDAD DE ELEMENTO PURO</u><br><u>(Kgs. por hectarea)</u> |
|-----------------|------|--|
| Nitrogeno       | (N)  | 50 - 250   |
| Fosforo         | (P)  | 25 - 100   |
| Potasio         | (K)  | 40 - 160   |
| Calcio          | (Ca) | 140 - 200  |
| Magnesio        | (Mg) | 10 - 15  |
| Azufre          | (S)  | 20 - 30  |
| Cinc            | (Zn) | 5 - 10   |
| Boro            | (B)  | 1 - 4  |
| Hierro          | (Fe) | 2 - 3  |
| Manganeso       | (Mn) | 2 - 3  |
| Cobre           | (Cu) | 2 - 3  |
| Molibdeno       | (Mo) | 0,1 - 0,3  |

Tomado de TSCHINKEL, H. Nutricion y Fertilizacion  
Forestal : una guia practica. Universidad Nacional  
Medellin

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 ANTECEDENTES Y RELACION CON OTRAS INVESTIGACIONES

Las plantaciones del actual estudio, fueron establecidas a partir de 1.962 en la Hoya Hidrográfica del Río Cali. En ese año se adelantó la plantación experimental de Brasilia, en coordinación con el Servicio Técnico Agrícola Colombo Americano (STACA), la cual tenía dos réplicas más en Piedras Blancas (Antioquia) y Neusa (Cundinamarca). En los siguientes tres años fueron establecidas otras plantaciones en las localidades de Yanacónas, Monterredondo y El Diamante.

En estas plantaciones se ensayaron 9 especies diferentes de pinos y algunas de eucaliptos y ciprés. El objetivo primordial era el estudiar el comportamiento de estas especies en la zona tropical, analizar la posibilidad de ataques de plagas y evitar su propagación a las zonas templadas.

En 1.965, la CVC realizó el proyecto de "Reforestación La Margarita y la Honoria, Hoya Hidrográfica del Río Cali", donde se sembraron Cupressus lusitanica traído de Guatemala, Pinus elliotii de EE.UU., Pinus patula de México, Eucalyptus sa ligna y otros pinos.

En 1.968 se dió comienzo a la Plantación La Esmeralda a base de Cupressus lusitanica, de procedencia desconocida. En 1.965 se había plantado, en este sitio, un pequeño rodal de la misma especie.

En los años de 1.965 y 1.970 se llevaron a cabo las evaluaciones de estas plantaciones. De las observaciones efectuadas, la variación en el crecimiento de los rodales, el amarillamiento foliar y muerte descendente presentada en el Ciprés y la ramificación excesiva en los pinos, fueron las más notorias. Por lo característico de los síntomas se pudo pensar que existía un factor limitante del desarrollo de estas plantaciones, relacionado posiblemente con la genética y el suelo.

Las siguientes evidencias permitieron sustentar la hipótesis de que una de las limitaciones del desarrollo de estas especies era debido a una deficiencia de nutrientes del suelo, específicamente de boro y fósforo.

### 3.1.1. Análisis de suelos.

Botero (5), agrupó los suelos del presente ensayo dentro de la asociación Anguchas-Pichindé-Socorro (AN), como se puede apreciar en el mapa de suelos, (mapa 3.).

La caracterización física efectuada por Revelo (28) de algunos perfiles dentro de esta asociación, especialmente del N°IV, en la localidad de Esmeraldas, permitieron describirlos como de textura Franco a Franco-arcillosa, de color pardo rojizo; estructura en bloques sub-angulares; consistencia firme, permeabilidad lenta; retención de humedad muy buena; macro y micro-organismos abundantes; raicillas abundantes; materia orgánica pobre; pH ácido y ausencia de horizontes cementados o de escasa porosidad.

Por la anterior caracterización y teniendo en cuenta que las plantaciones estudiadas se encuentran en suelos de esta asociación, se pudo descartar toda posibilidad de obstáculo físico para el desarrollo de las plantaciones que crecen sobre ellos.

Los análisis químicos realizados en estos suelos por el mismo Revelo (5), arrojaron los siguientes resultados :

1. En general todos los suelos estudiados fueron bastante ácidos, siendo el aluminio de cambio el responsable de dicha acidez.
2. El fósforo asimilable fue pobre para todos los suelos. La naturaleza del suelo, diabásica con presencia de ceniza volcánica, sugirió una fijación de este elemento.
3. La fertilidad, de acuerdo a los análisis químicos, fue baja para todos los suelos.
4. El boro asimilable fue deficiente en todos los suelos; igual situación se presentó con el cobalto. El cobre dió bajo y deficiente en todos los casos. Tanto el hierro como el zinc fueron normales y un tanto alto el manganeso de cambio.

De los resultados de los análisis químicos se dedujo que los suelos presentan deficiencia de elementos nutritivos, específicamente de boro y fósforo.

### 3.1.2 Análisis foliar.

Análisis químicos realizados en 1.970 en Göttingen, en muestras foliares de ciprés de 5 años -- (Plantación de Yanacostas), indicaron que había -- deficiencia de nitrógeno, potasio y boro en estas agujas, (17).

Los análisis físicos (visuales), practicados por Guzmán (17) en 1.970 durante la evaluación de las plantaciones, le permitieron observar una quemazón descendente en el follaje del ciprés de 5 años. Coy (10), había presenciado el amarillamiento y muerte descendente en árboles de ciprés plantados en Yanacostas, 4 o 5 años antes de la evaluación. Sin embargo ninguno de los dos observadores reportan síntomas de deficiencia en las primeras etapas de crecimiento de estos rodales.

Por lo expuesto y teniendo en cuenta que las deficiencias agudas son acompañadas de una coloración anormal del follaje se pudo concluir que existía un suministro deficiente de nutrientes -- por parte del suelo, específicamente de boro, ya que el marchitamiento regresivo presentado en el ciprés es síntoma característico de deficiencia de este elemento.

En cuanto a las especies de Pinus patula, Pinus elliottii y Pinus taeda, la ramificación excesiva del P. patula y la clorosis en el follaje del P. elliottii y P. taeda reportadas por Guzmán (17) probablemente se deban también a una deficiencia nutricional.

### 3.1.3 Ensayos de fertilización en macetas.

Ensayos de fertilización en macetas en el invernadero, con suelos de diabasa y con rábanos rojos como planta indicadora realizados por IGAC (20), permitieron deducir una deficiencia general de boro en los suelos del Valle del Cauca.

Con relación a la pruebas de fertilidad en invernadero practicadas por Revelo (28), todos los suelos de la Hoya del Rio Cali respondieron positivamente a la fertilización fosfórica y a la de boro. Al nitrógeno respondieron negativamente. El potasio originó buenos rendimientos en los suelos sembrados con rábano rojo. Hubo respuesta a elementos menores en presencia de tratamientos completos. La cal obró negativamente cuando se le aplicó sola.

### 3.1.4 Ensayos de fertilización en el Campo.

Coy (10), realizó en febrero de 1.969 un ensayo de fertilización en plantaciones de ciprés en la localidad de Yanaconas, Hoya del Rio Cali. El ensayo consistió en la aplicación de boro en forma de borax, tanto foliar como directamente al suelo. Al final del ensayo observó que si hubo respuesta de los árboles tratados a la aplicación del boro. Los árboles que inicialmente se veían mal desarrollados y con clorosis en su follaje, se fueron recuperando gradualmente a través de todo el árbol y de la yema terminal, en el transcurso del ensayo. También pudo evidenciarse una recuperación notoria en comparación con los testigos. La respuesta fue más clara en aquellos que se aplicó foliarmente.

### 3.1.5 Experiencias agrícolas.

Según la historia de las plantaciones del Rio Cali, descrita por Guzmán (17), los terrenos de -- las actuales plantaciones estuvieron ocupados -- por cultivos (café, plátano, mora, maiz) y pastizales para ganadería, por un periodo mayor de 40 años.

Los cultivos previos a que fueron sometidos los suelos causaron una degradación de éstos y un agotamiento de la mayoría de los nutrientes.



### 3.2 SELECCION DE TRATAMIENTOS.

Las anteriores evidencias hicieron formular los objetivos del experimento e influyeron en el diseño del mismo.

En base de las observaciones anteriores se seleccioron los elementos N, P, K, Fe, Mg, S, Cu, Zn y B para intervenir en el presente ensayo. La forma como se combinaron los nutrientes se describe en el aparte "Extensión y Diseño del Experimento", numeral 3.4.

Los ensayos se efectuaron en plantaciones sanas. Las especies y rodales escogidos para el ensayo fueron los siguientes: Rodales de Cupressus lusitanica de las plantaciones de la Esmeralda y La Honoria. Rodales de Eucalyptus saligna, Pinus patula y Pinus elliotii de la plantación de la Margarita, todos situados en la Hoya del Rio Cali.

El objetivo del ensayo en los rodales de ciprés, eucaliptos y pinos, consistió en averiguar cuál o cuáles tratamientos permitían prevenir la aparición de la clorosis, muerte descendente y gomosis del cipres y la ramificación excesiva en los pinos, observados en plantaciones aledañas a las escogidas. También se deseaba saber qué tratamientos podrían imprimir un mayor crecimiento a los diferentes rodales y como influían en el aspecto de los árboles.

### 3.3 PASOS PRELIMINARES.

#### 3.3.1 Levantamientos topográficos.

Como paso preliminar a la ejecución del trabajo de fertilización, se efectuó un levantamiento topográfico de las plantaciones que contienen los distintos rodales destinados a la fertilización.

Los pasos seguidos en los levantamientos fueron los siguientes:

##### 1. Plantación de La Esmeralda.

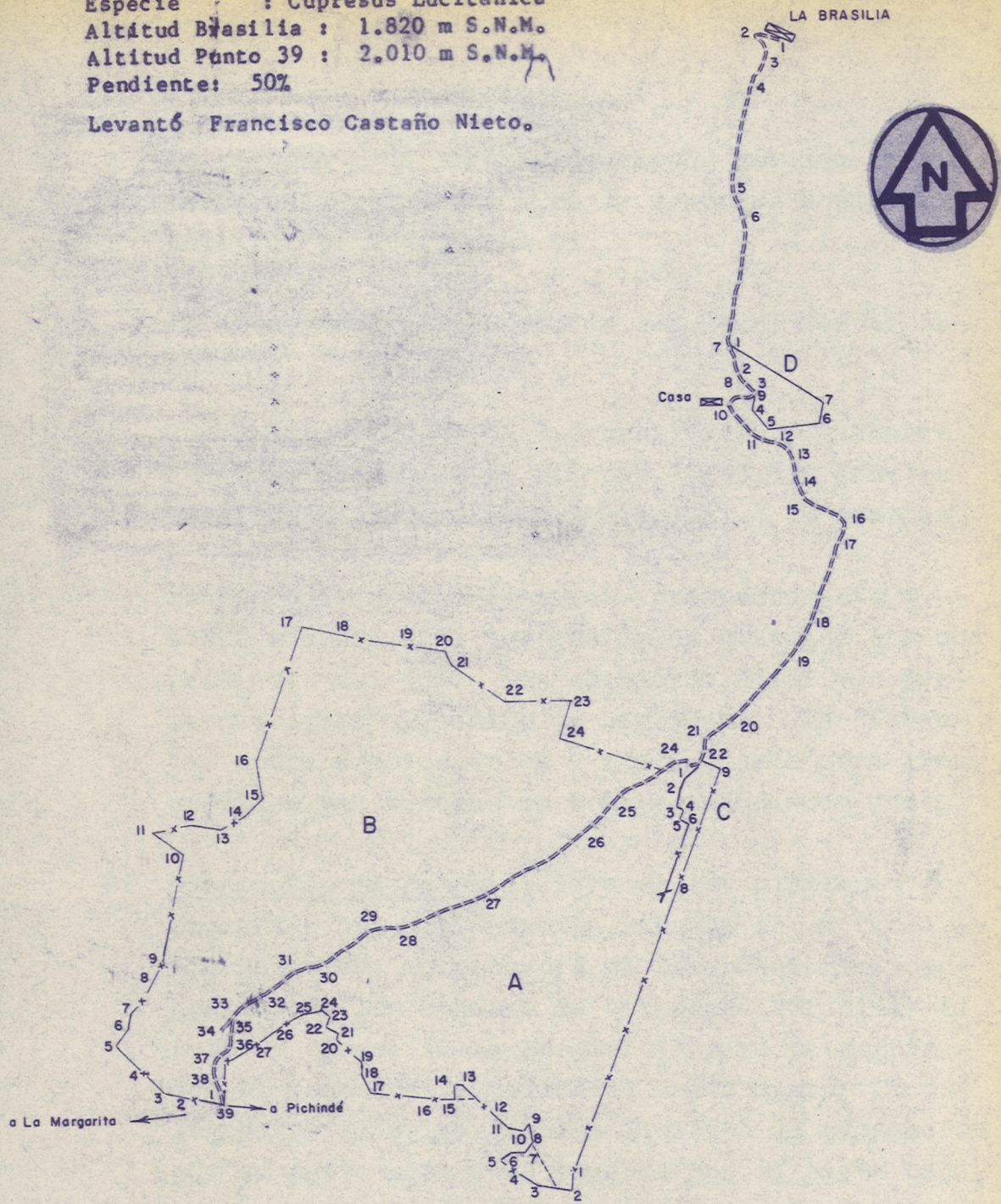
Para el levantamiento topográfico de la plantación situada en la finca "La Esmeralda", - croquis 1, se procedió en primer lugar al levantamiento del camino herradura que partiendo de la casa campamento "La Brasilia" conduce a la finca "La Margarita". Este camino cruza la plantación dividiéndola en dos rodales. El alinderamiento de cada uno de los rodales se realizó partiendo de vértices señalados convenientemente en el camino, hasta cubrirlos completamente por toda la periferia.

Para los fines del presente trabajo, la plantación fue dividida en tres rodales, a los cuales se les asignó los siguientes literales: Rodal A, al situado al lado Este del camino de herradura; Rodal B, al situado al lado Oeste del mismo camino. Estos dos rodales de ciprés fueron plantados en 1.968.

**PLANTACION:**

Especie : Cupresus Lucitana  
 Altitud Brasilia : 1.820 m S.N.M.  
 Altitud Punto 39 : 2.010 m S.N.M.  
 Pendiente: 50%

Levantó Francisco Castaño Nieto.



**CONVENCIONES**

- Ruta camino de herradura
- x-x- Lindero de los Rodales
- ☒ Casa
- A Denominación del Rodal
- 5 Número del vértice
- ..... Límite del matorral

ESCALA 1:5.000

|                              |  |        |            |      |
|------------------------------|--|--------|------------|------|
| <b>CVC</b>                   | CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  |        |            |      |
|                              | DPTO. AGROPECUARIO - SECCION RENATURALES |        |            |      |
| CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI |  |        |            |      |
| PLANTACION LA ESMERALDA      |  |        |            |      |
| LEVANTAMIENTO GENERAL        |  |        |            |      |
| FECHA                        | PRESENTADO                               | APROB. | APROB. CVC | FIG. |
| Mar. /75                     | F. C. N.                                 |        |            | 1    |

Dib. G.G.R.

La pequeña masa arborea de ciprés situado en la parte baja del Rodal A. se le denominó Rodal C. Este fue plantado en 1.965.

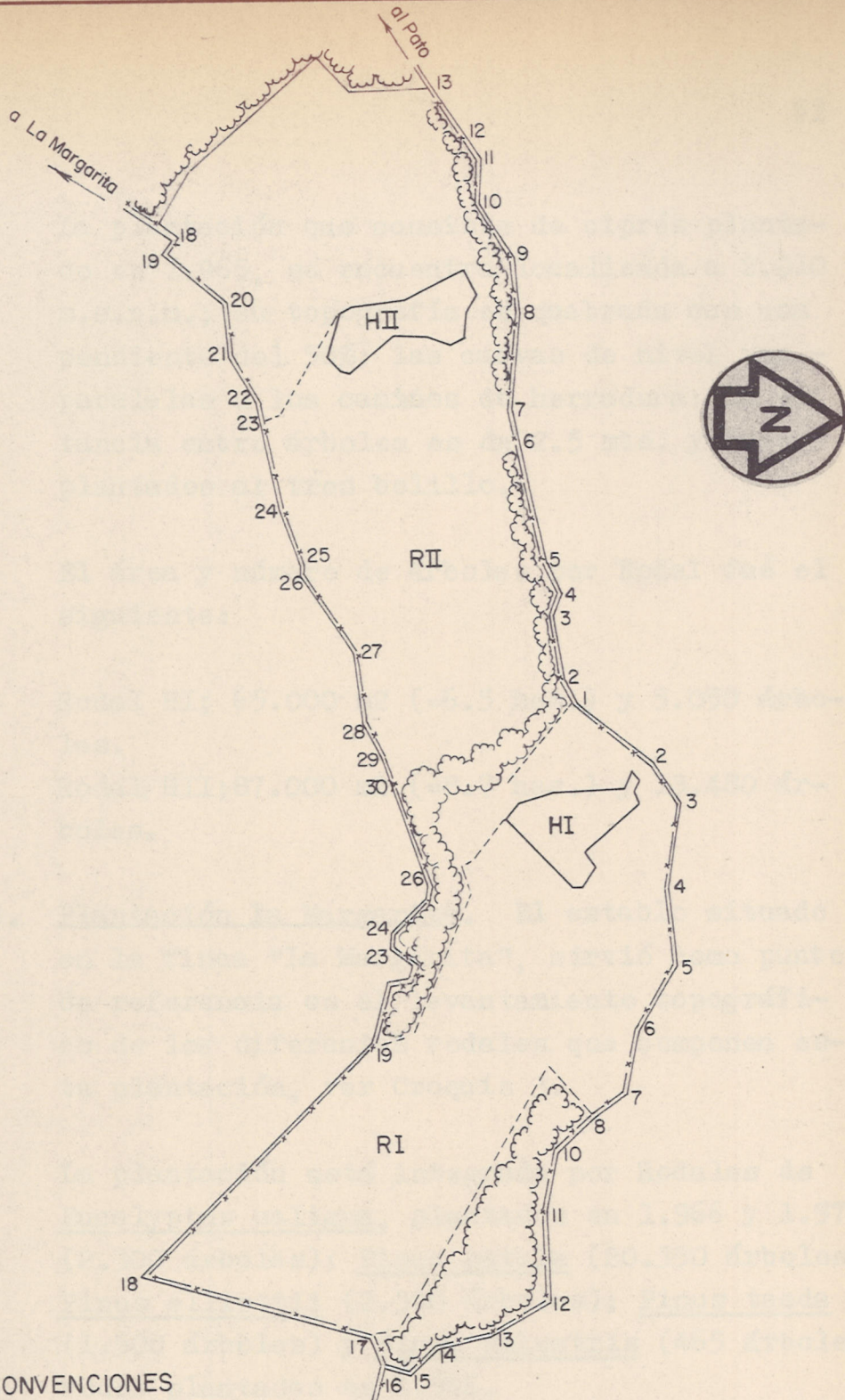
El área y número de árboles por Rodal fue el siguiente :

Rodal A; 36.200 m<sup>2</sup> (= 3.6 has.) y 2.250 árboles  
 Rodal B; 56.500 m<sup>2</sup> (= 5.6 has.) y 3.530 árboles  
 Rodal C; 1.150 m<sup>2</sup> (= 0.1 has.) y 70 árboles




Estos rodales se encuentran aproximadamente a -- 1.900 m.s.n.m., su topografía es quebrada con una pendiente del 50%. Las curvas de nivel van perpendiculares al camino de herradura. La distancia entre árboles es de 2 mts., plantados a tres bolillos por trochas en bosque secundario joven.

2. Plantación La Honoria. Para el levantamiento topográfico de la plantación situada en la finca "La Honoria", se procedió al levantamiento topográfico de los caminos de herradura "Brasilia-El Pato" y "Brasilia-La Margarita" para proseguir con el resto de la periferia hasta cerrar la poligonal. El primer camino limita a la plantación por su parte alta y el segundo por su parte baja, como se puede apreciar en el Croquis 2.

En el centro de esta plantación existe una pequeña faja de bosque natural, la cual la divide en dos partes. Para efectos del actual trabajo se denominó como rodal HI, al situado al este de la plantación y rodal HII, al situado en la parte Oeste.



CONVENCIONES

-  Faja
-  Bosque natural
-  Camino de herradura
- 22 Vértices topográficos

AREA

|          |   |                       |
|----------|---|-----------------------|
| Rodal I  | = | 65.000m <sup>2</sup>  |
| Rodal II | = | 87.500m <sup>2</sup>  |
| Tot.     | = | 152.500m <sup>2</sup> |
| Faja I   | = | 3.500m <sup>2</sup>   |
| Faja II  | = | 3.625m <sup>2</sup>   |

ESCALA 1:5.000

|   |   |       |            |          |
|---|---|-------|------------|----------|
| <b>CVC</b>  | CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA |       |            |          |
|   | DPTO. AGROPECUARIO-SECCION RENATURALES  |       |            |          |
| CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI<br>PLANTACION LA HONORIA<br>ENSAYO DE FERTILIZACION EN CIPRES<br>LEVANTAMIENTO GENERAL |   |       |            |          |
| FECHA<br>Mar./75  | PRESENTADO:<br>F. C. N.                 | APROB | APROB. CVC | FIG<br>2 |

Dib.G.G.R.

La plantación que consiste de ciprés plantado en 1.965, se encuentra localizada a 2.010 m.s.n.m.; su topografía es quebrada con una pendiente del 50%; las curvas de nivel van paralelas a los caminos de herradura; la distancia entre árboles es de 2.5 mts. y fueron plantados al tres bolillo.

El área y número de árboles por Rodal fué el siguiente:

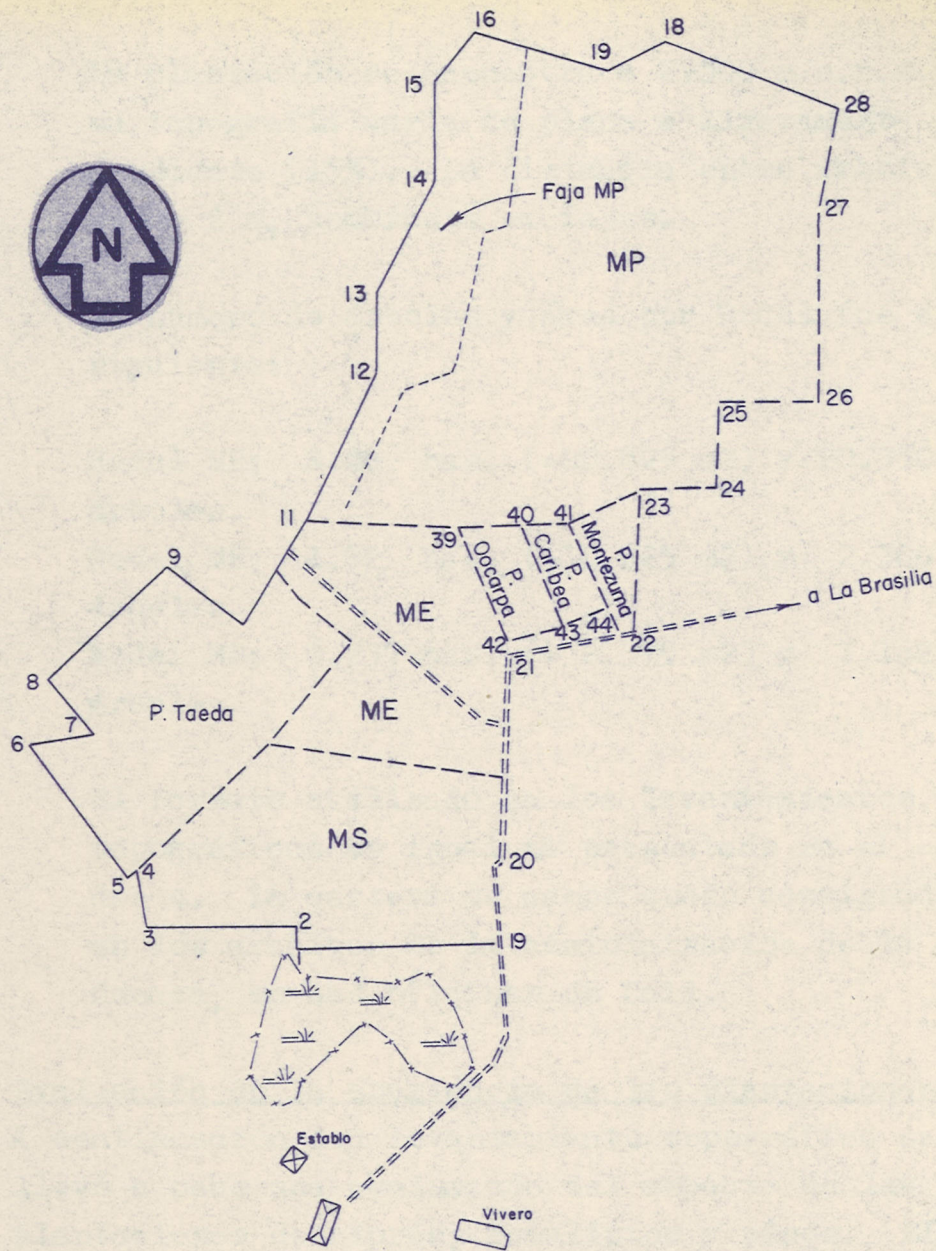
Rodal HI; 65.000 m<sup>2</sup> (=6.5 has.) y 5.050 árboles.

Rodal HII; 87.000 m<sup>2</sup> (=8.7 has.) y 13.480 árboles.


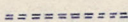
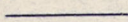
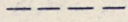
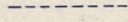

3. Plantación La Margarita. El establo situado en la finca "La Margarita", sirvió como punto de referencia en el levantamiento topográfico de los diferentes rodales que componen esta plantación, ver Croquis 3.

La plantación está integrada por Rodales de Eucalyptus saligna, plantados en 1.966 y 1.971 (2.300 árboles); Pinus patula (20.350 árboles) Pinus elliottii (2.300 árboles); Pinus taeda - (1.500 árboles) y Pinus palustris (465 árboles) todos plantados en 1.966.

Para el presente ensayo se escogieron, de los Rodales antes mencionados, los de Eucalyptus saligna, Pinus elliottii y Pinus patula, los cuales se denominaron Rodales MS, ME y MP respectivamente.



CONVENCIONES

-  Vivienda
-  Camino herradura
-  Límite Plantación
-  Límite Rodales
-  Límite faja fertilización
-  Pantano
- IO Vértice topográfico
- MP Rodal Pinus patula
- ME Rodal Pinus elliottis
- MS Rodal Eucalyptus Saligna

ESCALA 1:5.000

|   |   |        |            |      |
|---|---|--------|------------|------|
| <b>CVC</b>  | CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA |        |            |      |
|   | DPTO. AGROPECUARIO-SECCION RENATURALES  |        |            |      |
| CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI<br>PLANTACION LA MARGARITA<br>RODALES DE FERTILIZACION |   |        |            |      |
| FECHA   | PRESENTADO                              | APROB. | APROB. CVC | FIG. |
| Mar./75   | F. C. N.                                |        |            | 3    |

La plantación se encuentra a 2.000 m.s.n.m.; su topografía varía de plana a ligeramente pendiente (15%). La distancia entre árboles es de 2 m, sembrados en fajas.

El número de árboles y área por Rodal fué el siguiente:

Rodal MP; 8.06 has. (=80.625 m<sup>2</sup>) y 20.350 árboles.

Rodal ME; 1.62 has. (=10.625 m<sup>2</sup>) y 2.300 árboles.

Rodal MS; 0.237 has. (= 2.375 m<sup>2</sup>) y 1.142 árboles.

El formato utilizado en los levantamientos topográficos es igual al presentado en el cuadro 4. La cartera de campo quedó consignada en los archivos de la administración de la Cuenca, en las oficinas de Cali.

### 3.3.2 Evaluación de la apariencia de las plantaciones.

A continuación del levantamiento topográfico se llevó a cabo una evaluación del aspecto de las plantaciones de ciprés, eucaliptos y pinos. El objetivo de esta evaluación era el de tener una base en la selección de las mejores áreas para el establecimiento de los bloques, parcelas y fajas para la fertilización. Las observaciones se adelantaron completamente al azar, en un 10% del área total de las plantaciones de la Esmeralda y La Honoria y en forma global en las plantaciones de La Margarita.





Las observaciones efectuadas y los resultados obtenidos en cada una de las plantaciones y rodales quedan resumidos en los cuadros 5 y 6.

De los análisis de los resultados de la evaluación se pudo concluir lo siguiente:

A. Plantación La Esmeralda (1.968).

1. En general, la mayor parte de los árboles de ciprés de esta plantación exhibieron un estado aceptable (75.7%). Sus fustes fueron rectos e inclinados en un 71.6%, con ramas cortas y delgadas, con ausencia de plagas o enfermedades.
2. La mortalidad en el momento era baja (2.1%) al igual que los daños mecánicos (3.7%).
3. La muerte descendente o Die-back, a los 3 años y 6 meses de esta plantación fue relativamente escasa (5.2%), no así el amarillamiento foliar incipiente, el cual se registro en 8.9% del total de los árboles.
4. El crecimiento en altura fué homogéneo, con alturas entre 1.30 y 1.00 metros.  
Promedio de 1.15 mts.

B. Plantación La Esmeralda (1.965). El Rodal C, poseía una sanidad regular debido a que la mayor parte de sus arboles (64.0%) exhibían un amarillamiento en sus agujas y yemas terminales. El Die-back, en esta plantación de 6 años, solo se presentó en un árbol.

CUADRO Nº 5

PLANTACION "LA ESMERALDA"

EVALUACION GENERAL DEL ESTADO SANITARIO

| Observaciones                    | Rodal A        |     | Rodal B   |      | Promedio  |      | Rodal C  |      |
|----------------------------------|----------------|-----|-----------|------|-----------|------|----------|------|
|                                  | Nº Arb.        | %   | Nº Arb.   | %    | Nº Arb.   | %    | Nº Arb.  | %    |
| Número de árboles observados     | 590            |     | 640       |      | 1230      |      | 44       |      |
| Fuste :                          |                |     |           |      |           |      |          |      |
| Recto                            | 294            | 49  | 214       | 33.4 | 508       | 41.3 | 17       | 38.6 |
| Inclinado                        | 199            | 32  | 174       | 27.1 | 373       | 30.3 | 15       | 34.1 |
| Torcido                          | 110            | 18  | 236       | 36.8 | 348       | 30.0 | 11       | 25.0 |
| Sauidad :                        |                |     |           |      |           |      |          |      |
| bueno                            | 484            | 81  | 444       | 69.1 | 928       | 75.7 | 11       | 25.0 |
| regular                          | 45             | 7   | 122       | 27.1 | 167       | 13.6 | 28       | 64.0 |
| mala                             | 60             | 12  | 70        | 11.0 | 130       | 10.6 | 4        | 9.0  |
| Mortalidad :                     | 10             | 1-7 | 16        | 2-5  | 26        | 2.1  | 1        | 2-2  |
| Daños Mecánicos                  | 13             | 2-2 | 33        | 3-3  | 46        | 3.7  | 0        | 0-0  |
| Amarillamiento foliar incipiente | 23             | 3.8 | 67        | 13.6 | 110       | 8.9  | 32       | 73.0 |
| Fuerte                           | 18             | 3.0 | 47        | 7.3  | 65        | 5.2  | 1        | 2.2  |
| Altura Promedia de los árboles   | 1.30 m.        |     | 1.00 m.   |      | 1.15 m.   |      | 8.0 m.   |      |
| Area de muestreo                 | 3.600 m2.      |     | 5.650 m2. |      | 9.250 m2. |      | 82.6 m2. |      |
| Edad del Rodal                   | 3 años 6 meses |     |           |      |           |      | 6 años   |      |

La mortalidad por otras causas y daños mecánicos fué prácticamente nula. El crecimiento demostrado hasta el momento por los árboles fue en general homogéneo, con una altura promedio de 8 mts.

- C. Plantación La Honoria. La plantación de ciprés de la Honoria, exhibió en el momento de la evaluación un estado sanitario bueno - - (69.4% de sus árboles), con fustes rectos - (78.6%), escaso número de árboles con ramificación gruesa (9.2%) y ausencia de plagas o enfermedades.

La mortalidad solo se registró en un 3.6% de los árboles. La altura de los árboles oscilaron entre 11.11 y 11.71 mts., considerándose se como homogénea.

- D. Plantación La Margarita.

1. En todo el Rodal MS se observó un desarrollo normal.
2. En el Rodal de Pinus elliottii, aproximadamente un 20% de sus árboles exhibieron "Cola de Zorro" (Fox-tail).
3. Un 20% de los árboles del Rodal de Pinus patula, presentaron ramificación en forma de tenedor (macollas).

En base de los resultados anteriores se seleccionaron las áreas para el establecimiento de los bloques, parcelas y fajas de fertilización como -

CUADRO Nº 6

PLANTACION "LA HONORIA"

EVALUACION DEL ESTADO SANITARIO

1.972

| OBSERVACIONES                | RODAL HI             |      | RODAL HII            |      | PROMEDIO              |      |
|------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|-----------------------|------|
|                              | Nº Arb.              | %    | Nº Arb.              | %    | Nº Arb.               | %    |
| Número de árboles observados | 500                  |      | 500                  |      | 1.000                 |      |
| Sanidad : Buena              | 321                  | 64.2 | 373                  | 74.6 | 694                   | 69.4 |
| Regular                      | 103                  | 20.6 | 80                   | 16.0 | 183                   | 18.3 |
| Malá                         | 76                   | 15.2 | 47                   | 9.4  | 123                   | 12.3 |
| Fuste : Recto                | 373                  | 74.6 | 413                  | 82.6 | 786                   | 78.6 |
| Inclinado                    | 100                  | 20.0 | 80                   | 16.0 | 180                   | 18.0 |
| Torcido                      | 27                   | 5.4  | 7                    | 1.4  | 34                    | 3.4  |
| Mortalidad                   | 9                    | 1.8  | 27                   | 5.4  | 36                    | 3.6  |
| Suprimidos                   | 93                   | 18.6 | 94                   | 18.8 | 187                   | 18.7 |
| Ramificación gruesa          | 45                   | 9.0  | 47                   | 9.4  | 92                    | 9.2  |
| Altura total promedia        | 11.71 m.             |      | 11.11 m.             |      | 11.41 m.              |      |
| Pendiente promedia           | 51 %                 |      | 52 %                 |      | 51.5 %                |      |
| Edad del rodal               | 7 años               |      | 7 años               |      | 7 años                |      |
| Area de muestreo             | 7.200 m <sup>2</sup> |      | 7.200 m <sup>2</sup> |      | 14.400 m <sup>2</sup> |      |

se describen más adelante y se sentaron los criterios para la selección de los árboles.

### 3.4 EXTENSION Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

#### 3.4.1 Asignación de elementos.

La asignación de elementos queda resumida en el cuadro 7.

#### 3.4.2 Diseño estadístico.

Todos los tratamientos se aplicaron a parcelas permanentes o fajas de fertilización.

La siguiente selección de diseños se hizo teniendo en cuenta el tamaño de los Rodales y el número de los tratamientos.

1. La Esmeralda. En los rodales de ciprés (A y B) de la plantación de La Esmeralda, se escogieron parcelas que obedecieron a un diseño de "Bloques Randomizados". Cada tratamiento fue replicado cuatro veces. Por consiguiente, el diseño constó de cuatro bloques y cada bloque de seis parcelas. El total de parcelas fue de 24. Cada parcela agrupó 25 árboles fertilizados aproximadamente.

Para el Rodal C se escogió un diseño de árboles individuales. De los 70 árboles que conforman el Rodal se escogieron 33 árboles para cada tratamiento.

2. La Honoria y La Margarita. El diseño para --

CUADRO N° 7

FERTILIZANTES

CONCENTRACION Y DOSIS

| PLANTACION     | PARCELAS     | TRATAMIENTO | ELEMENTO (S)     | FERTILIZANTES              | CONCENTRACIONES          |                 | DOSIS ARBOL (Gm)  |
|----------------|--------------|-------------|------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
|                |              |             |                  |                            | OXIDO                    | ELEMENTO        |                   |
| "La Esmeralda" | A y B        | T1          | NPK              | Triple 15                  | 15%                      | 15%N - 6.5%P    | 200               |
|                |              | T2          | NPKB             | Triple 15+Borax            |                          |                 | 200 + 8           |
|                |              | T3          | NP               | Urea + Superfosfato triple |                          | 46%N            | 66 + 80           |
|                |              | T4          | P                | Superfos. triple           | 46% P2O5                 | 20.1%P          | 80                |
|                |              | T5          | B                | Borax                      |                          | 11%B            | 8                 |
|                | C            | T1          | B (Foliar)       | Borax                      |                          | 11%B            | 264/80lts de agua |
| "La Honoria"   | HI-III       | T1          | CaPSMgFe         | Escoria básica             | 16%P2O5-60%CaO<br>60%AgO | 7%P-45%Ca-36%Ag | 250               |
| "La Margarita" | MP           | T2          | B (1ª dosis)     | Borax                      |                          | 11%B            | 8                 |
| "La Margarita" | MS-MS        | T3          | B (2ª dosis)     | Borax                      |                          | 11%B            | 16 acumulad.      |
|                |              | T1          | NPK+CA+ZN+CU+B   | Triple 15 +                |                          |                 | 200 +             |
|                |              |             | Caloita dolomita |                            |                          |                 | 150 +             |
|                |              |             | +Sulfato de Zn   |                            |                          |                 | 5 +               |
|                |              |             | Sulfato de ce -  |                            |                          |                 | 20 +              |
|                | urea + Borax |             |                  |                            | 8                        |                 |                   |
|                | T2           | B           | Borax            |                            | 11%                      | 8               |                   |

los diferentes Rodales de la Honoria y La Margarita fué de árboles individuales en una misma faja de fertilización. Cada tratamiento - se aplicó a 20 árboles, los cuales se escogieron al azar para asignarles los tratamientos. El conjunto de árboles seleccionados en cada uno de los tratamientos, formaron la faja de fertilización.

#### 3.4.3 Parcelas y sus dimensiones.

Las parcelas de los bloques randomizados fueron de forma cuadrada y de 20 metros de lado. Entre parcelas de un mismo bloque se dejó una faja de aislamiento de 6 mts. Esta faja no recibió ninguna clase de tratamiento. (Ver croquis 4).

Las fajas de fertilización, en el caso de tratamientos a árboles individuales, fué de forma rectangular, dependiendo sus dimensiones de la forma como se seleccionaron los árboles y del número de tratamientos.

#### 3.4.4. Criterios para la selección de parcelas y árboles

1. La Esmeralda. Los criterios seguidos para la selección de las parcelas que conformaron los cuatro bloques de Rodales A y B de la plantación La Esmeralda fueron los siguientes:
  - a. Que exhibieran una vegetación homogénea y con un estado sanitario aceptable.
  - b. Que la distancia entre bloques fuera lo suficientemente amplia a fin de evitar que los tratamientos de un bloque incidieran sobre su inmediato.



CROQUIS Nº4

CROQUIS DE UNA PARCELA

Escala 1:200

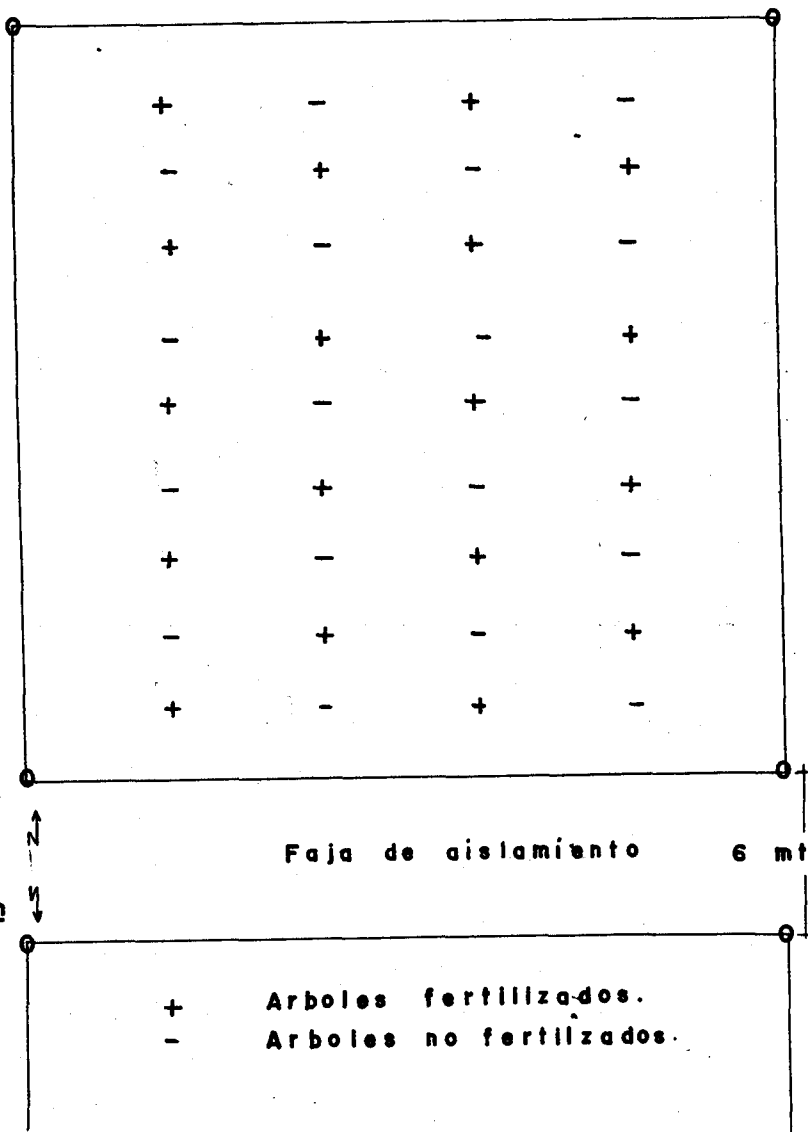
20 mts.

20 mts.

Estacas de madera aserrada.  
Borde superior pintado de blanco.

Faja de aislamiento 6 mts.

+ Arboles fertilizados.  
- Arboles no fertilizados.



- c. Poca variación de una parcela a la otra en cuanto al número de árboles y sus alturas.
- d. Se evitó que todos los bloques quedaran en una misma posición de la pendiente.

En cuanto a la selección de árboles:

- a. Se escogieron árboles que exhibieran un buen estado sanitario.
- b. Que tuvieran una altura total de un metro como mínimo.
- c. Se evitó la selección de árboles contiguos. La distancia mínima entre árboles fue de 4 m.

En el Rodal C, aunque con presencia de amarillamiento en sus agujas, se recomendó fertilizar con boro foliar a fin de observar si había un posible recuperación del Rodal por desaparición del síntoma nutricional.

2. La Honoria y La Margarita. Los criterios en la selección de fajas y árboles para la fertilización en estas plantaciones fueron:
  - a. Que las fajas de fertilización quedaran ubicadas en lugares representativos del sitio.
  - b. Que la vegetación de las fajas fuera homogénea en cuanto al número de árboles y sus alturas y con un buen estado sanitario.
  - c. En el Rodal de Pinus elliottii, se evitó seleccionar árboles que presentaran "Fox-tail".
  - d. En el Rodal de Pinus patula, se descarta-

ron árboles que contuvieran "Macollas" y ramas gruesas.

- e. En la plantación de la Honoria y debido a la alta densidad de la vegetación, se recomendó realizar una poda y entresaca antes de efectuar la aplicación de fertilizantes.

### 3.4.5 Asignación de los tratamientos.

1. La Esmeralda. Para la distribución de los tratamientos en las 24 parcelas de los Rodales A y B de La Esmeralda ver Cuadro 23.

Cuadro 23. Tratamientos y su distribución.

|                                 |     | TRA T A M I E N T O S |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|-----|-----------------------|---|---|---|---|---|
| B<br>L<br>O<br>Q<br>U<br>E<br>S | I   | 4                     | 6 | 2 | 5 | 3 | 1 |
|                                 | II  | 1                     | 3 | 4 | 2 | 6 | 5 |
|                                 | III | 6                     | 2 | 5 | 1 | 4 | 3 |
|                                 | IV  | 6                     | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 |

En el Rodal C, se aplicó el tratamiento 1 al grupo de 33 árboles más cercanos al camino de herradura. El segundo grupo de 33 árboles sirvió de testigo. Tres hileras de árboles, interpuestos entre estos dos grupos sirvió como de faja aislante.

2. La Honoria y La Margarita. Dentro de cada una de las fajas de fertilización de La Honoria y La Margarita, se distribuyeron los tratamientos con los fertilizantes asignados, más el testigo. Todos los tratamientos se entremezclaron dentro de la faja, pero se evitó que a dos árboles contiguos se les asignara el mismo elemento o tratamiento.

En la Honoria, la faja de fertilización fue replicada una vez. En los rodales HI y HII se ubicaron las fajas de fertilización N°1 y 2 respectivamente. Las demás fajas de fertilización, en la localidad de La Margarita, (MS, ME y MP) no fueron replicadas debido a la escasa dimensión de los rodales.

### 3.5 TRATAMIENTOS.

#### 3.5.1 Fertilizantes y dosis

En el Cuadro 8, se presenta un resumen de los fertilizantes químicos utilizados en cada tratamiento, mientras que en el Cuadro 7 quedan consignadas las dosis por árbol y tratamiento.

CUADRO N°8

FERTILIZANTES CANTIDAD Y COSTO

| PLANTACION     | BLOQUE           | TRATA-<br>MIENTO | REPLI-<br>CAS | N° ARBL.         |                | FERTILIZANTES                 | CANTIDAD<br>FERTILIZANTE |               | COSTO<br>FERTILIZANTE |               | COSTO<br>TOTAL<br>TRATA-<br>MIENTO |
|----------------|------------------|------------------|---------------|------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------|------------------------------------|
|                |                  |                  |               | TRATA-<br>MIENTO | TOTAL          |                               | ARBOL<br>(gm)            | TOTAL<br>(Kg) | \$/Kg.                | \$Total       |                                    |
| "La Esmeralda" | I-II-III<br>y IV | T1               | 4             | 25               | 100            | Triple 15                     | 200                      | 20            | 11                    | 220           | \$220.0                            |
|                |                  | T2               | 4             | 25               | 100            | Triple 15 + Borax             | 200 +<br>8               | 20 +<br>0.8   | 11+<br>10             | 220+<br>8     | 228.0                              |
|                |                  | T3               | 4             | 25               | 100            | Urea + Suprfosfato<br>Triple. | 66 +<br>80               | 6.6 +<br>8    | 11+<br>2              | 67.6+<br>16.0 | 83.6                               |
|                |                  | T4               | 4             | 25               | 100            | Superfosfato Tripl.           | 80                       | 8             | 2                     | 16.0          | 16.0                               |
|                |                  | T5               | 4             | 25               | 100            | Borax                         | 8                        | 0.8           |                       | 8.0           | 8.0                                |
|                | Faja C           | -                | 33            | 33               | Borax (Foliar) | -                             | 0.5                      | 10            | 5.0                   | 5.0           |                                    |
| "La Honoria"   | HI y HII         | T1               | 2             | 20               | 40             | Escoria básica                | 250                      | 10            | 2.5                   | 25            | 25.0                               |
|                |                  | T2               | 2             | 20               | 40             | Borax                         | 8                        | 0.32          | 10                    | 3.2           | 3.2                                |
|                |                  | T3               | 2             | 20               | 40             | Borax                         | 16                       | 0.64          | 10                    | 6.4           | 6.4                                |
| "La Margarita" | MP               | T1               | -             | 20               | 20             | Escoria básica                | 250                      | 10            | 2.5                   | 25            | 25.0                               |
|                |                  | T2               | -             | 20               | 20             | Borax                         | 18                       | 0.32          | 10                    | 3.2           | 3.2                                |
|                |                  | T3               | -             | 20               | 20             | Borax                         | 16                       | 0.64          | 10                    | 6.4           | 6.4                                |
| "La Margarita" | MS               | T1               | -             | 20               | 20             | Triple 15 +                   | 200 +                    | 4             | 11                    | 44+           |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Calcita dolomita +            | 150 +                    | 3             |                       |               |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Sulfato de Zn +               | 15 +                     | 0.3           |                       |               |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Sulfato de Cu +               | 20+                      | 0.4           |                       |               |                                    |
|                |                  | Borax            | 8             | 0.16             | 10             | 1.6                           |                          |               |                       |               |                                    |
| T2             | -                | 20               | 20            | Borax            | 8              | 0.16                          | 10                       | 1.6           | 1.6                   |               |                                    |
| "La Margarita" | ME               | T1               | -             | 20               | 20             | Triple 15 +                   | 200 +                    | 4             | 11                    | 44 +          |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Calcita dolomita+             | 150 +                    | 3             |                       |               |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Sulfato de Zn +               | 5 +                      | 0.3           |                       |               |                                    |
|                |                  |                  |               |                  |                | Sulfato de cobre+             | 20 +                     | 0.4           |                       |               |                                    |
|                |                  | Borax            | 8 +           | 0.16             | 10             | 16                            |                          |               |                       |               |                                    |
| T2             | -                | 20               | 20            | Borax            | 8              | 0.16                          | 10                       | 16            | 1.6                   |               |                                    |

### 3.5.2 Aplicación de los fertilizantes.

A excepción del boro foliar, todos los fertilizantes fueron aplicados al suelo, en forma individual y al rededor de cada árbol seleccionado.

Como paso preliminar a la aplicación del fertilizante, se efectuó un plateo a cada árbol. Seguido al plateo, se practicó un surco en forma de semi-corona en las partes pendientes y de corona en las partes planas. El ancho de la corona osciló entre 10 y 30 cms. con una profundidad de la zanja de 10 cms. en los Rodales A y B y de 15 cms. en los demás rodales. El radio de la corona o distancia al tallo fué de 50 cms.

Una vez practicado el surco, se procedió a la aplicación del fertilizante, el cual se distribuyó por toda la zanja, permitiéndosele que cayera al fondo. Luego se cubrió la zanja con tierra y se le presionó con el pie.

La dosis prescrita de fertilizantes para cada tratamiento, se peso previamente en el laboratorio. Cada dosis pesada de fertilizante se introdujo en una bolsita de plástico transparente. Luego de sellar estas bolsitas, se formaron grupos de 20 ó 25 de igual fertilizante, para facilitar su transporte a las plantaciones y luego cada bolsita a su respectivo árbol.

Para evitar confusiones se asignó la aplicación de un mismo fertilizante a una sola persona.

Para la aplicación de Borax por aspersión se utilizó una bomba de espalda (fumigadora). En este caso y para evitar pérdidas de fertilizantes por posibles lluvias, se añadió a la mezcla el adherente esparcidor TRITON AE, el cual, posiblemente mejoró la eficacia del fertilizante.

### 3.5.3 Fecha de aplicación de los fertilizantes.

La fecha de la primera aplicación de los fertilizantes fué la siguiente:

- a. La Esmeralda. (Bloques I, II, III, IV).
 

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Tratamientos 1 y 2 | Fecha: 14-VII-71 |
| Tratamientos 4 y 5 | 15-VII-71        |
| Tratamiento 3      | 16-VII-71        |
  
- b. La Esmeralda. (Rodal C).
 

|               |                  |
|---------------|------------------|
| Tratamiento 1 | Fecha: 30-VII-71 |
|---------------|------------------|
  
- c. La Honoria. (Rodales HI y HII).
 

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Tratamiento 1      | Fecha: 26-VII-72 |
| Tratamientos 2 y 3 | 27-VII-72        |
  
- d. La Margarita. (Rodales MS y ME)
 

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Tratamientos 1 y 2 | Fecha: 29-VII-71 |
|--------------------|------------------|
  
- e. La Margarita. (Rodal MP).
 

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| Tratamientos 1, 2 y 3 | Fecha: 19-VII-72 |
|-----------------------|------------------|

### 3.5.4 Casas Comerciales de fertilizantes.

Laboratorio Químico, Regional C.V.C.  
Caja Agraria (Cali).  
Cítricos del Valle.

Abocol S.A. (Cali).

Acerías "Paz del Rio" (Boyacá).

### 3.6 MEDICIONES.

#### 3.6.1 Demarcación de las parcelas.

En el caso de las parcelas, estas se delimitaron con brújula y cinta métrica. Para su levantamiento topográfico, se partió de vértices señalados. - en el levantamiento general de las plantaciones, los cuales se señalaron convenientemente para que en caso de pérdida de las parcelas permitieran un replanteo de las mismas. Como las parcelas fueron de forma cuadrada, se señalaron sus vértices con estacas aserradas, de 2 mts. de altura. Los extremos superiores de las estacas se pintaron de blanco para facilitar su observación.

Una vez delimitadas las parcelas y anotados los rumbos y distancias, según formato del Cuadro 4, se procedió a elaborar un croquis de los bloques I, II y III del Rodal A (Ver croquis 5) y un croquis del Bloque IV del Rodal B (Ver croquis 6), - ambos a escala 1:5.000, señalando su posición dentro de la plantación descrita en el numeral 3.3.1.

En el caso de fajas de fertilización, su delimitación se hizo a partir de vértices señaladas durante el levantamiento topográfico de las plantaciones que las contienen, los cuales sirvieron como punto de referencia. Los árboles externos de las fajas, seleccionados para la fertilización, demarcaron el contorno de éstas. Se tomaron los rumbos y distancias y se confeccionaron los respecti



vos croquis (Escala: 1:5.000), señalando su posición dentro de la plantación. La ubicación de las fajas dentro de su respectiva plantación se puede apreciar en los siguientes Croquis:

Fajas HI y HII, Croquis 2  
Fajas MP, MS y ME, Croquis 3  
Faja del Rodal C, Croquis 1

Se evitó colocar avisos grandes, indicando la clase de experimento, a fin de evitar que personas de mala fe causaran daños a los árboles. La cartera de campo quedó consignada en los archivos de CVC.

### 3.6.2 Demarcación de los árboles.

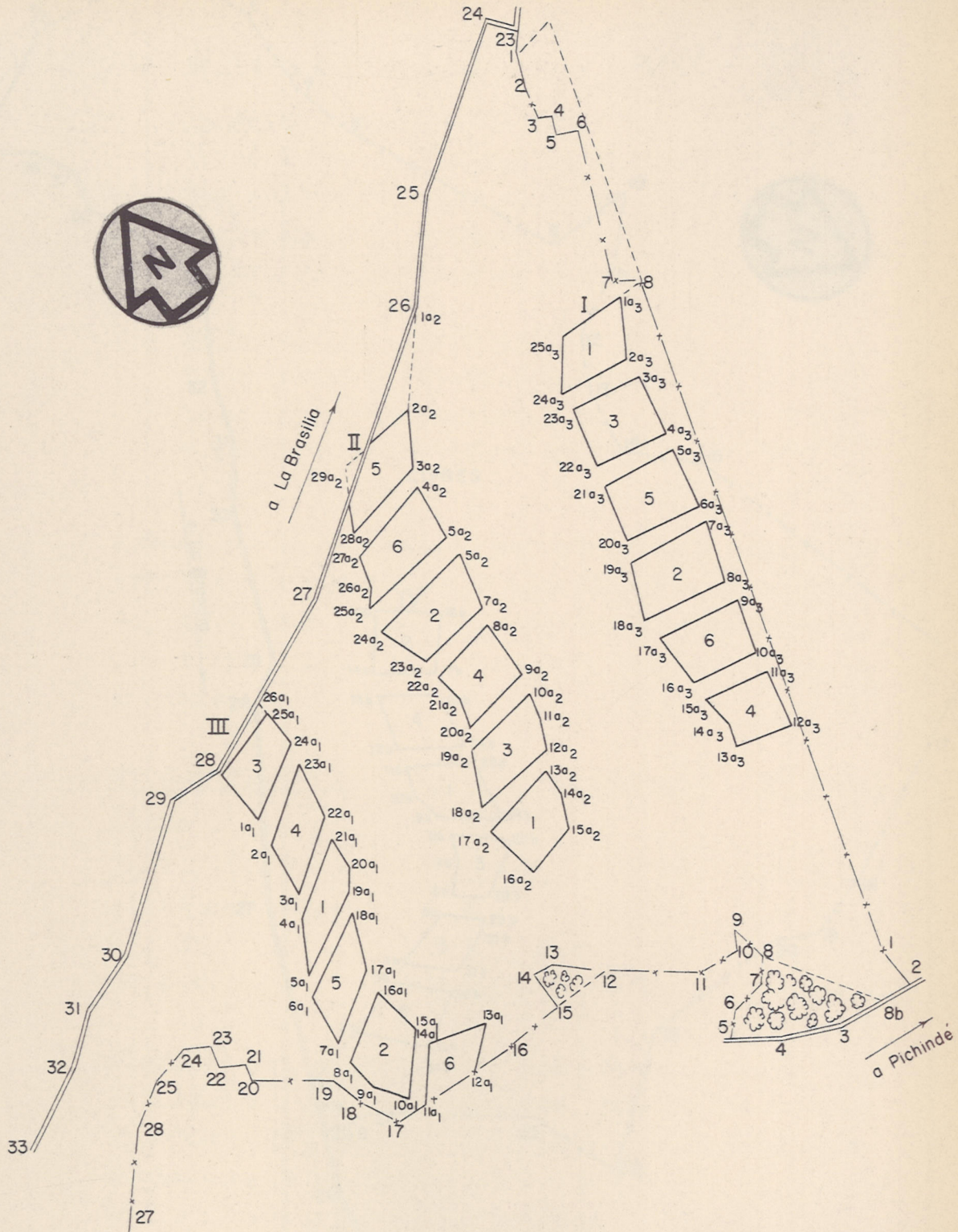
A todos los árboles seleccionados, a excepción de los de bloques randomizados y cuyo escaso diámetro no lo permitió, se les marcó con pintura un número sobre el fuste, por encima de la altura del pecho.

A fin de medir siempre el diámetro sobre el mismo punto, en mediciones sucesivas, se pintó con el mismo color de la numeración, una raya horizontal 1.30 mts. de altura del fuste.

A cada tratamiento se le asignó el siguiente color de pintura, lo cual permitió diferenciarlos con exactitud:

#### a. Rodal C.

Tratamiento 1 Pintura amarilla,  
Tratamiento 2 Pintura roja.



Area = 36.225m<sup>2</sup>

ESCALA 1:2.000



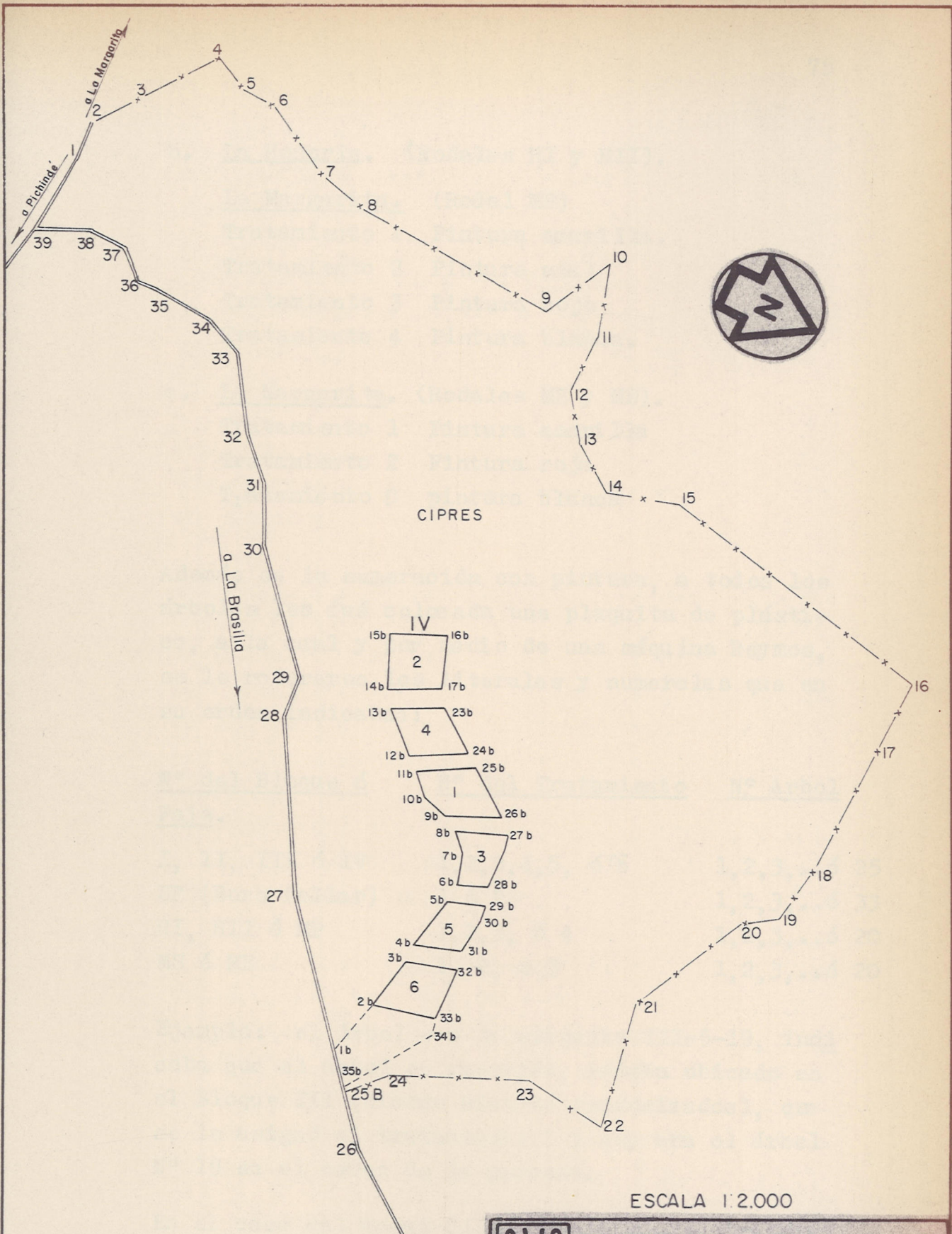
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA

DPTO. AGROPECUARIO-SECCION RENATURALES

CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI  
PLANTACION LA ESMERALDA  
RODAL "A"

|                  |                         |       |            |          |
|------------------|-------------------------|-------|------------|----------|
| FECHA<br>Mar./75 | PRESENTADO:<br>F. C. N. | APROB | APROB. CVC | FIG<br>4 |
|------------------|-------------------------|-------|------------|----------|

Dib. G.G.R



Area = 56.500 m<sup>2</sup>

ESCALA 1:2.000

|  |   |  |  |  |
|--|---|--|--|--|
| <b>CVC</b>   | CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA |  |  |  |
|  | DPTO. AGROPECUARIO-SECCION RENATURALES  |  |  |  |
| CUENCA SUPERIOR DEL RIO CALI<br>PLANTACION LA ESMERALDA<br>RODAL "B" |   |  |  |  |

|                  |                         |       |            |          |
|------------------|-------------------------|-------|------------|----------|
| FECHA<br>Mar./75 | PRESENTADO:<br>F. C. N. | APROB | APROB. CVC | FIG<br>5 |
|------------------|-------------------------|-------|------------|----------|

Dib. G.G.R

b. La Honoria. (Rodales HI y HII).

La Margarita. (Rodal MP)

Tratamiento 1 Pintura amarilla.

Tratamiento 2 Pintura azul

Tratamiento 3 Pintura roja

Tratamiento 4 Pintura blanca.

c. La Margarita. (Rodales MS y ME).

Tratamiento 1 Pintura amarilla

Tratamiento 2 Pintura roja

Tratamiento 3 pintura blanca

Además de la numeración con pintura, a todos los árboles les fué colocada una plaquita de plástico, a la cual y por medio de una máquina Reymos, se le roturaron los literales y numerales que en su orden indicaban:

| <u>N° del Bloque ó Faja.</u> | <u>N° del Tratamiento</u> | <u>N° Arbol</u> |
|------------------------------|---------------------------|-----------------|
| I, II, III ó IV              | 1,2,3,4,5, ó 6            | 1,2,3,..ó 25    |
| BF (Boro foliar)             | 1 ó 2                     | 1,2,3,..ó 33    |
| HI, HII ó MP                 | 1,2,3, ó 4                | 1,2,3,..ó 20    |
| MS ó ME                      | 1, 2, o 3                 | 1,2,3,..ó 20    |

Ejemplo: el árbol con la plaquita III-5-19, indicaba que el árbol en cuestión, estaba ubicado en el Bloque III (diseño Bloques randomizados), que se le asignó el tratamiento 5 y que era el árbol N° 19 en el orden de la parcela.

En el caso del Rodal C, BF indicó que se trataba

de la faja de fertilización con Boro foliar y que T era su testigo. HI y HII designaron las fajas 1 y 2 del Rodal de Ciprés de La Honoria. MP, MS y ME se refirieron a las fajas de fertilización de los rodales de Pinus patula, Eucalyptus saligna y Pinus eliottii, ubicados en la finca "La -- Margarita", respectivamente.

Las plaquitas fueron fijadas a los árboles por medio de grapas, de las utilizadas como aislantes -- en las cuerdas de luz.

### 3.6.3 Medición inicial de diámetros y alturas totales.

En los Bloques randomizados, a todos los árboles -- se les midió la altura total en el mismo mes de -- la fertilización. Para la medición, se hizo uso de una vara de 2 mts., graduada cada 10 cmts. Las alturas se anotaron hasta el centímetro.

A estos árboles no se les midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) porque sus fustes no ha -- bian alcanzado esta altura.

A los árboles de las fajas de fertilización (Rodaless C, HI, HII, MP, ME y MS), se le midió la -- circunferencia a la altura del pecho (CAP). Para el caso, se usó una cinta métrica, la cual se colocó sobre la raya guía de pintura en forma -- que coincidiera totalmente. El CAP se anotó hasta el milímetro.

En las fajas de fertilización ME y MS, se esco-- gieron 10 árboles dominantes, de los seleccionados

para la fertilización y se les midió la altura total por medio de un hipsómetro (Blume-leiss). Las alturas se registraron hasta el centímetro y se anotaron los números de los árboles medidos.

#### 3.6.4 Observación sobre aspectos de las plantaciones.

A los árboles de las parcelas permanentes se les efectuó observaciones detalladas sobre los siguientes aspectos:

1. Forma: del fuste: recto, inclinado, torcido.
2. Coloración del follaje: Normal, clorótico.
3. Yema terminal: sana, muerta.
4. Bifurcado: si, no
5. Florescencia: abundante, escasa, ninguna.
6. Fructificación: Abundante, escasa, ninguna.
7. Encrespamiento: abundante, escaso, ninguno.
8. Ramas gruesas: abundantes, escasas, ninguna.
9. Poda natural: si, no
10. Muerte por: daños mecánicos, Die-back.

#### 3.6.5 Registro y compilación de los datos.

Los formatos utilizados para los diferentes registros de campo fueron semejantes a los demostrados en los siguientes cuadros:

Cuadro 9, formato para registros de alturas totales de los árboles de parcelas permanentes y observaciones sobre el aspecto del árbol.

Cuadro 10, formato para el registro del CAP de los árboles de las fajas de fertilización.

Cuadro 11, formato para la medición de alturas totales de los árboles dominantes en las fajas de fertilización ME y MS.

Para cada tratamiento se obtuvo, al final del formato, la suma total de las alturas o circunferencias y su promedio correspondiente.

Las mediciones y observaciones se registraron por duplicado en el campo. Un duplicado de los registros se archivó en las oficinas de la CVC, en Cali y el otro en los archivos de la Inspección de Bosques en el Campamento "Brasilia", Cuenca Rio - Cali.

Para la toma de medidas y observaciones se seleccionó y entrenó al personal más indicado.

### 3.7 TRATAMIENTOS Y MEDICIONES POSTERIORES.

#### 3.7.1 Tratamientos.

Al año de la primera aplicación de fertilizantes (VII de 1.972), se aplicó 8 gramos de borax a las parcelas con los tratamientos 2 y 5 de todos los bloques randomizados. La aplicación se hizo directamente al suelo.

En el Rodal C, se efectuó una segunda aplicación de Boro foliar, similar a la primera en Febrero de 1.972.

#### 3.7.2 Mediciones.

Las mediciones de alturas totales, circunferencia a la altura del pecho y las observaciones sobre el aspecto de las parcelas permanentes o fajas de fertilización, se repitieron cada año hasta los --









dos años en las fertilizadas en 1.971 y hasta el año en las fertilizadas en 1.972, a partir de la misma fecha de la primera fertilización. Para los registros se utilizaron los mismos formatos diseñados para las primeras mediciones y observaciones de 1.971.

Durante las épocas de registro se decidió si era necesario volver a pintar los números de identificación de los árboles o reponer las plaquitas de plástico.

Periodicamente se inspeccionaron las parcelas y -fajas de fertilización para evitar daños o anotar accidentes.

Durante las épocas de navidad fué conveniente mantener vigiladas constantemente las plantaciones a fin de evitar sustracciones de arbolitos.

### 3.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

En el Cuadro 12, se especifica por semestres y meses las fechas en que fueron realizadas cada una de las etapas del actual ensayo, para los diferentes sitios.

### 3.9 CALCULOS.

#### 3.9.1 Incrementos en altura y CAP de árboles y parcelas.

A cada uno de los árboles con registro de altura total en las parcelas permanentes, se les determino, por diferencias en los registros sucesivos, -

CUADRO Nº 12

ENSAYO DE FERTILIZACION  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| ACTIVIDADES                          | AÑO      |  | 1971 |    | 1972 |    | 1973 |    | 1974 |    | 1975 |    |
|--------------------------------------|----------|--|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
|                                      | SEMESTRE |  | 1º   | 2º | 1º   | 2º | 1º   | 2º | 1º   | 2º | 1º   | 2º |
| 1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.        |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| a. La Esmeralda"                     |          |  | E-F* |    |      | JL |      |    |      |    |      |    |
| b. "La Honoria"                      |          |  | E-F  |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| c. "La Margarita"                    |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| 2. EVALUACION ESTADO SANITARIO       |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| a. Plantación "La Esmeralda"         |          |  | E-F  |    |      | JL |      |    |      |    |      |    |
| b. Plantación "La Honoria"           |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| c. Plantación "La Margarita"         |          |  | E-F  |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| 3. DEMARCACION DE PARCELAS Y ARBOLES |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| a. Parcelas I-II-III-IV y MS-ME      |          |  |      | JL |      | JL |      |    |      |    |      |    |
| b. Parcelas HI-HII y MP              |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| 4. APLICACION DE FERTILIZANTES.      |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| a. Parcelas I-II-III-IV y MS-ME      |          |  |      | JL |      | JL |      |    |      |    |      |    |
| b. Parcelas HI-HII y MP              |          |  |      | JL | F    | JL |      |    |      |    |      |    |
| c. Parcela Boro foliar               |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| 5. REGISTROS Y OBSERVACIONES         |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| a. Parcelas I-II-III-IV y MS-ME      |          |  |      | A  |      | JL |      | JL |      |    |      |    |
| b. Parcelas HI-HII y MP              |          |  |      |    |      | A  |      | A  |      |    |      |    |
| 6. VIGILANCIA EN PLANTACIONES        |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| E - D                                |          |  | E    | D  | E    | D  | E    | D  | E    | D  | E    | D  |
| 7. AVANCE DE INFORMES                |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
| M - S                                |          |  | M    | S  | M    | S  | M    | S  | M    | S  | M    | S  |
| 8. EVALUACION FINAL                  |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |
|                                      |          |  |      |    |      |    |      |    |      |    |      | A  |

\* La inicial corresponde a los meses específicos del semestre.

el incremento en altura promedio año. Igualmente a cada uno de los árboles de las fajas de fertilización, con registros de CAP, se les determinó en la misma forma el incremento en CAP promedio año.

Una vez calculado el incremento por árbol, se procedió a calcular el incremento promedio por tratamiento, el cual resultó de la suma total de los incrementos, de todos los árboles con igual fertilizante dividido por el número total de árboles registrados. En el caso de las parcelas permanentes el promedio general fue igual al promedio de las cuatro réplicas.

El crecimiento promedio anual de alturas o circunferencias fue calculado con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Increm. Prom. año} = \frac{\text{Suma de incrementos árboles}}{\text{Nº de árboles medidos}}$$

### 3.9.2 Porcentajes de supervivencia y clorosis.

Se calcularon porcentajes de supervivencia y clorosis, por tratamientos y especies, mediante la aplicación de las siguientes relaciones:

$$\% \text{ de supervivencia} = \frac{\text{Nº de árboles vivos} \times 100}{\text{Nº de árboles fertilizados}}$$

$$\% \text{ de clorosis} = \frac{\text{Nº de árboles cloróticos} \times 100}{\text{Nº de árboles fertilizados}}$$

El denominador de estas fórmulas no incluye el número de árboles que fueron sustraídos en el transcurso del ensayo, como tampoco los que sufrieron muerte por daños mecánicos.

### 3.9.3 Gráficos.

Los gráficos que indican los porcentajes de supervivencia y clorosis por especie y tratamiento, -- fueron construidos en base de los resultados obtenidos al hacer los cálculos con la aplicación de las fórmulas anteriores y los que indican los mismos porcentajes que se encontraron por especie.

Los gráficos que relacionan los incrementos promedios en altura o diámetros contra intervalo de -- tiempo y los de tratamiento contra crecimiento, -- se elaboraron en base a los resultados obtenidos en 3.9.1 para cada uno de los tratamientos y para cada una de las especies.

### 3.9.4 Análisis de variancia.

Se efectuó a partir de los incrementos en altura promedio anual, de cada una de las parcelas y bloques randomizados de la plantación de La Esmeralda, con el objeto de averiguar si había o no diferencia estadísticamente significativa en incremento en crecimiento entre tratamientos. Para este cálculo se aplicaron las fórmulas descritas en el apéndice 1.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 OBSERVACIONES SOBRE ASPECTOS DE LAS PLANTACIONES.

#### 4.1.1 Plantación La Esmeralda. (Bloques I, II, III y IV).

A continuación en el Cuadro 13, se presentan los resultados de la evaluación del estado de las parcelas permanentes de la plantación de La Esmeralda, de acuerdo a las inspecciones oculares, realizadas al año y dos años de practicada la fertilización.

Los resultados, presentados a nivel de tratamientos, equivalen al promedio de todos los árboles de las parcelas de los cuatro bloques con igual tratamiento, para cada índice observado.

1. Supervivencia. En la gráfica 1, se resumen los diferentes porcentajes de supervivencia encontrados en los cuatro bloques, para los diferentes tratamientos.

En general, el porcentaje de árboles muertos - en las 24 parcelas, es bastante bajo (9.4%). De estas muertes, el 50% (=26 arboles) corresponden a muertes en forma descendente (Die-back). El 34.6% (=18 árboles) a árboles que perdieron la yema terminal por daños mecánicos y 15.3% (= 8 árboles) a muerte por anillamiento.

En cuanto a los tratamientos, en todos se aprecia una tendencia a sucederse a los mismos por-

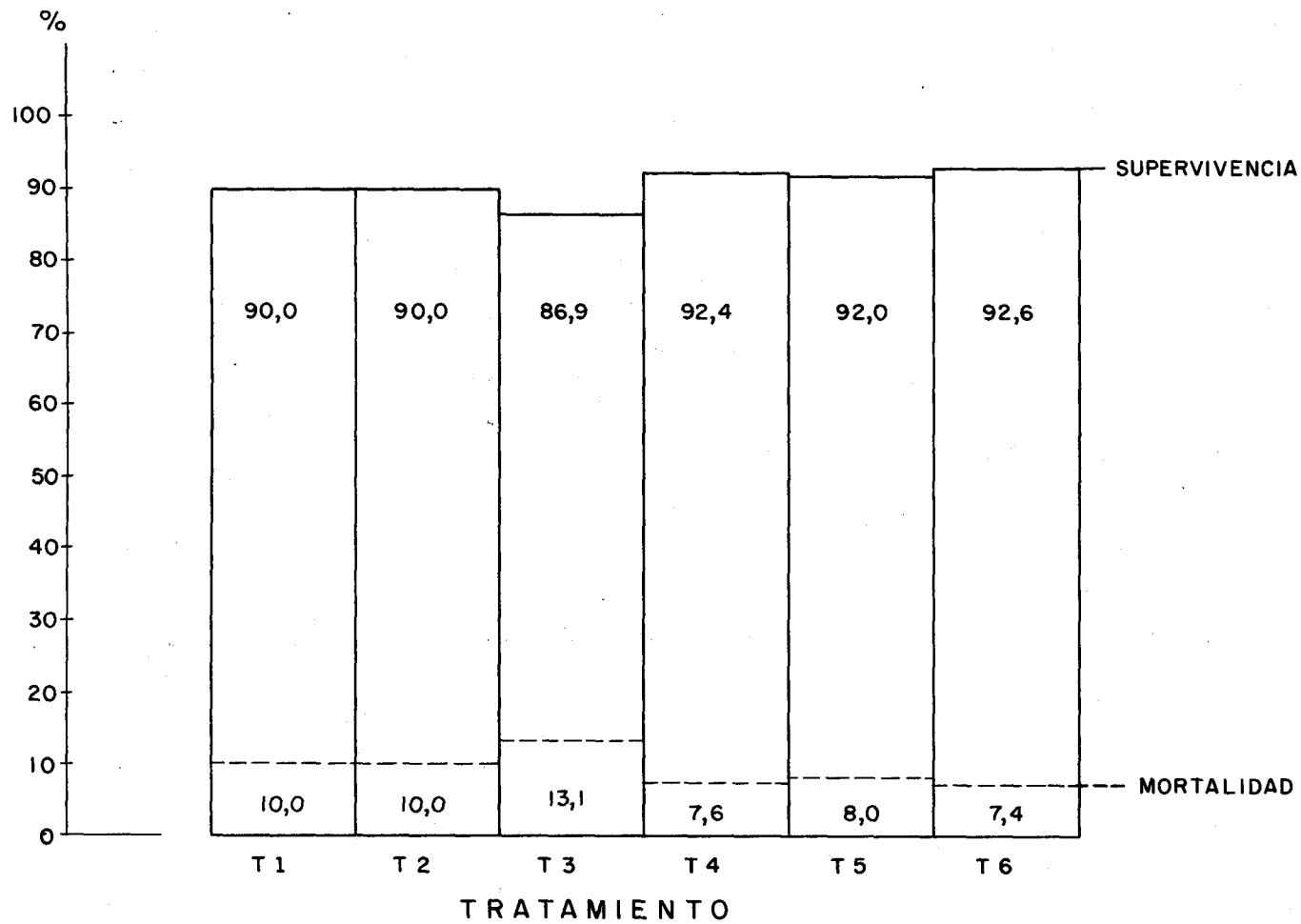


GRAFICO Nº 1 PORCENTAJE DE MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA POR TRATAMIENTO. PARCELAS PERMANENTES



centajes de árboles muertos. El tratamiento 3 aparece con el mayor porcentaje (13.1%) y el tratamiento 6 con el menor (7.4%). Las muertes de orden descendente se registraron especialmente en los tratamientos 1 y 3 con 8 y 5 árboles respectivamente. En los demás tratamientos las muertes descendentes fueron del orden de 2 a 5 árboles. En cuanto al número de muertes el testigo (tratamiento 6), fué aventajado por todos los tratamientos a excepción del T5 (Boro).

Los bajos porcentajes de mortalidad dan una idea de la alta supervivencia sucedida en las parcelas y en general en toda la plantación, durante el transcurso del ensayo. El porcentaje promedio de supervivencia fue de 90.6% - para todos los tratamientos, con oscilaciones entre el 86.9% (=80 árboles) y el 92.6% (=87 árboles), entre tratamientos.

2. Clorosis. Por la relación entre el número de árboles cloróticos y el total de árboles observados se encontró el siguiente comportamiento :

Las 24 parcelas presentaron un amarillamiento foliar en un 25.6% de sus árboles (=153). Según la intensidad de la clorosis se encuentra que el 81.1% (=117 árboles) se presentaron con un amarillamiento parcial en las agujas de su follaje, mientras que el amarillamiento total

solo se presentó en un 18.9% (=26 árboles) - los que exhibieron también muerte de su yema terminal.

Analizando por tratamientos y según el Cuadro 13, se aprecia que los tratamientos 5 y 6 contienen los mayores porcentajes de árboles cloróticos (34%). El resto de tratamientos posee un promedio aproximado de 20% de árboles cloróticos, especialmente de intensidad parcial. a excepción del T4 que sólo alcanzó el 14.1%.

En la gráfica 2, se registran las variaciones del porcentaje de árboles cloróticos, por tratamientos.

3. Apariencia de las plantas. Cuadro 13.

a. Sistema de ramaje. Un 8.5% del total de árboles se encontraron con ramas gruesas. En general todos los árboles poseían ramas cortas y delgadas.

b. Poda natural. La poda natural encontrada - en estas parcelas fue escasa, debido probablemente a que el dosel no había cerrado completamente.

c. Formas del tallo. Los tallos, con forma sinuosa solo aparecieron en un 19.7% (=111) - del total de árboles observados. Los tallos con forma tortuosa se registraron en un 17.8%

CUADRO Nº 13

PARCELAS PERMANENTES

ESTADO DE LAS PARCELAS

1971 - 1973

| TRATAMIENTO                | T1 |     | T2 |      | T3 |      | T4 |      | T5 |      | T6 |      | TOTAL |      | DIFERENCIA |       |
|----------------------------|----|-----|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|-------|------|------------|-------|
|                            | 71 | 73  | 71 | 73   | 71 | 73   | 71 | 73   | 71 | 73   | 71 | 73   | 71    | 73   | NºARB      | %     |
| OBSERVACIONES              |    |     |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |       |      |            |       |
| Nº de árboles iniciales    | 93 |     | 94 |      | 97 |      | 95 |      | 88 |      | 96 |      | 563   |      |            |       |
| Nº de árboles sustraídos   |    | 0   |    | 4    |    | 5    |    | 3    |    | 1    |    | 2    |       | 15   |            |       |
| Nº de árboles actuales     |    | 93  |    | 90   |    | 92   |    | 92   |    | 87   |    | 94   |       | 551  | -15        | 2.6   |
| Con muerte descendente     |    | 8   |    | 4    |    | 5    |    | 4    |    | 2    |    | 3    |       | 26   | +26        | 500   |
| Perdio yema terminal (d.m) |    | 2   |    | 2    |    | 5    |    | 2    |    | 3    |    | 4    |       | 18   | +18        | 34.6  |
| Murio por anillamiento     |    |     |    | 3    |    | 2    |    | 1    |    | 2    |    |      |       | 8    | +8         | 15.3  |
| % de mortalidad            |    | 100 |    | 10.0 |    | 13.1 |    | 7.6  |    | 8.0  |    | 7.4  |       | 9.4  | +52        | 100.0 |
| % de supervivencia         |    | 900 |    | 900  |    | 869  |    | 924  |    | 920  |    | 926  |       | 906  |            |       |
| Con clorosis parcial       | 1  | 18  | 1  | 16   |    | 17   | 3  | 9    |    | 28   | 2  | 39   | 6     | 127  | +121       |       |
| Con clorosis total         |    | 8   |    | 4    |    | 5    |    | 4    |    | 2    |    | 3    |       | 26   | +26        |       |
| % de clorosis              |    | 279 |    | 222  |    | 239  |    | 14.1 |    | 34.4 |    | 34.0 |       | 25.6 |            |       |
| Tallo sinuoso              | 25 | 42  | 27 | 37   | 19 | 32   | 22 | 51   | 17 | 46   | 21 | 34   | 131   | 242  | +111       |       |
| Tallo tortuoso             | 7  | 1   | 20 | 5    | 21 | 2    | 17 | 1    | 21 | 1    | 33 | 2    | 119   | 12   | -107       |       |
| Ramas gruesas              |    | 1   |    | 13   |    | 16   |    | 5    |    | 10   |    | 3    |       | 38   | +38        |       |
| Flórescencia               |    |     |    | 3    |    | 3    |    | 1    |    | 1    |    | 1    |       | 9    | +9         |       |
| Fructificación             |    | 1   |    | 5    |    | 12   |    | 7    |    | 2    |    | 7    |       | 32   | +32        |       |
| Poda natural               |    | 1   |    |      |    |      |    | 3    |    | 1    |    |      |       | 5    | +5         |       |

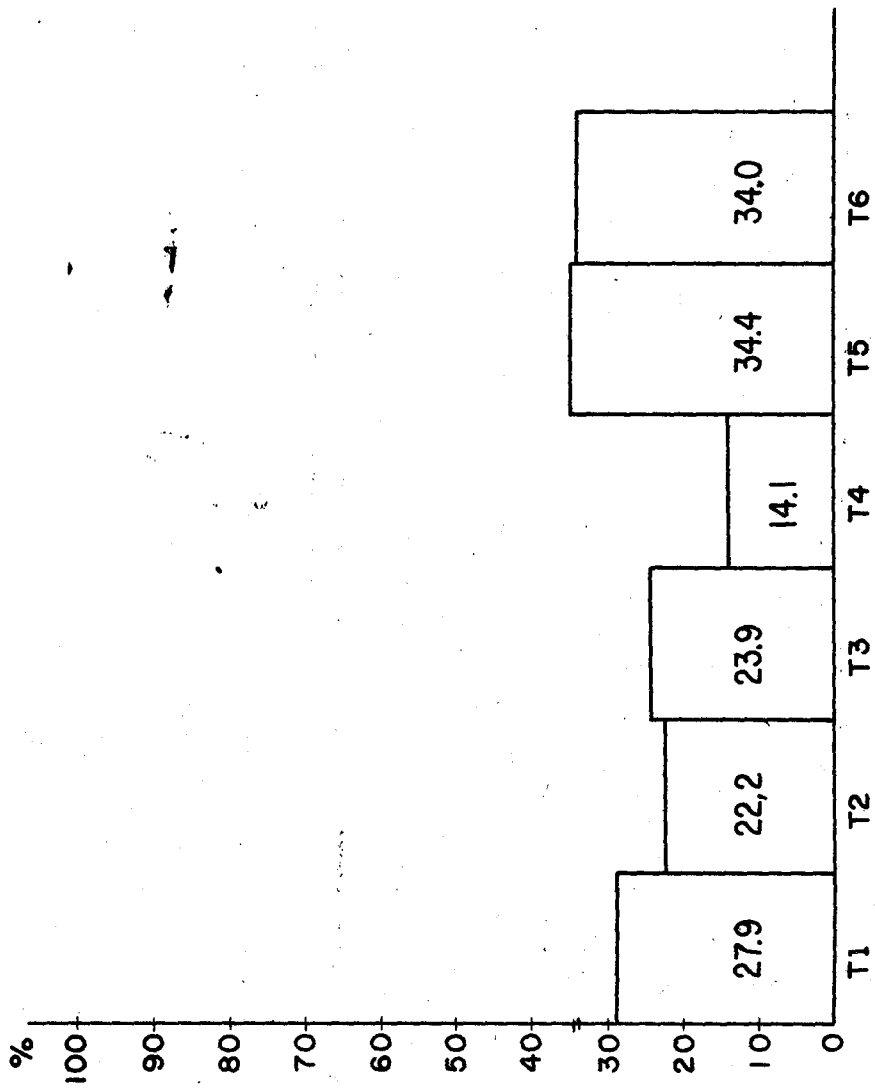


GRAFICO N°2 PORCENTAJE DE CLOROSIS POR TRATAMIENTO (Parcelas Permanentes)

(101 árboles). Ninguno de los dos índices alcanzó porcentajes altos y posiblemente sus formas se corrijan cuando los fustes de estos árboles tomen una consistencia más leñosa.

d. Fructificación y florescencia. La fructificación aunque escasa (8.4%), es prematura para un rodal que hasta el momento tiene la edad de 5 años y 6 meses. De los árboles fructificados, 8 han florecido.

e. Presencia de plagas o enfermedades. Se observa en el Cuadro 13, ausencia completa de plagas o enfermedades. Unos puntos blancos y pequeños del tamaño de la punta de un alfiler, observados inicialmente en las bases de las acículas y que se creyó constituían una plaga del ciprés, fueron considerados más tarde como un proceso natural de la especie, al parecer de Zobel (38).

4.1.2 Plantación La Esmeralda. (Faja C). El cuadro 14, permite apreciar, en forma resumida, los resultados de las observaciones efectuadas a esta faja de fertilización, durante el transcurso del ensayo.

a. Supervivencia. La mortalidad por muerte descendente, en los dos grupos de árboles observados, fue ausente. La muerte por volcamiento se sucedió en dos árboles del tratamiento 2 (Testigo). El bajo índice de mortalidad se traduce en un 100% de supervivencia.

En cuanto a los volcamientos, se descarta la --

sospecha de que el fenómeno sea causado por vientos fuertes, por cuanto que el Rodal se encuentra en una hondonada protegido de estos. Observando el sistema radicular de los árboles caídos, se aprecia que este es superficial e insuficiente para sostenerlos en un suelo de textura más bien suelta. La ausencia de un análisis físico y químico del suelo de esta plantación ha imposibilitado conocer las causas de este escaso desarrollo radicular. Sin embargo, se cree que posiblemente se deba a una profundidad inefectiva del suelo y/ó una deficiencia de nutrientes en el mismo que ha imposibilitado este desarrollo. El volcamiento no se presentó en árboles fertilizados foliarmente con boro.

- b. Clorosis. La clorosis (quemazón de las agujas) observada en la mayor parte de los árboles al inicio del ensayo, disminuyó considerablemente en el transcurso de éste.

Como puede observarse en el Cuadro N°14, la disminución de árboles cloróticos es de 7.28% (= 24 árboles) en el tratamiento 1 (Boro foliar) y de 63.4% (= 19 árboles) en el tratamiento 2 (testigo). La escasa diferencia en el porcentaje de recuperación entre el tratado y el testigo (9.4%), demuestra que el efecto no es debido a la aplicación del fertilizante, sino que el recuperación se debe a otras causas como el desplazamiento gradual de las raíces a nuevos horizontes o al cambio de las condicio-

CUADRO N° 14

PLANATACION 'LA ESMERALDA'

FAJA C

ASPECTO DE LOS ARBOLES

1971 - 1972 - 1973

| TRATAMIENTO<br>AÑO           | T1  |    |      | T2  |    |      | DIFERENCIA |       | TOTAL |  |
|------------------------------|-----|----|------|-----|----|------|------------|-------|-------|--|
|                              | 71  | 72 | 73   | 71  | 72 | 73   | T1         | T2    |       |  |
| OBSERVACIONES                |     |    |      |     |    |      |            |       |       |  |
| Nº de árboles observados     | 33  | 33 | 33   | 33  | 21 | 29   | 0          | -4    | 62    |  |
| Con clorosis parcial         | 23  | 14 | 2    | 20  | 24 | 6    | -21        | -14   | -35   |  |
| Con clorosis total           | 10  | 7  | 7    | 10  | 7  | 5    | -3         | -5    | -8    |  |
| Porcentaje de clorosis       | 100 |    | 27.2 | 100 |    | 36.6 | -72.8      | -63.4 | -68.1 |  |
| Muerte descendente           | 0   | 0  | 0    | 0   | 0  | 0    | 0          | 0     | 0     |  |
| Porcentaje de supervivencia  |     |    | 100  |     |    | 100  | -          | -     |       |  |
| Fructificación abundante     | 6   | 16 | 2    | 12  | 22 | 0    | -4         | -12   | -16   |  |
| Fructificación escasa        | 27  | 14 | 28   | 21  | 11 | 25   | +1         | +4    | +5    |  |
| Sin fructificación           | 0   | 3  | 3    | 0   | 0  | 4    | +3         | +4    | +7    |  |
| Porcentaje de fructificación | 100 |    | 84.4 | 100 |    | 86.2 | -15.2      | -13.8 |       |  |
| Fustes inclinados o torcidos | 3   | 2  | 2    | 7   | 4  | 2    | -1         | -5    | -6    |  |
| Arboles volcados             |     |    |      |     |    | 2    |            | +2    | +2    |  |

nes climáticas (Mayor número de días lluviosos).

- c. Fructificación y florecencia. La fructificación que inicialmente se observó en el 100% de los árboles tratados y no tratados, se mantuvo más o menos constante durante el transcurso del ensayo y solo al final se aprecia una disminución de árboles fructificados. La fructificación prematura de estos árboles puede interpretarse como una reacción contra condiciones desfavorables del suelo que no ha sido posible corregir con la dosis de boro aplicada por aspersión foliar a la edad de 6 años.

Hasta el momento, no se ha observado florecencia en estos árboles.

#### 4.1.3 Plantación La Honoria. (Fajas HI y HII).

1. Aspecto de las fajas de fertilización. Aunque no se llevó un registro detallado de las observaciones sobre el aspecto de cada uno de los árboles fertilizados, se pudo apreciar que la supervivencia en las fajas y en cada uno de los tratamientos fué del 100%. El porcentaje de clorosis es mínimo por cuanto que no se observó árboles con coloración anormal del follaje. Lo anterior demuestra que esta plantación de ciprés de 6 años, no ha sido afectada por ninguna enfermedad y que más bien su desarrollo es relativamente bueno.



#### 4.1.4 Plantación La Margarita. (Fajas MS, ME y MP).

1. Faja MS. La faja de fertilización de Eucalyptus saligna, posee un grado de desarrollo aceptable. La supervivencia de sus árboles en cualquiera de los tratamientos es absoluta y hay ausencia de plagas o enfermedades.
2. Faja ME. Los árboles tratados en la faja de fertilización del Rodal de Pinus elliottii no exhiben en general anomalía sobresaliente. Los árboles sanos, escogidos inicialmente para ser fertilizados, no muestran en la actualidad presencia de "Cola de Zorro" en sus tallos. La poda practicada un mes antes de la fertilización, permitió un mejor desarrollo de sus fustes y ramas. La supervivencia es total y hay ausencia de árboles cloróticos, tanto en los tratados como en los testigos.
3. Faja MP. El rodal de Pinus patula, se ha caracterizado por ser una especie de poca adaptación al medio (árboles en un 80% con ramificación en tenedor y nudos en sus fustes). Sin embargo, los árboles sanos escogidos para la fertilización, no presentan hasta el momento clorosis en su follaje y la supervivencia es absoluta en todos los tratamientos. En ninguno de los árboles se ha presentado después de la fertilización, formación de macollas,

En cuanto a los índices observados en cada una de las fajas, no se hace una discusión a nivel de tra

tamiento, por no haberse presentado diferencias significativas entre los tratados y el testigo.

#### 4.2 INCREMENTOS EN CAP Y ALTURA TOTAL.

##### 4.2.1 Plantación La Esmeralda. (Parcelas permanentes)

Los resultados de los cálculos efectuados para obtener el incremento promedio en altura total para todos los tratamientos y bloques, se presentan en forma resumida en el Cuadro 15, para cada uno de los intervalos de tiempo sucedido entre dos registros, como el promedio total para todos los intervalos.

Las mediciones registradas en el campo permitieron determinar que los diferentes tratamientos imprimieron a los árboles un incremento regular en altura. El incremento promedio año, para todos los tratamientos, fue de 166.1 cms. En relación al promedio, el orden de presentación de los mismos es como sigue:

|               |                          |          |
|---------------|--------------------------|----------|
| Tratamiento 2 | (Triple 15 más borax):   | 185 cms. |
| Tratamiento 4 | (Superfosfato triple):   | 117 cms. |
| Tratamiento 1 | (Triple 15):             | 175 cms. |
| Tratamiento 3 | (Superfosfato más Urea): | 168 cms. |
| Tratamiento 5 | (Borax) :                | 150 cms. |
| Tratamiento 6 | (Testigo) :              | 142 cms. |

En comparación con el testigo, se aprecia que todos los tratamientos tuvieron un mayor incremento en altura. El tratamiento con mayor incremento fue el 2 con 185.4 cms. El de menor crecimiento

CUADRO 15

PARCELAS PERMANENTES

INCREMENTO PROMEDIO EN ALTURA TOTAL

TRATAMIENTOS Y BLOQUES

(en mts.)

| BLOQUES     | B I   |       | B II  |       | B III |       | B IV  |       | PROMEDIO    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| TRATAMIENTO | 71-72 | 73-72 | 71-72 | 73-72 | 72-71 | 73-72 | 72-71 | 73-72 | 73-71       |
| T 1         | 1.76  | 1.80  | 1.72  | 1.86  | 1.86  | 1.79  | 1.45  | 1.78  | 1.69 - 1.80 |
|             | 1.78  |       | 1.79  |       | 1.82  |       | 1.61  |       | 1.75        |
| T 2         | 2.08  | 1.60  | 1.77  | 1.61  | 1.79  | 1.92  | 2.03  | 2.00  | 1.91 - 1.78 |
|             | 1.84  |       | 1.69  |       | 1.85  |       | 2.01  |       | 1.85        |
| T 3         | 2.02  | 2.21  | 1.74  | 1.94  | 1.62  | 1.29  | 1.41  | 1.22  | 1.69 - 1.88 |
|             | 2.12  |       | 1.84  |       | 1.46  |       | 1.32  |       | 1.68        |
| T 4         | 1.82  | 2.11  | 1.19  | 1.35  | 1.44  | 1.84  | 1.93  | 2.47  | 1.59 - 1.94 |
|             | 1.96  |       | 1.27  |       | 1.64  |       | 2.20  |       | 1.77        |
| T 5         | 1.38  | 1.61  | 1.40  | 1.34  | 1.85  | 2.25  | 0.96  | 1.25  | 1.39 - 2.08 |
|             | 1.49  |       | 1.37  |       | 2.05  |       | 1.11  |       | 1.50        |
| T 6         | 1.35  | 2.19  | 1.30  | 1.39  | 1.55  | 1.91  | 0.77  | 1.34  | 1.21 - 1.70 |
|             | 1.77  |       | 1.34  |       | 1.73  |       | 1.05  |       | 1.42        |
| PROMEDIO    |       |       |       |       |       |       |       |       |             |
|             | 1.82  |       | 1.55  |       | 1.75  |       | 1.55  |       |             |

fué el 6 con 142.9 cms. La diferencia entre estos dos promedios es de 42.5 cms.

Analizando en el Cuadro incrementos por intervalos de tiempo, se encuentra que los árboles tuvieron un mejor comportamiento en el periodo 72-73 que en el 71-72, con una diferencia de 30 cms., en promedio. El tratamiento con mayor incremento en este segundo periodo fue el 5 (Borax) con 69 cms. más que en el primer año. El de menor incremento fué el 1, el cual solo aventajó su promedio anterior en 11 cms. Proceso similar se sucedió con el tratamiento 3 (Urea), con 19 cms. más. El tratamiento 2 que tuvo comportamiento diferente a los anteriores, aparece con 13 cms. menos de incremento en el segundo periodo. El testigo ocupa en el orden de importancia, una situación casi intermedia, con 49 cms. de ganancia en incremento en crecimiento con relación al primer periodo, aventajando a los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

Analizando por bloques, los incrementos promedios en altura en los dos años de observación, se aprecia que el Bloque I, situado en la hondonada, presenta el mayor incremento en altura (182 cms.), en comparación con los Bloques II, III y IV. De estos tres bloques, el II y el IV aparecen con igual incremento promedio (155 cms.) lo que se justifica ya que se encuentran en una misma posición de la pendiente, (ver croquis de las parcelas).

El Bloque III, que se encuentra en la parte alta de la plantación, aparece con un incremento de 175 centímetros, promedio mayor de lo esperado, -

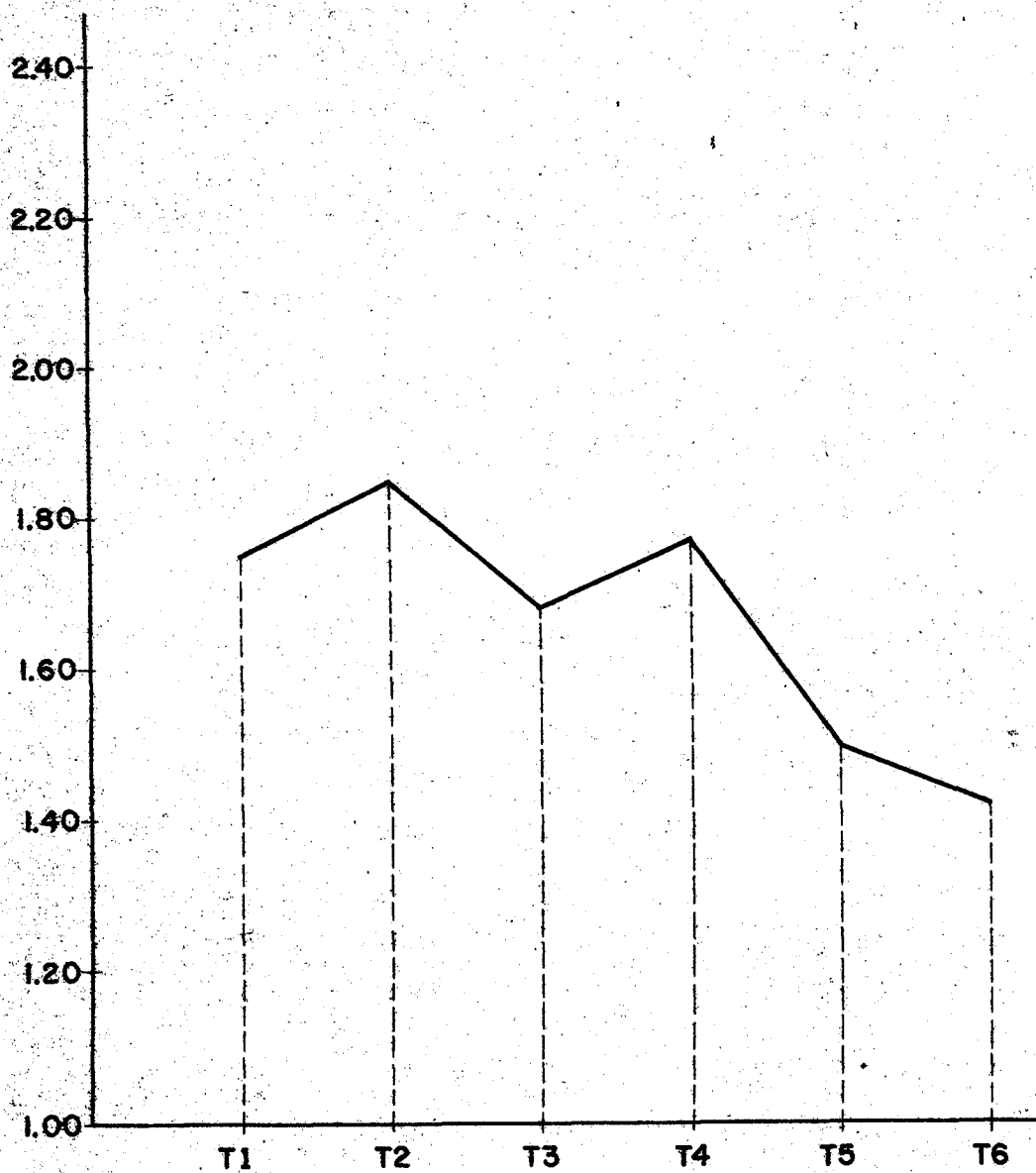
ya que se creía que por estar en el filo, presentaría el menor promedio. Posiblemente, el hecho de que los árboles de este Bloque no se encuentren propiamente en el filo de la plantación, sino en un sitio semiplano de la parte alta, sea la causa del índice alto.

En la Gráfica 3, se puede apreciar los promedios del incremento en crecimiento de las parcelas con igual tratamiento y las variaciones en incremento entre tratamientos.

Las parcelas 5 y 6 del Bloque IV fueron las de menor incremento. La 4 del Bloque IV la de mayor incremento.

1. Análisis de variancia. La aplicación del diseño experimental de bloques randomizados permitió efectuar un análisis de variancia del incremento en altura de las parcelas permanentes. Los cálculos tuvieron como punto de partida los datos de altura total promedia que aparecen en el Cuadro 15.

Según los datos anteriores se tiene el siguiente resultado para el análisis de variancia:



**GRAFICO Nº 3      INCREMENTOS EN ALTURA PROMEDIO AÑO**  
**Parcelas Permanentes**

ANALISIS DE VARIANCIA

| Fuente de va-<br>riación. | G.L. | C.S.  | C.M.  | Fc.   |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| Bloque                    | 3    | 0.368 | 0.122 |       |
| Tratamiento               | 5    | 0.457 | 0.091 |       |
| Error                     | 15   | 1.411 | 0.094 | 0.968 |
|                           | 23   | 2.236 |       |       |

El valor de F. tabulado para 5 y 15 grados de libertad, con el 99.9% de probabilidad es de 5.37, (29).

Como P. tabulado es mayor que F. calculado, se concluye que, estadísticamente no hubo diferencia significativa en el crecimiento en altura observado en los tratamientos.

#### 4.2.2 Plantación La Esmeralda. (Faja C).

Los resultados del incremento en CAP por la aplicación de fertilizante en la faja C de ciprés de La Esmeralda, se presenta en el Cuadro 16.

De acuerdo con los promedios obtenidos en cada uno de los tratamientos, se encuentra que el tratamiento 1 (Boro foliar), alcanzó un mayor incremento en CAP (7.78 cms) que su testigo el tratamiento 2 (6.97 cms). No obstante la diferencia en promedio de 0.81 cms entre tratamientos, no es significativa, lo que demuestra que el fertilizante

CUADRO N° 16

FAJA C DE FERTILIZACION

INCREMENTOS EN C.A.P.

( en cms. )

| N° Arbol   | TRATAMIENTOS |         |         |         |         |         |
|------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|            | T 1          |         |         | T 2     |         |         |
|            | 72-71        | 73 - 72 | 73 - 71 | 72 - 71 | 73 - 72 | 73 - 71 |
| 1          | 6.5          | 7.0     | 13.5    | 7.6     | 7.4     | 15.0    |
| 2          | 6.8          | 7.2     | 14.0    | 4.9     | 20.6    | 25.5    |
| 3          | 5.4          | 4.1     | 9.5     | 5.5     | 5.5     | 11.0    |
| 4          | 6.9          | 9.6     | 16.5    | 3.7     | 4.8     | 8.5     |
| 5          | 7.1          | 8.9     | 16.0    | 14.5    | 6.5     | 21.0    |
| 6          | 7.1          | 8.7     | 15.5    | 9.4     | 7.6     | 17.0    |
| 7          | 6.0          | 8.0     | 14.0    | 6.0     | 26.0    | 32.0    |
| 8          | 4.9          | 0.6     | 5.5     | 4.0     | 3.5     | 7.5     |
| 9          | 4.5          | 5.0     | 9.5     | 7.9     | 3.1     | 11.0    |
| 10         | 8.0          | 9.0     | 17.0    | 5.0     | 5.0     | 10.0    |
| 11         | 6.4          | 8.1     | 14.5    | 4.5     | 5.5     | 10.0    |
| 12         | 7.0          | 7.0     | 14.0    | 6.0     | 6.0     | 12.0    |
| 13         | 5.5          |         |         | 3.6     | 3.9     | 7.5     |
| 14         | 6.5          | 19.0    | 25.5    | 5.5     | 5.5     | 11.0    |
| 15         | 10.6         | 6.9     | 17.5    | 8.4     | 6.6     | 15.0    |
| 16         | 12.0         |         |         | 7.9     | 8.1     | 16.0    |
| 17         | 24.4         | 9.6     | 34.0    | 5.7     | 5.8     | 11.5    |
| 18         | 4.6          | 7.4     | 12.0    | 6.3     | 6.2     | 12.5    |
| 19         | 6.0          | 8.0     | 14.0    | 6.0     | 6.0     | 12.0    |
| 20         | 6.8          | 9.2     | 16.0    | 7.8     | 8.7     | 16.5    |
| 21         | 2.8          | 9.7     | 12.5    | 5.4     | 5.1     | 10.5    |
| 22         | 4.8          | 8.2     | 13.0    | 4.3     | 5.9     | 10.2    |
| 23         | 3.4          | 8.6     | 12.0    | 7.3     | 8.2     | 15.5    |
| 24         | 9.6          | 9.4     | 19.0    | 7.0     | 8.0     | 15.0    |
| 25         | 7.4          | 5.6     | 13.0    | 6.5     | 6.0     | 12.5    |
| 26         | 7.0          | 8.5     | 15.5    | 7.5     | 6.5     | 14.0    |
| 27         | 6.8          | 8.2     | 15.0    | 6.9     | 8.6     | 15.5    |
| 28         | 28.6         | 7.9     | 36.5    | 6.5     | 6.0     | 12.5    |
| 29         | 3.6          | 8.4     | 12.0    | 6.8     | 8.7     | 15.5    |
| 30         | 6.0          | 5.0     | 11.0    | 4.5     | 5.0     | 9.5     |
| 31         | 8.6          | 5.9     | 14.5    | 6.5     | 7.0     | 13.5    |
| 32         |              | 5.8     |         | 8.0     | 10.0    | 18.0    |
| 33         |              | 7.0     |         | 7.9     | 8.6     | 16.5    |
| PROMEDIO : | 7.78         | 7.79    | 15.67   | 6.52    | 7.45    | 13.94   |
| P. año :   |              |         | 7.78    |         |         | 6.97    |



te no tuvo ninguna incidencia sobre el crecimiento de los árboles tratados y que la plantación en general, presentó un crecimiento homogéneo en CAP.

Comparando los promedios en incremento en los dos periodos de observación, se aprecia que, el tratamiento 1 aventajó al tratamiento 2 en 1.25 cms. en el primer periodo pero que en el segundo, los dos incrementos fueron muy parejos (7.79 y 7.45 cms. para el mismo orden).

#### 4.2.3 Plantación La Honoria. (Fajas HI y HII).

En el Cuadro 17, se registran los incrementos en CAP (en cms.) para cada uno de los árboles tratados y el promedio del incremento año en CAP para cada uno de los tratamientos y fajas del ensayo de fertilización en esta plantación.

En base de los datos del Cuadro mencionado se efectuó un análisis de variancia de los incrementos en contrados, aplicando las fórmulas del Anexo 1. Los cálculos efectuados arrojaron el siguiente resultado: F calculado (0.81) menor que F tabulado (34.1), lo que significa que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos.

Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas entre tratamientos por diferencias en promedio año del Incremento en CAP entre los mismos se aprecia que el tratamiento 3 (Borax segunda dosis) fue el que obtuvo mayor promedio en incremento al año de la fertilización (6.8 cms) y que el N°2 (Borax primera dosis) fue el de menor promedio

CUADRO N° 17

PLANTACION "LA HONORIA"

FAJAS HI Y HII

INCREMENTO EN C.A.P.

(en cms)

| Arb.<br>N | TRATAMIENTOS |       |      |       |       |       |       |       |
|-----------|--------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | T1           |       | T2   |       | T3    |       | T4    |       |
|           | HI           | HII   | HI   | HII   | HI    | HII   | HI    | HII   |
| 1         | 4.0          | 3.5   | 7.0  | 5.0   | 7.5   | 5.0   | 8.5   | 6.5   |
| 2         | 9.0          |       | 3.0  | 6.0   | 8.0   | 5.5   | 5.0   | 4.5   |
| 3         | 13.0         | 5.0   | 7.5  | 7.0   | 13.0  | 6.0   | 7.0   | 6.0   |
| 4         | 5.0          | 3.0   | 6.5  | 4.5   | 9.0   | 4.5   | 5.5   | 4.0   |
| 5         | 6.5          | 4.5   | 6.5  | 5.0   | 6.5   | 5.5   | 6.5   | 4.5   |
| 6         | 3.5          | 0.5   | 6.5  | 6.0   | 14.0  | 5.0   | 16.0  | 8.5   |
| 7         | 6.0          | 9.0   | 2.0  | 6.0   | 9.5   | 6.5   | 6.0   | 5.0   |
| 8         |              | 9.5   | 3.5  | 5.5   | 8.0   | 5.5   |       | 3.5   |
| 9         | 7.5          | 6.0   | 7.5  | 5.5   | 7.0   | 4.0   | 4.0   | 9.0   |
| 10        | 2.0          | 6.5   | 3.5  | 6.0   | 7.5   | 4.0   | 4.5   | 5.0   |
| 11        | 3.5          | 6.0   | 5.0  | 7.0   | 7.0   | 3.0   | 3.5   | 7.0   |
| 12        | 8.0          | 5.0   | 4.0  | 6.0   | 4.0   | 6.0   | 7.0   | 5.0   |
| 13        | 6.5          | 3.0   | 7.5  | 3.0   | 6.0   | 7.5   | 4.5   | 5.5   |
| 14        | 3.0          | 5.0   | 8.0  | 5.5   |       | 7.5   | 5.0   | 3.5   |
| 15        | 3.0          | 7.5   | 3.5  | 7.0   | 3.0   | 7.0   | 8.0   | 4.0   |
| 16        | 5.0          | 5.5   | 6.5  | 5.0   | 6.0   | 6.0   | 6.0   | 6.5   |
| 17        | 9.0          | 6.0   | 3.5  | 6.0   | 6.5   | 7.0   | 8.5   | 6.5   |
| 18        | 7.0          | 12.5  | 1.5  | 10.5  | 8.5   | 8.0   | 5.5   | 10.5  |
| 19        | 6.5          | 6.0   | 3.0  | 7.0   | 7.0   | 8.5   | 5.5   | 12.0  |
| 20        | 6.0          | 7.0   |      | 7.0   | 4.0   | 8.0   | 6.0   | 7.5   |
| T         | 114.0        | 117.0 | 96.0 | 120.5 | 142.0 | 125.0 | 122.0 | 124.5 |
| P         | 6.0          | 5.8   | 5.0  | 6.0   | 7.4   | 6.2   | 6.4   | 6.2   |
| P.año     | 5.9          |       | 5.5  |       | 6.8   |       | 6.3   |       |

(5.5 cms.). Los tratamientos 1 (Escoria básica), y 4 (Testigo), ocupan posiciones intermedias con 5.9 y 6.3 cms. de incremento promedio en CAP, respectivamente.

En cuanto a las fajas, aparece el tratamiento 3 de la faja HI con el mejor incremento (7.4 cms.) y 2 de la faja HI con el menor (5.0 cms.). En general fueron mejores los incrementos de los tratamientos de la faja HI que los de la réplica HII.

#### 4.2.4 Plantación La Margarita. (Faja MS).

El Cuadro 18, se refiere al incremento en CAP encontrado en los árboles fertilizados y no fertilizados (Testigos) de la faja de Eucaliptus saligna.

En este caso, como en el de las dos fajas restantes de esta plantación, se imposibilitó un análisis estadístico de los resultados por falta de las réplicas en los tratamientos.

Del análisis de la magnitud de los incrementos año en CAP, en los tres tratamientos aplicados a esta especie, se desprende que el tratamiento 2 (Borax) fue el mejor incremento (8.93 cms), siguiéndole - en importancia el N°1 (Completo) con 8.45 cms..

Los dos tratamientos aventajan al testigo en 2.01 y 1.53 cms. de incremento en CAP, respectivamente. Estas diferencias demuestran que si hubo respuesta de los árboles tratados a los fertilizantes aplicados, aunque por las diferencias en promedio con relación al testigo no fue en una forma muy notoria.

CUADRO N° 18

PLANTACION "LA MARGARITA"

FAJA MS

INCREMENTO EN C.A.P.

(en cms)

| ARBOL N° | TRATAMIENTOS |         |         |         |         |         |
|----------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | T 1          |         | T 2     |         | T 3     |         |
|          | 72 - 71      | 73 - 72 | 72 - 71 | 73 - 72 | 72 - 71 | 73 - 72 |
| 1        | 5.2          | 7.0     | 10.7    | 12.0    | 9.3     | 10.5    |
| 2        | 7.5          | 9.5     | 5.4     | 4.5     | 5.9     | 5.0     |
| 3        | 13.3         | 9.0     | 8.0     | 7.5     | 6.0     | 4.5     |
| 4        | 9.5          | 9.0     | 9.3     | 8.0     | 13.3    | 10.0    |
| 5        | 10.1         | 9.5     | 10.4    | 9.5     | 10.4    | 9.0     |
| 6        | 8.7          | 5.0     | 13.5    | 12.5    | 6.5     | 6.0     |
| 7        | 6.5          | 5.5     | 9.8     | 12.0    | 8.2     | 7.5     |
| 8        | 8.8          | 4.5     | 9.5     | 9.5     | 5.0     | 1.0     |
| 9        | 5.2          | 3.5     | 9.0     | 8.5     | 8.0     | 6.0     |
| 10       | 11.3         | 7.5     | 3.7     | 6.0     | 5.5     | 5.5     |
| 11       | 11.4         | 9.5     | 8.3     | 7.5     | 8.9     | 6.0     |
| 12       | 9.5          | 9.5     | 7.9     | 7.5     | 9.0     | 8.5     |
| 13       | 6.3          | 8.5     | 13.5    | 11.0    | 5.0     | 5.0     |
| 14       | 10.3         | 5.0     | 6.8     | 8.0     | 8.0     | 5.0     |
| 15       | 10.3         | 7.0     | 8.4     | 11.0    | 10.5    |         |
| 16       | 6.0          | 5.0     | 6.5     | 6.5     | 11.2    | 2.0     |
| 17       | 13.2         | 16.0    | 10.7    | 8.5     | 12.5    | 8.0     |
| 18       | 7.8          | 7.0     | 11.5    | 11.0    | 4.4     | 2.0     |
| 19       | 12.1         | 8.5     | 12.3    | 5.0     | 6.6     | 7.0     |
| 20       | 13.5         | 9.5     | 6.1     | 10.0    | 12.9    | 7.0     |
| TOTAL    | 186.5        | 151.5   | 181.3   | 176.0   | 155.5   | 115.5   |
| PROMEDIO | 9.33         | 7.57    | 9.06    | 8.80    | 7.77    | 6.07    |
| P. año   | 8.45         |         | 8.93    |         | 6.92    |         |

En cuanto al incremento año en altura total de algunos árboles dominantes de los fertilizados y no fertilizados y cuyos promedios se describen en el Cuadro 19, se nota que no hubo diferencia apreciable en diferencias en incremento entre tratamientos, y que más bien el crecimiento en altura fué muy homogéneo en toda la plantación.

La escasa diferencia en promedio de incremento en altura entre los fertilizados y el testigo, demuestra que los fertilizantes aplicados (Completo y Borax) no causaron efecto en el crecimiento en altura de los árboles.

#### 4.2.5 Plantación La Margarita. (Faja ME)

En la plantación de Pinus elliottii, el tratamiento 1 (Completo) aparece, para un intervalo de dos años, con el mayor incremento promedio año de CAP (7.94 cms.), como se puede observar en el Cuadro 20. El tratamiento 2 (Borax) le sigue en importancia con 7.22 cms. Los dos tratamientos (1 y 2) aventajan al Testigo (3) en 0.91 y 0.19 cms, respectivamente. Las diferencias indican una buena reacción del tratamiento 1 al fertilizante y muy baja en el tratamiento 2, con relación al testigo.

El mayor incremento promedio año en altura, de algunos dominantes (Cuadro 21), se operó en el tratamiento 1 (Completo) con 187 cms. Le siguió en importancia el 3 (Testigo) con 143 cms. y el menor fué el N°2 (Borax) con 143 cms.

Los incrementos notorios en CAP y altura demostra-

CUADRO N° 19

PLANTACION "LA MARGARITA"

FAJA MS

INCREMENTO EN ALTURA TOTAL

(en mts)

| Arbol<br>N° | TRATAMIENTOS |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | T1           |         |         | T2      |         |         | T3      |         |         |
|             | 72 - 71      | 73 - 72 | 73 - 71 | 72 - 71 | 73 - 72 | 73 - 71 | 72 - 71 | 73 - 72 | 73 - 71 |
| 1           | 3.00         | 1.50    | 4.50    | 4.00    | 3.50    | 7.50    | 3.50    | 1.00    | 4.50    |
| 2           | 4.50         | 0.90    | 5.40    | 4.70    | 3.00    | 7.70    | 5.00    | 0.30    | 5.30    |
| 3           | 7.00         | 1.00    | 8.00    | 1.50    | 3.50    | 5.00    | 2.50    | 8.00    | 10.50   |
| 4           | 2.50         | 3.30    | 5.80    | 2.30    | 1.50    | 3.80    | 0.50    |         |         |
| 5           | 4.20         | 1.50    | 5.70    | 1.50    | 4.00    | 5.50    | 0.50    | 5.00    | 5.50    |
| 6           |              |         |         |         |         |         | 2.50    | 2.00    | 4.50    |
| TOTAL       | 21.20        | 8.20    | 29.40   | 14.00   | 15.50   | 29.50   | 14.50   | 16.30   | 30.30   |
| PROMEDIO    | 4.24         | 1.64    | 5.88    | 2.80    | 3.10    | 5.90    | 2.42    | 3.26    | 6.15    |
| P. año      | 2.94         |         |         | 2.95    |         |         | 3.07    |         |         |

dos por el tratamiento 1 (Completo más Borax), indican que este fertilizante obró positivamente en los árboles, especialmente en el período 71 - 72 y que el tratamiento 2 (Borax) obró sin efecto o con efecto negativo, en comparación con el testigo.

#### 4.2.6 Plantación La Margarita. (Faja MP)

Por lo expuesto en el Cuadro 22, los mejores incrementos en CAP para esta faja de Pinus patula, fueron para el tratamiento N° 1 (Escoria básica) y N° 2 (Borax primera dosis), con 6.2 cms. y 6.3 cms. - al año. El tratamiento 3 (Borax primera dosis), - con 5.8 cms., solo se diferenció de los dos primeros en 0.5 cms, aproximadamente.

El hecho de que los tratamientos hayan superado a su testigo en menos de 1.0 cms., demuestran en forma general que sí hubo respuesta a los fertilizantes, pero que esta no fue muy notoria.

CUADRO Nº 20

PLANTACION "LA MARGARITA"

FAJA ME

INCREMENTO EN C.A.P.

(en cms.)

| ARBOL Nº | TRATAMIENTOS |         |         |         |         |         |
|----------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | T1           |         | T2      |         | T3      |         |
|          | 72 - 71      | 73 - 72 | 72 - 71 | 73 - 72 | 72 - 71 | 73 - 72 |
| 1        | 12.0         | 10.0    | 6.0     | 7.5     | 9.0     | 5.0     |
| 2        | 2.0          | 7.5     | 5.8     | 8.2     | 9.5     | 7.5     |
| 3        | 14.0         |         | 15.5    | 4.5     | 9.0     | 7.0     |
| 4        | 2.0          | 3.5     | 6.0     | 1.5     | 11.0    | 8.5     |
| 5        | 10.0         | 4.0     | 9.0     | 8.5     | 8.0     | 6.5     |
| 6        | 12.0         | 7.0     | 14.0    | 2.0     | 1.0     | 7.0     |
| 7        | 5.0          | 1.0     | 10.5    | 7.5     | 5.5     | 4.5     |
| 8        | 9.0          | 7.0     | 4.0     | 4.0     | 8.0     | 3.0     |
| 9        | 9.5          | 7.5     | 7.5     | 5.0     | 6.0     | 10.0    |
| 10       | 9.0          | 6.0     | 8.0     | 4.5     | 4.5     | 5.5     |
| 11       | 8.5          | 10.0    | 9.0     | 4.5     | 5.0     | 15.0    |
| 12       | 1.0          | 7.0     | 2.5     | 8.0     | 15.0    | 10.5    |
| 13       | 3.0          | 9.0     | 5.5     | 6.0     | 13.5    | 8.5     |
| 14       |              | 14.0    | 10.0    | 8.0     | 10.5    | 6.0     |
| 15       | 2.0          | 7.5     | 14.5    | 4.0     | 14.5    | 8.5     |
| 16       | 4.5          | 5.0     | 7.5     | 1.5     | 14.5    | 8.5     |
| 17       | 13.0         | 7.0     | 9.0     | 10.0    | 3.5     | 6.5     |
| 18       | 16.0         | 9.0     | 9.0     | 8.5     | 2.5     | 7.0     |
| 19       | 12.5         | 6.5     | 8.0     | 5.0     | 3.5     | 7.0     |
| 20       | 14.9         | 13.5    | 8.5     | 10.5    | 2.0     | 3.5     |
| TOTAL    | 159.9        | 142.0   | 169.8   | 119.2   | 156.0   | 145.5   |
| PROMEDIO | 8.41         | 7.47    | 8.49    | 5.96    | 7.80    | 7.27    |
| P. año   |              | 7.94    |         | 7.22    |         | 7.03    |



CUADRO N° 21

PLANTACION "LA MARGARITA"

FAJA ME

INCREMENTOS EN ALTURA TOTAL

(En mts.)

| ARBOL<br>N°        | TRATAMIENTOS |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | T1           |       |       | T2    |       |       | T3    |       |       |
|                    | 72-71        | 73-72 | 73-71 | 72-71 | 73-72 | 73-71 | 72-71 | 73-72 | 73-71 |
| 1                  | 1.10         | 2.90  |       | 2.80  | 0.75  |       | 1.60  | 1.80  |       |
| 2                  | 1.10         | 2.90  |       | 1.30  | 2.00  |       | 1.60  | 1.90  |       |
| 3                  | 0.80         | 1.45  |       | 1.60  | 1.80  |       | 2.10  | 1.30  |       |
| 4                  |              |       |       | 1.50  | 0.90  |       | 2.10  | 0.95  |       |
| 5                  |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 6                  |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| TOTAL              | 3.00         | 7.25  |       | 4.20  | 5.45  |       | 7.40  | 5.95  |       |
| PROMEDIO           | 1.00         | 2.41  | 3.41  | 1.80  | 1.36  | 3.16  | 1.85  | 1.48  | 3.33  |
| P. AÑO             |              |       | 1.70  |       |       | 1.58  |       |       | 1.66  |
| PROMEDIO GENERAL : |              |       |       |       |       |       |       |       |       |

CUADRO N° 22

PLANTACION "LA MARGARITA"

FAJA ME

INCREMENTO EN C.A.P.

(en cms.)

| ARB.<br>N°. | TRATAMIENTOS |       |       |       |
|-------------|--------------|-------|-------|-------|
|             | T1           | T2    | T3    | T4    |
|             | 73-72        | 73-72 | 73-72 | 73-72 |
| 1           | 8.0          | 7.5   | 7.5   | 7.0   |
| 2           | 10.0         | 24.0  | 10.5  | 2.9   |
| 3           | 8.0          | 4.0   |       | 1.0   |
| 4           | 1.5          | 3.0   | 3.0   | 8.5   |
| 5           | 6.5          | 10.0  | 2.0   | 7.0   |
| 6           | 1.5          | 5.5   | 5.5   |       |
| 7           | 2.0          | 1.0   | 7.0   | 23.5  |
| 8           | 10.0         | 11.5  | 4.0   | 5.5   |
| 9           | 4.4          | 4.0   | 5.0   | 3.0   |
| 10          | 3.0          | 2.0   | 8.0   | 1.5   |
| 11          | 9.5          | 7.5   | 4.0   | 1.0   |
| 12          | 3.5          | 8.0   | 0.5   | 7.5   |
| 13          | 10.0         | 1.5   | 4.5   | 3.0   |
| 14          | 11.5         | 2.0   | 11.0  | 4.0   |
| 15          | 8.0          | 4.0   | 6.0   | 3.0   |
| 16          |              |       | 6.0   | 5.5   |
| 17          |              | 7.0   | 6.0   | 5.0   |
| 18          | 2.5          | 3.0   |       | 1.0   |
| 19          |              | 3.0   | 8.5   |       |
| 20          | 7.0          | 11.0  |       | 6.0   |
| Total       | 106.9        | 119.5 | 99.0  | 95.9  |
| Promed.     | 6.2          | 6.3   | 5.8   | 5.3   |
| P.año       | 6.2          | 6.3   | 5.8   | 5.3   |

## V. DISCUSION

La discusión que a continuación se hace, es producto del análisis de los resultados que se obtuvieron al realizar los diferentes cálculos basados en las mediciones efectuadas y en las observaciones del estado actual de las parcelas y fajas fertilizadas.

Desafortunadamente el ensayo no fue planeado obedeciendo a un conocimiento más exacto del suelo de las parcelas y fajas. La ausencia de análisis químicos del suelo y foliar, antes y después de la aplicación de fertilizantes, que permitieran conocer en una mejor forma el comportamiento de los elementos nutritivos tanto en el suelo como en los árboles, dificultan la discusión de los resultados en lo que se refiere al efecto de los fertilizantes en el desarrollo de las especies en uno u otro tratamiento.

Al analizar las experiencias que antecedieron al actual estudio y que dieron base para formular las evidencias complementarias (Capítulo III), se encuentra en primer lugar que estas fueron realizadas en plantaciones aledañas a las que contienen las fajas y parcelas de experimentación pero que, ninguna fué realizada dentro de estas mismas plantaciones. En segundo lugar, evidencias como muerte descendente y deficiencias de boro y fósforo en el suelo descritas en el estudio de varias plantaciones de la Hoya del Rio Cali, no se habían presentado, hasta el momento, en las plantaciones ensayadas, ni se presentaron en forma notoria en el transcurso del ensayo.

Lo anterior, unido al hecho del desconocimiento de las variaciones del suelo dentro de una misma plantación, - dificultan aún más la discusión sobre la incidencia de los tratamientos en el desarrollo de las especies.

No obstante, se ha de advertir que el actual ensayo es - de tipo exploratorio, donde se ha tratado de determinar, por el momento, los elementos nutritivos que se encuen - tran deficientes en el suelo, sin que se pueda asegurar que las dosis empleadas para corregir las deficiencias, sean las más óptimas. De acuerdo a la metodología apli - cada, el ensayo de dosis corresponde a una segunda etapa de investigación, posterior a la aquí realizada y una -- vez que se han determinado con certeza los elementos en deficiencia.

Por último, debido al hecho de que en estas experiencias, realizadas en el campo, se dificulta el control de algu - nas variables, ajenas a los ensayos pero que inciden so - bre ellos (Factores genéticos, climáticos, topográficos y diferencias en edad y el edafológico), precisan tener en cuenta en la interpretación de los resultados, hasta las más mínimas diferencias en el incremento de los pará - metros medibles como evidencia del efecto de los trata - mientos.

## 5.1 ASPECTOS DE LAS PARCELAS Y FAJAS.

### 5.1.1 Supervivencia.

Analizando los resultados de los porcentajes de - supervivencia encontrados en las parcelas y fajas fertilizadas de las diferentes plantaciones, al - final de la evaluación de 1.973, se deduce que en

la Hoya del Rio Cali aunque se ha encontrado que sus suelos son deficientes en nutrientes, éstos no han llegado a afectar hasta el momento las -- plantaciones, en forma notoria.

Para los fines que persiguen el actual estudio, porcentajes de supervivencia del orden del 100%, incluso en las parcelas de testigo, dificultan -- cumplir con uno de los objetivos señalados, cual es el de determinar qué elemento o elementos nutricionales, de los aplicados, previenen la aparición del Die-back.

En el caso de las parcelas permanentes, el registro de un 5% de árboles con muerte descendente, -- no justifica una discusión del índice observado a nivel d tratamiento, menos aún cuando el testigo aparece, en cuanto a la supervivencia, con un com portamiento mejor que los fertilizados. Sin em -- bargo, el registro justifica la continuación de -- las observaciones de campo, por la posibilidad de que por el desplazamiento de las raíces de estos árboles a nuevos horizontes, las deficiencias nutricionales que comienzan a evidenciarse, se incre mentan con el tiempo.

#### 5.1.2 Clorosis.

En cuanto al amarillamiento foliar, el obervado -- en el ciprés es el más notorio. Desafortunadamen -- te las variaciones en porcentaje de clorosis se -- presentan en una forma muy irregular, en estas -- plantaciones de diferentes edades.

Por un lado, el ciprés de 3 años de las parcelas permanentes que en el momento de la fertilización presentaba árboles con ausencia de clorosis, exhibe a los 2 años de la fertilización un incremento en un 25.6%, de árboles cloróticos.

Por otra parte, en la faja C de ciprés que fué fertilizado a la edad de 6 años, exhibiendo en el momento una clorosis en el 100% de los árboles, presenta a los dos años de la fertilización, una disminución del número de árboles cloróticos, en un 72.8%.

En la plantación de La Honoria, la clorosis no se presentó en las fajas de fertilización en el transcurso del ensayo. La plantación tenía la edad de 7 años en la evaluación de 1.972.

El hecho de que la clorosis se presente en una forma muy irregular entre plantaciones, no permite deducir conclusiones generales, por lo expuesto, sino que el análisis ha de hacerse a plantaciones con deficiencias específicas de suelos. Desafortunadamente, como se dijo al comienzo, la ausencia de análisis de suelos más detallados, impiden apreciar en una mejor forma la relación síntoma-deficiencia.

El bajo porcentaje de clorosis presentado por los tratamientos 1 a 4 de las parcelas permanentes con relación a los tratamientos 5 (Borax) y 6 (Testigo), demuestra la importancia de los fertilizantes fosforados para prevenir la aparición de la cloro-

sis, especialmente el fertilizante superfosfato triple. El Boro por si solo no garantiza, aparentemente, la prevención de la clorosis.

En la faja C de Ciprés el hecho de que la disminución de árboles cloróticos se hubiera operado tanto en fertilizados como en testigos, obligó a descartar la posibilidad de que hubiera sucedido por efecto de la aplicación del boro foliar. No obstante, es notorio que el recuperamiento fue mayor en los tratados que en los testigos.

Con relación a la incidencia de los tratamientos sobre la clorosis en las fajas de fertilización de La Margarita, no se puede afirmar nada por cuanto que el síntoma no se presentó. Solo se puede decir que la incidencia de las deficiencias del suelo, en las especies de Eucalyptus saligna, P. elliottii y P. patula, no son tan notorias como en el Ciprés.

## 5.2 INCREMENTOS EN CRECIMIENTO.

### 5.2.1 Incrementos en altura total.

Las observaciones en el campo dieron mayor capacidad de discusión en este aspecto, pues fácilmente se pudo observar que las parcelas tratadas tuvieron un mejor comportamiento, en cuanto al incremento en altura, que su parcela testigo.

Aunque estadísticamente se demostró no haber diferencias significativas en el crecimiento entre tratamientos, se aprecia que todas las parcelas ferti

lizadas, especialmente aquellas a base de fósforo y boro, superaron el incremento año en altura en más de 50 cms. con relación al testigo.

De los resultados de los incrementos en altura de las parcelas permanentes presentados en el Cuadro 9, se demuestra que los fertilizantes a base de fósforo imprimen mayor crecimiento en altura a los árboles. El hecho de que los tratamientos 2 (Triple 15 más Borax) y el 4 (Superfosfato triple) posean los mejores incrementos en altura, permiten deducir que la aplicación de fósforo acelera el crecimiento de los árboles. El boro obró positivamente cuando se le aplicó en combinación con el triple 15, pero no obró cuando se le aplicó solo.

En cuanto a la incidencia de los fertilizantes fosforados y boratados en el transcurso del ensayo y teniendo en cuenta que se efectuó una segunda aplicación de Borax en las parcelas 2 y 5, al año de la primera fertilización, se encuentra que los árboles respondieron, en mejor forma en el segundo período (73-72) que en el primero (72-71).

Sin embargo, a nivel de tratamiento, los árboles respondieron en forma desigual, Mientras que en el primer año la mejor respuesta se obtuvo de los árboles fertilizados con Triple 15 más borax, en el segundo año se obtuvo de los fertilizados con Borax.



De lo anterior se deduce que sí hay una respuesta de los árboles a la aplicación de fertilizantes fosforados y boratados, pero que ésta es desigual en el tiempo. La respuesta se manifiesta primeramente a las aplicaciones de fósforo y posteriormente a las de boro, según los resultados del incremento en altura.

En cuanto a los incrementos en altura, de algunos árboles dominantes de las fajas de eucalyptus y pinos, el crecimiento homogéneo presentado tanto en los tratados como en el testigo, demuestran que los fertilizantes no tuvieron incidencia positiva sobre este parámetro. Al respecto, se encontró el caso de que el testigo presentó al final del ensayo un mayor incremento en altura que la mayor parte de los tratados. Solo en la faja ME (Pinus elliotii), el tratamiento 1 (Completo más Borax), superó al testigo en 0.04 mts., diferencia nada significativa.

#### 5.2.2 Incremento en C.A.P.

Los resultados de la incidencia sobre el crecimiento en circunferencia, por la aplicación de dos tratamientos en las especies de Eucalyptus saligna y P.elliotii, demuestran una respuesta positiva de la primera especie a los fertilizantes boratados. En este caso, fue mayor la respuesta al tratamiento 2 (Borax) que al tratamiento 3 (Completo más borax). El pinus elliotii, demostró también respuesta positiva a los dos tratamientos, pero no en una forma tan notoria como en el eucalipto.

En cuanto a las especies de ciprés y Pinus patula de La Margarita, tratados con igual fertilizante, se alcanza a percibir una respuesta positiva del Pinus patula a los fertilizantes boratados y a la escoria básica y del Ciprés al Borax (Dosis acumulada). En este caso, se encontró que estadísticamente no hay diferencia significativa del crecimiento de CAP entre tratamientos y que incluso muchos de los tratados incrementaron menos circunferencia que su testigo.

En la faja C de ciprés se encontró una respuesta leve en el crecimiento en altura de los tratados con Boro foliar, especialmente en los primeros meses siguientes a la aplicación.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se han expuesto resultados parciales no absolutos, por cuanto que en ningún momento se habla en términos absolutos, pues se ha tratado de discutir un hecho cumplido a los dos años de iniciado el ensayo, considerándose que pueda constituir una base para la evaluación final.

El experimento fue localizado sobre una serie de áreas -- que presentan varios tipos de suelos correspondientes a un mismo gran grupo (Asociación AN) y cuya distribución -- en el terreno se imposibilitó determinar al no efectuarse la diferenciación edafológica entre las plantaciones y parcelas de la fertilización, por lo que el factor suelo quedó incluido como variable en el ensayo.

Por otra parte, la falta de análisis químicos del suelo y foliar impidió conocer la movilidad de los elementos nutritivos aplicados al suelo y su aprovechamiento por -- las plantas, lo que dificultó la discusión de los resultados y la obtención de conclusiones valederas.

De acuerdo con lo discutido se puede concluir:

1. En los suelos de diabasa de la Hoya Hidrográfica del Rio Cali, existe una deficiencia de los elementos -- fósforo y boro y probablemente el cobalto. El potasio y el cobre se encuentran también en poca cantidad y en forma deficiente.

2. La escasa disponibilidad de estos elementos para los árboles, es causa del escaso desarrollo de las plantaciones que soportan estos suelos.
3. Los síntomas más característicos de estas deficiencias son la clorosis y muerte de los árboles en forma descendente las cuales se observan en mayor grado en la especie Cupressus y poco o nada en los Eucalyptos o Pinus.
4. El hecho de que las deficiencias no se manifiesten en todas las plantaciones de la Cuenca y que en algunos casos se suceda un recuperamiento gradual y espontáneo de los árboles enfermos, hace pensar que las deficiencias solo son características de algunos tipos de suelos y en ellos de algunos horizontes. Los veranos prolongados también son causa de estas deficiencias por cuanto que en este tiempo las arcillas fijan los elementos nutritivos. Si los veranos son muy prolongados, se causa la muerte de los árboles (Plantación de Yanaconas), si moderado, permite el recuperamiento (Faja C de Ciprés de La Esmeralda).
5. La alta supervivencia sucedida en las parcelas permanentes, en el transcurso del ensayo, imposibilitan determinar qué elemento o elementos previenen la muerte descendente.
6. La aplicación de 80 gramos de Superfosfato triple previene la clorosis en el ciprés, cuando se le aplica a los árboles en forma individual. Aparentemente la aplicación de boro por aspersion foliar no previene la clorosis.

7. Estadísticamente no hay diferencia significativa en el crecimiento en altura entre tratamientos. Sin embargo, se encontró que los árboles tratados con Triple 15 más Borax, incrementan con relación al testigo, hasta más de 50 cmts. en altura, año.
8. Las aplicaciones de boro al suelo incrementan el crecimiento en circunferencia en Eucalyptus saligna pero no causa efecto en el Pinus eliottii.
9. Ninguno de los fertilizantes obró positivamente en el crecimiento en altura en los árboles de Eucalyptus saligna y Pinus eliottii.

#### Recomendaciones:

1. Continuar con los registros y observaciones periódicas en las parcelas permanentes de la plantación de la Esmeralda.
2. Empezar la etapa de ensayos de dosis con los elementos N, P, K, B, Co, Cu, en diferentes tratamientos.
3. Efectuar análisis químicos del suelo foliar, antes y después de las fertilizaciones en tal forma que permitan hacer las diferenciaciones edafológicas y conocer el movimiento de los elementos aplicados, tanto en el suelo como en los árboles.
4. A fin de permitir efectuar la validez estadística de los resultados, los tratamientos deberán ser replicados al menos una vez.

5. Restringir el ensayo a la especie Cupressus.

## VII. RESUMEN

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC), a través de su Sección de Recursos Naturales (Programa de Investigación Forestal), ha emprendido un ensayo de fertilización en plantaciones forestales con el fin de suplir la clorosis y muerte descendente observada en los árboles de algunas plantaciones de la Hoya Hidrográfica del Río Cali, síntomas que se atribuyen a una deficiencia de nutrientes en el suelo.

El ensayo que fué establecido en plantaciones de Cupressus lusitanica en las localidades de La Esmeralda y La Honoria y de Eucalyptus saligna, Pinus elliottii y Pinus patula de La Margarita, en un sitio entre 1.800 y 1.900 m.s.n.m., con temperatura promedio de 18°C y 1.500 mm. de precipitación, correspondiente al bosque húmedo sub-tropical (bh-ST) perseguía los siguientes objetivos específicos: determinar qué elemento o elementos, por deficiencias en el suelo, limitan el crecimiento de las plantaciones; cuál o cuáles -- tratamientos permiten prevenir la clorosis y muerte descendente de los árboles; comparar la respuesta de las especies a las distintas aplicaciones de fertilizantes.

Los suelos son diabasa con presencia de ceniza volcánica, los cuales se presentan en varios tipos, lo que no permitió establecer una correlación de la incidencia de los mismos sobre los diferentes tratamientos aplicados.

Mediante el análisis de los resultados obtenidos en anteriores investigaciones (análisis de suelo y foliar; ensayos de fertilización en el invernadero y en el campo; experiencias agrícolas) en plantaciones aledañas a las del ac-

tual estudio, se pudo determinar que en la Cuenca del Rio Cali los suelos presentan deficiencias de elementos nutritivos, específicamente de fósforo y boro, los cuales producen la clorosis y muerte descendente de los árboles que soportan.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo del ensayo se escogieron los elementos NPKBCuFe, los cuales se combinaron en varias formas denominadas tratamientos.

Como paso preliminar a la aplicación de nutrientes se efectuó un levantamiento topográfico y evaluación de las plantaciones seleccionadas lo cual permitió escoger los mejores sitios para el establecimiento de parcelas y fajas permanentes para la fertilización como los árboles a fertilizar, los cuales fueron demarcados y señalados convenientemente.

El ensayo principal se hizo en una plantación de Ciprés de 3 años, con estado sanitario aceptable, a la cual se le aplicaron los siguientes tratamientos:

1. Triple 15 (200 grm./arb.).
2. Triple 15 más Borax (200 más 8 grms/arb.).
3. Urea más superfosfato triple (66 más 80 - grm./arb.).
4. Superfosfato triple (80 grms./arb.).
5. Borax al suelo (8 grms./arb.)
6. Sin tratamiento.

El diseño utilizado fue el de "Bloques randomizados". Los tratamientos fueron replicados cuatro veces en diferentes posiciones de la pendiente del terreno.



Cada bloque constó de 6 parcelas y cada parcela de 25 árboles fertilizados aproximadamente.

La primera aplicación de fertilizantes se efectuó en Julio de 1.971. En esa misma fecha se iniciaron los registros de alturas totales y observaciones sobre aspectos de los árboles, los cuales se repitieron cada año y durante dos años. En Julio de 1.972 se hizo una segunda aplicación de 8 grms. por árbol de Borax en las parcelas 2 y 5 de todos los bloques.

Una vez compilados los registros se hicieron los cálculos necesarios para obtener los porcentajes de supervivencia, clorosis e incremento promedio año en altura, por tratamiento.

Los cálculos arrojaron un porcentaje promedio de supervivencia del 90.0%. Las muertes de orden descendente fueron del 5%, considerado como porcentaje bajo, sin embargo justifica la continuación de las observaciones y registros periódicos en esta plantación, ya que es un indicio de que las raíces se están desplazando a nuevos horizontes con posibles deficiencias.

La alta supervivencia sucedida en el transcurso del ensayo, tanto en árboles tratados como en testigos, imposibilitó determinar que elemento (s) podrían prevenir la muerte descendente de los árboles. En cambio, permitió comprobar que los síntomas no se presentan en todas las plantaciones, ni a una edad determinada de estas, lo que demuestra que el problema no es general para todo el grupo diabásico, sino que es exclusivo de algunos tipos de suelos.

Por otra parte, el hecho de que la clorosis observada en un alto porcentaje de árboles de ciprés de algunos rodales, haya desaparecido gradual y espontáneamente, hizo pensar que los suelos presentan horizontes con diferentes grados de fertilidad ó que en las estaciones secas prolongadas el complejo arcilla fija los elementos impidiendo que queden disponibles a las plantas por lo que sobreviene la muerte de éstas si los veranos son prolongados ó su recuperación, sin son cortos.

En cuanto a la clorosis, se determinó que la aplicación de fertilizantes a base de fósforo previene la coloración anormal en los árboles, especialmente el tratamiento 4 - (Superfosfato triple). El Borax por sí solo no previene la clorosis.

Estadísticamente se demostró no haber diferencia significativa en el crecimiento en altura promedio año de los árboles en los diferentes tratamientos. No obstante, los árboles respondieron con un incremento en altura mayor de 50 cms., con relación a los testigos, cuando se le aplicó el tratamiento 2 (Triple 15 más borax).

Con relación a los otros ensayos (Fajas de fertilización) con diseño de árboles individuales, se pudo determinar que las aplicaciones de boro al suelo imprimen un mayor incremento en circunferencia a los árboles de las especies de Eucalyptus saligna, Pinus patula y Cupressus sp. La dosis empleada fue de 8 grms./arbol.

El Eucalyptus saligna y Pinus elliottii no respondieron positivamente a las aplicaciones de Borax, en cuanto al crecimiento en altura.

El Boro foliar imprime un mayor crecimiento en circunferencia al Cupressus en los primeros meses siguientes a la fertilización.

En base de lo anterior se recomienda emprender la segunda etapa del ensayo, con el tratamiento NPKBCuCo en diferentes dosis y en plantaciones sanas y enfermas de Cupressus sp.

Se recomienda también los análisis químicos, de suelos y foliar, antes y después de la fertilización, para facilitar la interpretación de los resultados así como la replicación de los tratamientos que permitan calcular la validez estadística de los resultados.

## SUMMARY

The Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC), -- through the Section of Natural Resources (Forest Investigation Program), has begun a study of fertilization -- in forest plantations with the object to understand the chlorosis and sapling mortality observed in the trees -- of several plantations of the Cali river watershed, the symptoms are attributed to a deficiency of soil nutrients.

The study was established in plantations of Cupressus lusitanica in the cities of "La Esmeralda" and "La Honoria", and Eucalyptus saligna, Pinus elliottii and Pinus patula in "La Margarita", in a location between -- 1.800 and 1.900 meters above sea level, with an average temperature of 18°C and 1.500 mm. of precipitation annually, corresponding to a sub-tropical humid forest, seeking the following specific objectives: determine which element or elements, because of soil deficiencies, limit the growth in the plantations; which treatment or treatments prevent the chlorosis and sapling death of the -- trees; compare the reactions of the species to distinct applications of fertilizer.

The soils are of diabase with the presence of volcanic ash, which are present in various types, do not permit the establishment of the correlation of the incidence of constant factors with different treatments applied.

With the help of the results obtained in the anterior investigations, (analysis and numeration of the soil, studies of fertilization in the hothouse and the field; agricultural experiences) in plantations bordering the -- actual study, one could determine that in the watershed

of the Cali river the soils have deficiencies of nutritive elements, specifically phosphorus and boron, those which produce the chlorosis and sapling mortality in the existing trees.

To complete the second objective of the study the elements N, P, K, B, Cu, Fe, were chosen those which combine in distinct forms with various treatments.

Preliminary to the application of nutrients, topographic elevations and evaluations of the selected plantations were done to permit the choosing of the best sites to establish permanent parcels of land and the trees to be fertilized. The trees were conveniently marked.

The principle study was done in a plantation of three year old cypress, with an acceptable sanitary condition, to which the following applications were made.

1. Triple 15 (200 grm./arb.)
2. Triple 15 with Borax (200 plus 8 grm./arb.)
3. Urea plus triple superphosphate (66 plus 80 grm./arb.).
4. Triple superphosphate (80 grm./arb.).
5. Borax to the soil (8 grm./arb.).
6. Without treatment.

The plan used was "Random Blocks". The treatments were repeat four times in different positions of the slope of the terrain. Each block consisted of six parcels and each parcel had approximately 25 trees fertilized.

The first application of fertilizer was in July of 1971. In the same date, the records of the heights and obser-

vations about the condition of the trees were begun, - which were repeated each year for two years. In July 1972, the second application of 8 gm./arb. of Borax -- was applied in parcels number 2 and 5 of each block.

After the first compilation of data, the necessary calculations were done to obtain percentages of survival, chlorosis, and average growth in height annually, for - each treatment.

The calculation showed an average percentage of survival of 90.0% Die-back was 5%, considered low, nevertheless it justifies the continuation of the observations and - periodic records in this plantation, already it is an - indication of that the roots are reaching new horizons, with possible new deficiencies.

The high survival occurring in the timespan of the study, especially in the control group of trees, makes it im-- possible to determine which element (s) can prevent the die-back of the trees. On the other hand, it gave evidence that the symptoms are not present in all of the plantations, nor in a determined age group of these, what is demonstrated is that the problem isn't general for all of the diabase group, except that it is only in some types of soils.

For the other part, the fact that the chlorosis observed in a high percentage of cypress trees of some locations, has disappeared gradually and exponentially suggests -- that the soils present horizons with different grades of fertility or that in the prolonged dry seasons, the clay complex fixes the elements, preventing them from staying

available to the plants, and what follows is their death if the summer is prolonged or their recovery if it is short.

As for the chlorosis, it was showed that the application of fertilizers to the base of phosphorus prevents the abnormal coloration in the trees, especially treatment 4 - (Triple Superphosphate). The Borax, if alone, doesn't prevent chlorosis.

Statistically it was demonstrated that there is no significant difference in the average height for a year of -- the different treatments. However, the trees responded with a better growth of 50 cm. in relation with the control group, when treatment 2 (Triple 15 plus borax) was applied.

With relation to the other studies (zones of fertilization), with a plan of individual trees, it was determined that the applications of boron to the soil gave a better growth in circumference in the species Eucalyptus saligna, Pinus patula and Cupressus sp. The dose given was 8 gm./tree.

Eucalyptus saligna and Pinus patula did not respond positively to the application of borax, as far as growth in height.

Borax applied to the leaves gave a better growth in circumference to Cupressus in the first months following fertilization.

On the basis of the first part, it is recommended that -- the second step of the study be undertaken, with the -- treatment of NPKBCuCo in different dosages and indiseased and healthy plantations of Cupressus sp.

Also it is recommended that chemical analysis of the soil and foliage be done before and after fertilization to facilitate the interpretation of the results and the reapplication of the treatments which will permit the determination of statistical significance for the results.



### LITERATURA CITADA

1. - ARISTIZABAL, A. Fertilización del Ciprés (Cupressus lusitanica Mill) en macetas con suelos volcánicos del Oriente Antioqueño. Tesis.. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrícolas. 1.970. 36 pag.
2. - BEAR, F. E. Suelos y fertilizantes. Ediciones Omega. Barcelona, España. Primera edición. 1965. 458 Pag.
3. - BECERRA, J. E. Notas de Silvicultura de Especies Forestales. Conferencias. Bogotá, Universidad Distrital, Facultad de Ingeniería Forestal. 1969. 83 Pag.
4. - BONGCAM, E. Estudio preliminar del uso de los suelos de la Cuenca del Rio Cali (Valle). Tesis mimeografiada. Bogotá, Universidad Distrital Facultad de Ingeniería Forestal. 1969. 83 - Pag.
5. - BOTERO, L. H. Estudio general de los suelos de la Hoya del Rio Cali. Corporación Autónoma Regional del Cauca CVC, Sección Suelos, (Valle) Policopiado. 1970. 110 Pag.
6. - BULOW, K. V. Geología para todos. Editorial Labor S.A. Cuarta edición. Barcelona, España. 1.943. 350 pag.

7. - COOLING, E. N. and JONES, B. E. The importance of boron and NPK fertilizer to EUCALYPTUS - in the Southern province Zambia. East African Agricultural and Forestry journal. 1970 20 Pag.
8. - COOLINGS, G. H. Fertilizantes comerciales, sus fuentes y sus usos. Fertilizantes portadores de los elementos raros. Pag. 363 - 403.
9. - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA. Inventario geológico, Cuenca superior Rio Nima (Valle). Departamento Agropecuario, Sección Recursos Naturales. Publicación N°1. 1969. 70 Pag.
10. - COY, A. S. Estudios sobre la acción del boro en el Ciprés. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC), Sección Recursos Naturales, Hoya Hidrográfica Rio Cali (Valle). Informe mecanografiado. 1970. 44 Pag.
11. - CRIST, R. E. The Cauca Valley (Colombia) land tenure and land use. University of Florida. Waverly Press, Baltimore, MD. 1952. 118 Pag.
12. - CHRISTEN, H. Von. Curso de Edafología Forestal. Universidad Distrital, Facultad de Ingeniería Forestal. Mimeografiado. 1972. 288 Pag.
13. - DURAN, C. A. Inventario del uso actual y Tenencia de la tierra en la Cuenca Superior del Rio Ni

- ma.. Corporación Autónoma Regional del Cauca, C.V.C. Departamento Agropecuario, Sección Recursos Naturales. Policopiado. 1969. 53 - Pag.
14. - DROUET, P. La nutrición de la planta y práctica - de la fertilización en Colombia. Editorial - Potabo, Bogotá. 1970. 56 Pag.
15. - FORERO, J. Plan de manejo y Desarrollo de la Cuenca Hidrográfica del Rio Cali (Valle). Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC). Departamento Agropecuario, Sección Recursos Naturales, Proyecto Hoya Hidrográfica Rio Cali. Mimeografiado. 1974. 100 Pag.
16. - GONZALES, O. Informe sobre la capacidad edáfica - de los suelos de algunas zonas de la Cordillera Central y Occidental que estriban sobre el Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca, Departamento Agropecuario, Sección Recursos Naturales y Suelos. Cali, Valle Mecanografiado. 1967. 10 Pag.
17. - GUZMAN, H. Evaluación de las plantaciones de la - Hoya Hidrográfica del Rio Cali, Colombia. Corporación Autónoma Regional del Cauca, Departamento Agropecuario, Sección Recursos Naturales. Mecanografiado. 1970. 48 Pag.
18. - HACSKAYLO, J. Inorganic deficiency syptoms in White pine (Pinus strobus).. By Ohio Agricultural Research and Development. Center Wooster, -

Ohio, USA. 1966. 18 Pag.

19. - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Generalidades sobre la fertilidad de los suelos Colombianos Ministerio de Agricultura. Boletín Técnico. 1.971. 24 Pag.
20. - INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Deficiencias de boro en algunos suelos del Valle del Cauca. Departamento Agrológico. Bogotá D.E. Publicación IT-10. 1961. 27 Pag.
21. - LAMPRECHT, H. La Silvicultura Tropical en relación con el establecimiento de plantaciones forestales y el manejo de los bosques naturales. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen. Alemania. Informe técnico. Páginas 18 - 37.
22. - LANGE, P. A manganese deficiency in Pinus radiata at Fklein, Gouna Knysna. Forestry in South Africa, N°10. Printed in the Republic of S. Afric. 1969. Pag. 47 - 61.
23. - LANUZA, J. M. Nutrición hidropónica con microelementos, manganeso, boro, molibdeno, en Pinus radiata. Madrid. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 1969. 399 - Pag.
24. - ORTIZ, N. Algunas coníferas y su comportamiento inicial en plantaciones de la Hoya Hidrográfica del Rio Cali, Valle-Colombia. Tesis. Bogotá

tá, Universidad Distrital. Mimeografiado.  
1965. 85 Pga.

25. - PIETER VAN GOOR, C. La nutrición de algunos pinos tropicales. Revista técnica del Servicio Forestal del Estado de Sao Paulo. Separata N° 20. 1970. 21 Pag.
26. - ROBINSON, G. W. Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Ediciones Omega. Barcelona, España. Primera Edición. 1960. 515 Pag.
27. - RUSELL, E. J. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Octava edición Española. Editorial Aguilar. Madrid, España. 1954. 770 Pag.
28. - REVELO, C. F. Características químicas y aspectos de fertilidad en suelos de las Hoyas de los Ríos Cali, Lily, Melendez, Pance, Cañaveralejo, Corporación Autónoma Regional del Cauca, Departamento Agropecuario, Sección Suelos. - Cali, Valle. Policopiado. 1972. 90 Pag.
29. - SNEDECOR, G. W. Statistical Methods. Ames. Iowa State College press. 1956. 534 Pag.
30. - SNOWDON, P. Observation on boron deficiency in Pinus radiata. Presented to Australian Forest Tree Nutrition conference. Canberra A.C.T. 1.971.

31. - STONE, E. L. Microelement Nutrition of Forest -- Trees. A review Forest Fertilization. Gainesville, Florida, USA. TVA. Musche shoals Ala. USA. 1969. Pag: 132 - 175.
32. - ----- and WILL, G. M. Boron deficiency in Pinus radiata and Pinus pinaster. Departament of Forest soil. Connell University, Ithaca, New York. Volumen 11. N°4. 1965. Pag: 425 433.
33. - TSCHINKEL, H. y JOHN, H. Parcelas forestales permanentes: su establecimiento, medición y análisis. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Recursos Forestales. Centro de Publicaciones. Medellín, Antioquia. 1971. 116 Pag.
34. - ----- y ZOTTL, H. W. Nutrición y fertilización Forestal: una guía práctica. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Recursos Forestales, Medellín. Centro de Publicaciones. 1971. 116 Pag.
35. - ----- Factores limitantes del crecimiento de plantaciones de Cupressus lusitanica en Antioquia, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Separata. Vol. XXVII, N°2. -- 1972. Pag. 3 - 56.
36. - STUTZER, P. M. Geografía e Historia del Departamento del Valle del Cauca. 1967. 219 Pag.

37. - VAIL, J. W. Boron - deficiency Die-back in Pines. Tanganyika. Vol. XIV, N°4 (Plant and Soil), - 1959.
38. - ZOBEL, Z. y OSPINA, A. Comentarios varios sobre - algunas plantaciones forestales en el Departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Artículo seleccionado N°9. Cali, Valle. Mimeografiado. 1973. 11 Pag.

APENDICE 1

ANALISIS DE VARIANCIA

a. Cuadrado de la suma. (C.S.)

$$C.S. = A^2 + B^2 \dots\dots\dots Y^2 + Z^2$$

Las letras A, B, C, etc., representan el incremento promedio en altura por especie y -- bloque.

b. Factor de corrección. Fc.

$$Fc. = \frac{(SA + SB + SC + \dots\dots\dots + SY + SZ)^2}{b \times t}$$

SA, SB, SC, etc., = Suma de incrementos promedios en altura de cada especie.

b = Número de bloques.

t = Número de tratamientos.

c. Cuadrado de la suma total. (C.S.T.).

C.S.T. = Cuadrado de la suma (C.S.) - Factor de corrección (Fc.)

d. Cuadrado de la suma de bloques. (C. S. Bl.)

$$C.S.Bl. = \frac{SI^2 + SII^2 + SIII^2 + SIV^2}{t} - Fc$$

SI<sup>2</sup>, SII<sup>2</sup>, etc., = suma de bloques al cuadrado.



- e. Cuadrado de la suma de los tratamientos. (C.S.Tr.)

$$C.S.Tr. = \frac{SA^2 + SB^2 + \dots + SY^2 + SZ^2}{b} - Fc$$

$SA^2, SB^2, \text{ etc.}, =$  Suma de los tratamientos al cuadrado.

- f. Cuadrado de la suma del error. (C.S.Ee.)

$$C.S.Ee. = C.S.Tr. - (C.S.Bl. + C.S.Tr)$$

- g. Grados de libertad para los bloques. (G.L.Bl.)

$$G.L.Bl. = b - 1$$

b = Número de tratamientos.

- h. Grados de libertad para los tratamientos. (G.L.Tr.)

$$G.L.Tr. = t - 1$$

t = Número de tratamientos.

- i. Grados de libertad para el error. (G.L.Ee.)

$$G.L.Ee. = (b - 1)(t - 1)$$

- j. Grados de libertad para el total. (G.L.T.)

$$G.L.T. = bt - 1$$

- k. Cuadrado medio de los bloques. (C.M.Bl.)

$$C.M.Bl. = \frac{C.S.Bl.}{b - 1}$$

- l. Cuadrado medio de los tratamientos. (C.M.Tr.)

$$C.M.Tr. = \frac{C.S.Tr.}{t - 1}$$

m. Cuadrado medio del error. (C.M.Ee.).

$$C.M.Ee. = \frac{C.S.Ee.}{(b-1)(t-1)}$$

n. Valor de F. Calculado. (F.Cl.)

$$F.Cl. = \frac{C.M.Tr.}{C.M.Ee.}$$

C.M.Tr. = Cuadrado medio de los tratam.

C.M.Ee. = Cuadrado medio del error.

o. Valor de F. Tabulado. (Ft.).

Se buscó en la tabla de F, para 5 y 15 grados de libertad y 99.9% de probabilidad, (29).

p. Diferencia mínima significativa. (D.M.S.)

$$D.M.S. = t \times 2 \frac{C.M.E}{b}$$

t = en la tabla de t, para 15 grados de libertad y 99.9% de probabilidad.

q. Promedio de tratamientos.

Para encontrar este factor se sumarán los promedios de incrementos en altura de cada tratamiento y se dividirá por el número de bloques.

$$Pr. A. = \frac{S.A}{b}$$

Pr. A. = Promedio tratamiento A.

S.A = Sumas de los valores del tratamiento A.

b. = Número de bloques.

Con estos promedios, ordenados de mayor a menor, se procederá a construir el cuadrado de diferencias entre tratamientos, con el objeto de facilitar la comparación de estos entre sí, teniendo en cuenta que si la diferencia es menor que D.M.S., el incremento en altura puede ser tomado como sin diferencia estadísticamente hablando y si es mayor, uno de los tratamientos, estadísticamente, es superior que el otro, (29).

## INDICE

|  | <u>PAG.</u> |
|--|-------------|
| I. <u>INTRODUCCION</u>   | 1           |
| II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>                                    | 4           |
| 2.1. <u>GENERALIDADES SOBRE LA REGION</u>                            | 4           |
| 2.1.1 Situación Geográfica   | 4           |
| 2.1.2 Area y localización  | 4           |
| 2.1.3 Relieve  | 4           |
| 2.1.4 Geología   | 6           |
| 2.1.5 Suelos   | 8           |
| 2.1.6 Clima  | 12          |
| 2.1.7 Vegetación   | 12          |
| 2.1.8 Hidrología   | 15          |
| 2.1.9 Uso actual de la tierra  | 15          |
| 2.1.10 Vias de comunicación  | 16          |
| 2.2. <u>FUNDAMENTOS DE NUTRICION FORESTAL</u>                        | 18          |
| 2.2.1 Factores que afectan el crecimiento de<br>las plantas          | 18          |
| 2.2.2 Elementos esenciales de las plantas                            | 19          |
| 2.2.3 Los microelementos en la nutrición de ár-<br>boles forestales. | 20          |
| 2.2.4 Deficiencias de boro   | 22          |
| 2.2.5 Efectos fisiológicos del boro                                  | 23          |
| 2.2.6 Síntomas visuales de la deficiencia de bo-<br>ro               | 23          |
| 2.2.7 Concentración del elemento boro en las acf<br>oulas            | 24          |
| 2.2.8 Criterio de deficiencia de boro en los sue<br>los              | 25          |

|  | <u>PAG.</u> |
|--|-------------|
| 2.2.9 Consecuencias para el bosque de las deficiencias de boro                 | 29          |
| 2.2.10 Control de la deficiencia   | 30          |
| 2.2.11 Otras experiencias  | 31          |
| <b>2.3 <u>CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DE DIABASA</u></b>           | <b>33</b>   |
| 2.3.1 Grupo diabásico  | 34          |
| 2.3.2 Suelos rojos   | 35          |
| 2.3.3 Suelos amarillos   | 36          |
| <b>2.4 <u>UTILIZACION FORESTAL DE ENSAYOS DE FERTILIZACION EN EL CAMPO</u></b> | <b>37</b>   |
| 2.4.1 Técnicas preliminares  | 37          |
| 2.4.2 Selección de tratamientos  | 39          |
| 2.4.3 Diseño experimental  | 40          |
| <b>III. <u>MATERIALES Y METODOS</u></b>  | <b>42</b>   |
| <b>3.1 <u>ANTECEDENTES Y RELACION CON OTRAS INVESTIGACIONES.</u></b>           | <b>42</b>   |
| 3.1.1 Análisis de suelos   | 43          |
| 3.1.2 Análisis foliar  | 44          |
| 3.1.3 Ensayos de fertilización en macetas                                      | 46          |
| 3.1.4 Ensayos de fertilización en el campo                                     | 46          |
| 3.1.5 Experiencias agrícolas   | 47          |
| <b>3.2 <u>SELECCION DE TRATAMIENTOS</u></b>                                    | <b>48</b>   |
| <b>3.3 <u>PASOS PRELIMINARES</u></b>   | <b>49</b>   |
| 3.3.1 Levantamientos topográficos  | 49          |
| 3.3.2 Evaluación de la apariencia de las plantaciones                          | 55          |
| <b>3.4 <u>EXTENSION Y DISEÑO DEL ENSAYO</u></b>                                | <b>61</b>   |

|   | <u>PAG.</u> |
|---|-------------|
| 3.4.1 Asignación de elementos                               | 61          |
| 3.4.2 Diseño estadístico                                    | 61          |
| 3.4.3 Parcelas y sus dimensiones                            | 63          |
| 3.4.4 Criterio para la selección de parcelas<br>y árboles   | 63          |
| 3.4.5 Asignación de los tratamientos                        | 66          |
| 3.5. <u>TRATAMIENTOS</u>                                    | 67          |
| 3.5.1 Fertilizantes y dosis                                 | 67          |
| 3.5.2 Aplicación de los fertilizantes                       | 69          |
| 3.5.3 Fecha de aplicación de los fertilizantes              | 70          |
| 3.5.4 Casas Comerciales de fertilizantes                    | 70          |
| 3.6. <u>MEDICIONES</u>                                      | 71          |
| 3.6.1 Demarcación de las parcelas                           | 71          |
| 3.6.2 Demarcación de los árboles                            | 72          |
| 3.6.3 Medición inicial de diámetros y alturas<br>totales    | 76          |
| 3.6.4 Observaciones sobre aspectos de las plan-<br>taciones | 77          |
| 3.6.5 Registro y compilación de datos                       | 77          |
| 3.7. <u>TRATAMIENTOS Y MEDICIONES POSTERIORES</u>           | 78          |
| 3.7.1 Tratamientos  | 78          |
| 3.7.2 Mediciones  | 78          |
| 3.8. <u>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</u>                       | 82          |
| 3.9. <u>CALCULOS</u>  | 82          |
| 3.9.1 Incrementos en altura y CAP de árboles y<br>parcelas  | 82          |
| 3.9.2 Porcentajes de supervivencia y clorosis               | 84          |
| 3.9.3 Gráficos  | 85          |
| 3.9.4 Análisis de variancia                                 | 85          |

|   | <u>PAG.</u> |
|---|-------------|
| IV. <u>RESULTADOS</u>                                       | 86          |
| 4.1 <u>OBSERVACIONES SOBRE ASPECTOS DE LAS PLANTACIONES</u> | 86          |
| 4.1.1 Plantación La Esmeralda (Bloques I, II, III y IV).    | 86          |
| 4.1.2 Plantación La Esmeralda (Faja C)                      | 92          |
| 4.1.3 Plantación La Honoria (Fajas HI y HII)                | 95          |
| 4.1.4 Plantación La Margarita (Fajas MS, ME y MP)           | 96          |
| 4.2. <u>INCREMENTOS EN CAP Y ALTURA TOTAL</u>               | 97          |
| 4.2.1 Plantación La Esmeralda (Parcelas permanentes).       | 97          |
| 4.2.2 Plantación La Esmeralda (Faja C)                      | 102         |
| 4.2.3 Plantación La Honoria (Fajas HI y HII)                | 104         |
| 4.2.4 Plantación La Margarita (Faja MS)                     | 106         |
| 4.2.5 Plantación La Margarita (Faja ME)                     | 108         |
| 4.2.6 Plantación La Margarita (FAJA MP)                     | 110         |
| V. <u>DISCUSION</u>   | 114         |
| 5.1. <u>ASPECTOS DE LAS PARCELAS Y FAJAS</u>                | 115         |
| 5.1.1 Supervivencia   | 115         |
| 5.1.2 Clorosis  | 116         |
| 5.2. <u>INCREMENTOS EN CRECIMIENTO</u>                      | 118         |
| 5.2.1. Incremento en altura total                           | 118         |
| 5.2.2 Incremento en CAP                                     | 120         |
| VI. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>                   | 122         |
| VII. <u>RESUMEN</u>   | 126         |
| VIII. <u>LITERATURA CITADA</u>                              | 131         |

## INDICE DE MAPAS

| <u>Mapa</u>                        | <u>Pag.</u> |
|------------------------------------|-------------|
| 1. Mapa de Colombia                | 5           |
| 2. Localización de la Cuenca       | 7           |
| 3. Mapa de suelos                  | 9           |
| 4. Mapa ecológico                  | 11          |
| 5. Mapa de vegetación y uso actual | 13          |
| 6. Mapa de Area del Proyecto       | 17          |

## INDICE DE CROQUIS

| <u>Croquis</u>   | <u>Pag.</u> |
|--|-------------|
| 1. Plantación La Esmeralda. Levantamiento general.                                     | 50          |
| 2. Plantación La Honoria. Levantamiento general  | 52          |
| 3. Plantación La Margarita. Levantamiento general y fajas de fertilización MS, ME y MP | 54          |
| 4. Croquis de una parcela permanente   | 64          |
| 5. Rodal A, Bloques I, II y III  | 73          |
| 6. Rodal B, Bloque IV  | 74          |

## INDICE DE GRAFICOS

| <u>Gráfico</u>                               | <u>Pag.</u> |
|--|-------------|
| 1. Porcentajes de mortalidad y supervivencia | 87          |
| 2. Porcentajes de clorosis                   | 91          |
| 3. Incrementos en altura promedio año        | 101         |

## ANEXO

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Análisis de variancia |  |
|--------------------------|--|



## INDICE DE CUADROS

| <u>Cuadro</u>   | <u>Pag.</u> |
|---|-------------|
| 1. Elementos esenciales para las plantas  | 21          |
| 2. Concentración de los elementos nutritivos  | 26          |
| 3. Cantidad sugerida de elementos nutritivos para aplicar en ensayos de fertilización | 41          |
| 4. Cartera de Campo   | 56          |
| 5. Plantación La Esmeralda. Evaluación general  | 58          |
| 6. Plantación La Honoria. Evaluación general  | 60          |
| 7. Fertilizantes. Concentración y dosis   | 62          |
| 8. Fertilizantes. Cantidad y costos   | 68          |
| 9. Registro de alturas totales de parcelas permanentes                                | 79          |
| 10. Registro del CAP, fajas de fertilización  | 80          |
| 11. Registro de alturas totales. Fajas de fertilización                               | 81          |
| 12. Cronograma de actividades   | 83          |
| 13. Evaluación de las parcelas permanentes 1973                                       | 90          |
| 14. Aspectos de los árboles, faja C   | 94          |
| 15. Incremento promedio año en altura total   | 98          |
| 16. Incrementos en CAP, faja C  | 103         |
| 17. Incrementos en CAP, fajas HI y HII  | 105         |
| 18. Incrementos en CAP, faja MS   | 107         |
| 19. Incrementos en alturas totales, faja MS   | 109         |
| 20. Incrementos en CAP, faja ME   | 111         |
| 21. Incrementos en alturas totales, faja ME   | 112         |
| 22. Incrementos en CAP, faja MP   | 113         |