

TI 7/4/7

**FERTILIZACION DE PLANTACIONES FORESTALES EN LA
RESERVA FORESTAL LA YEGUADA, PANAMA**

William G. Dyson
Silvicultor, CATIE

Informe de asesoría a los experimentos iniciados en LA YEGUADA entre 1969 y 1972.

La publicación y distribución de este trabajo fueron patrocinadas por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Programa de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1981

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION	1
LOS SUELOS	2
DOSIS INICIAL DE FERTILIZANTES	3
FERTILIZACION FOSFATICA	5
RESULTADOS	6
DISCUSION	8
RECOMENDACIONES	9
APENDICE	10
REFERENCIAS	11

**FERTILIZACION DE PLANTACIONES
FORESTALES EN LA RESERVA FORESTAL
LA YEGUADA, PANAMA**

William G. Dyson

I. INTRODUCTION:

El proyecto de reforestación "La Yeguada" en Panamá, es uno de los más exitosos de la región centroamericana. Actualmente consta de unas 3.000 ha. de plantaciones de *Pinus caribaea var. hondurensis* establecidas para la protección de la cuenca del Río San Juan, y las orillas de una laguna artificial que sostiene dos plantas hidroeléctricas de 7 MW de capacidad instalada.

El área se extiende a elevaciones entre 500 m y 900 m sobre el nivel del mar y recibe un promedio anual de 3.500 mm de lluvia. Anteriormente la cuenca estaba casi totalmente cubierta de pastos muy degradados con serios problemas de erosión de suelo. Los suelos actuales, como resultado de la precipitación alta, la vegetación escasa y una larga historia de fuegos anuales, son muy infértiles.

Durante el período 1967-72 un programa de investigación integrado por la FAO, el PNUD y el RENARE, estableció una serie de parcelas experimentales de prueba de especies forestales aptas para reforestación de estos suelos con pastos degradados. Rápidamente se reveló que *Pinus caribaea var. hondurensis* era casi la única especie exitosa en La Yeguada y ésta se plantó exclusivamente después. [1]

El técnico encargado de las parcelas experimentales, Ing. J. M. Howell, consideró que la fertilización podría ser útil e inició una serie de experimentos con fertilizantes. Demostró que una dosis inicial de fertilizante mejoraba la sobrevivencia y el crecimiento de los arbolitos hasta el cuarto año. En seguida, estableció unas parcelas a escala de campo (5 ha. aprox.) para demostrar las ventajas de la técnica desarrollada. También aumentó sus experimentos con tres parcelas más para establecer si existe una ventaja adicional cuando se hace una aplicación de fertilizante fosfático varios años después

de la dosis inicial. [2,3]

En noviembre de 1978, el autor, en compañía de otros técnicos y estudiantes graduados del CATIE, visitó la Yeguada y las áreas donde trabajaron el Ing. J. M. Howell y sus asistentes panameños. Encontraron una gran diferencia entre las plantaciones demostrativas del Ing. Howell y las plantaciones vecinas que plantaron después. Esa diferencia no se explicó completamente en diferencias de edad o de sitio de las varias plantaciones y era obvio que algo benéfico que hizo Howell y sus asistentes ha sido olvidado y no se practica actualmente.

Se ha tenido dificultad de encontrar los archivos e informes del Ing. Howell, siete años después de su trabajo. Ultimamente se encontraron datos suficientes para facilitar una remediación de las parcelas de 1972 y permitieron formular recomendaciones para el futuro. Este informe pretende dar los resultados de estas investigaciones.

11. LOS SUELOS:

Los suelos en la Yeguada son latosoles y debido a su sobreutilización como pasto en combinación con fuegos anuales durante un largo período, han perdido su capa superficial fértil por erosión. Existen áreas donde el horizonte B/C se ve expuesto a la superficie del terreno y tiene apariencia de roca suave. Estas áreas casi no tienen vegetación, pero dentro de las plantaciones forestales la vegetación se establece de nuevo y una capa orgánica empieza a desarrollarse.

El cuadro siguiente da datos promedios del análisis de muestras de suelo en 6 plantaciones no muy distantes de las parcelas de investigación (datos tomados de Gewald [4]).

CUADRO 1 ALGUNOS PARAMETROS QUIMICOS DE SUELOS EN LA PLANTACIONLA YEGUADA

Profundidad	pH en agua	Promedios de 6 calicatas de investigación					
		meq/100 ml suelo			µg/ml de suelo		
		Ca	Mg	K	P	Zn	B
0 - 15	5.0	0.46	0.24	0.06	0.5	2.0	Tr.
15 - 30 cm	5.1	0.36	0.17	0.05	0.3	1.9	-
30 - 50	5.1	0.38	0.20	0.04	Tr.	1.8	-
(Tr. = traza; - = menor que el límite de detección del método químico)							

Se ve que estos suelos son muy infértiles y que los contenidos de Fósforo y Boro son diminutos tal como el Ing. Howell lo había sospechado.

III. DOSIS INICIAL DE FERTILIZANTES:

El experimento con una dosis inicial de fertilizante aplicado al momento de sembrar se efectuó en julio/agosto de 1968, y en forma de un experimento factorial parcial de 5 sustancias con 8 replicaciones. Los tratamientos y los resultados 3.6 años después de la aplicación aparecen en el Cuadro 2. De este cuadro se observa que cualquiera de las 4 sustancias de abonamiento aplicadas, mejora la sobrevivencia y el crecimiento de altura, pero el fertilizante comercial (15: 15: 15, N.P.K.) casi duplica la sobrevivencia y el crecimiento de los arbolitos cuando se compara con el testigo.

CUADRO 2

FERTILIZACION INICIAL DE *Pinus caribaea*LA YEGUADA PANAMA, (Expto. A₁-E₁-1968)*

(Fertilizante se depositó en el hoyo donde se plantó el árbol
y se cubrió con un poco de tierra julio/agosto 1968)
Medición 3.5 años después de la aplicación

Tipo de fertilizante	Dosis (g/árbol)	C O D I G O	Sobrevivencia & (parcelas de 25 arbolitos)	Alturas promedias (m)
Testigo	0	H	47	0.84
Ca ₁ , Ca(OH) ₂	28.3 (1 oz.)	G	59	0.94
Boro, H ₃ BO ₄	14.2 (0.5 oz.)	B	54	0.95
Elementos Menores (Mezcla Smith/Douglas)	28.3 (1 oz.)	C	59	0.97
Fertilizante comercial 15: 15: 15 N.P.K.	56.7 (2 oz.)	A	71	1.60
Fertilizante + Boro (= A + B)	56.7 + 14.2	D	58	1.98
Fertilizante + Elementos menores (= A + C)	56.7 + 28.3	E	66	1.93
Fertilizante + Boro + E.M. (= A + C + D)	56.7 + 14.2 + 28.3	F	66	2.05
Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05			10	0.18

* Datos re-calculados de la página 23 del informe de MacDonald, 1979 [4]

La combinación fertilizante 15: 15: 15 más Boro, más elementos menores aumentó la sobrevivencia en un 40% y el crecimiento de altura en un 244%. En el mes de abril de 1981, el Ing. L. A. Ugalde, del CATIE, relocalizó estas parcelas en el campo y reportó que las diferencias medidas en 1972, aún son visibles en 1981, es decir 12 años y 9 meses después de la época de tratamiento. La tasa de aplicación de fósforo era solo de 21 Kg P_2O_5 /ha localizado en los hoyos donde se plantaron los árboles.

En base a los resultados preliminares de este y otros experimentos similares, el Ing. Howell plantó una parcela demostrativa de 5 hectáreas (como he mencionado más arriba) y prescribió nuevos experimentos con fertilizantes fosfáticos.

IV. FERTILIZACION FOSFATICA:

El concepto del Ing. Howell era sencillo; y diseñó un experimento factorial para comparar 4 niveles de fertilización fosfática con 3 intervalos de aplicación, a saber: al momento de plantar, 1 año después y 2 años después. La realización resultó mucho más complicada. Para obtener los tres intervalos de aplicación se usaron tres plantaciones diferentes que confundieron las edades con diferentes sitios. También las tres plantaciones tuvieron espaciamientos diferentes, lo que tuvo como efecto de cambiar la dosis de fertilizante usado en cada parcela.

Surgió otra duda con respecto a las plantaciones que recibieron la dosis inicial de fertilizante y la dosis fosfática después, y en las plantaciones que recibieron únicamente la dosis fosfática.

Varios cálculos se hicieron para ajustar estas complicaciones pero sin lograr un éxito completo. Afortunadamente en la actualidad, la fertilización con fósforo estimuló el crecimiento de los arbolitos tan marcadamente que el efecto fue muy claro en el campo a pesar de las variadas complicaciones.

Las parcelas se establecieron en cada uno de los tres sitios en forma de un cuadro latino con cuatro replicaciones de parcelas de nueve árboles y separado por grupos de nueve árboles no tratados entre

cada parcela. El fertilizante se aplicó en la superficie del suelo en forma de anillo, en un radio de 1.25 metros (véase el mapa de los sitios y dibujos de las parcelas adjuntas).

V. RESULTADOS:

Los resultados numéricos de la nueva medición ocho años y ocho meses después del tratamiento se presentan en el Cuadro 3. Este cuadro indica la altura dominante (m), el diámetro promedio (mm) y el volumen total con corteza en metros cúbicos por hectárea, correspondiente al volumen en las parcelas*. Se puede observar fácilmente que el crecimiento varía mucho entre los tres sitios. Siempre la aplicación fosfática mejoró el crecimiento de los árboles. El efecto en altura de los árboles era menor y nunca produjo diferencias estadísticamente significativas. El crecimiento de diámetro respondió más a la fertilización y las diferencias de volumen/parcela difirieron significativamente en dos sitios de las tres y cuando las tres parcelas se consideraron juntas.

Pero sobre todo, 340 g de roca fosfatada por árbol aumentaron la producción volumétrica de $45 \text{ m}^3/\text{ha}$ durante el período del experimento - es decir en los ocho años y ocho meses, lo que da $5.4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$.

* El volumen de contenido en una parcela se calculó colocando el diámetro y altura de cada árbol en las tablas de volumen elaboradas por Ugalde [5] y sumando para obtener el total por parcela.

CUADRO 3.

LA YEGUADA RESERVA FORESTAL

MEDICIONES DE *Pinus caribaea* nueve años después de una fertilización fosfática

Edad de la plantación cuando el fertilizante se aplicó

FERTILIZACION	Sitio 1; 30 meses			Sitio 2; 9 meses			Sitio 3; 0 meses		
	Altura dom. (m)	DAP (mm)	Volumen (m ³ /ha)	Altura dom. (m)	DAP (mm)	Volumen m ³ /ha	Altura dom. (m)	DAP (mm)	Volumen (m ³ /ha)
NULLA TESTIGO	12.2	168	179	10.5	153	106	7.4	126	44
SUPERFOSFAIO TRIPLE 170 g/árbol	13.5	199	260	10.1	128	69	8.9	157	86
ROCA FOSFATADA (piedras) 340 g/árbol	14.4	192	258	10.2	150	99	9.9	158	91
ROCA FOSFATADA (polvo) 340 g/árbol	13.9	197	268	11.4	157	104	9.7	172	104
Diferencia mínima significativa 5%	ns	ns	ns	ns	ns	53	ns	22	16.5
Todos los tres sitios combinados	Testigo	Superfosfato triple	Roca piedras 340	10.1	149	105			
			Roca polvo 340	10.8	162	129			
				11.5	167	141			
				11.7	175	150			
Diferencia mínima significativa (p ≤ 0.05)				ns	12	28			

Notas: El crecimiento difiere muy significativamente ($p \leq 0.001$) entre los tres sitios. (n.s. indica que las diferencias entre tratamientos no alcanzan una diferencia significativa).

VI. DISCUSION:

De los 3 sitios, el mejor crecimiento parece estar en el sitio uno, donde la fertilización se aplicó 30 meses después de la siembra. Esta área es parte del área demostrativa que estableció el Ing. Howell en 1969, y las parcelas no son conspicuas en un rodal bueno. Podemos suponer que este sitio demostrativo recibió la dosis inicial de fertilizante que recomendó el Ing. Howell, es decir 56 g/ árbol de fertilizante (N.P.K.) 15: 15: 15 y pequeñas cantidades de Boro y elementos menores (véase Cuadro 2). Esta dosis de fertilizante probablemente explica por qué las adiciones de fosfato después aumentaron el crecimiento, menos en este sitio que en los sitios 2 y 3. En contraste, las parcelas tratadas en los sitios 2 y 3 sobresalen y esto se nota inmediatamente a simple vista. No solo se aprecia en los árboles mejor conformados y grandes, sino también por la vegetación silvestre del piso, que tiene mayor tamaño y densidad en las parcelas tratadas. Fuera de las parcelas, y en las parcelas testigos y las franjas separadores que no recibieron fosfato, la vegetación es baja y esta compuesta principalmente de gramíneas. En contraste, la vegetación de las parcelas tratadas está compuesta de arbustos con especies de melastomáceas que aparecen, densas y frecuentemente con más de 2 m de altura.

Esta condición de la vegetación densa en las parcelas tratadas y la gran diferencia de crecimiento de los pinos en las parcelas tratadas y no tratadas, parece indicar que el fosfato permanece donde se depositó y no se dispersó mucho durante más de 8 años después de su aplicación. Este fue confirmado mediante un análisis de suelos en 1980, que se hizo en una de las parcelas tratadas en el sitio 1* y que indicó un contenido de P de 26 $\mu\text{g/ml}$ en la capa superior, un valor mucho mayor que el contenido de 0.5 $\mu\text{g/ml}$ mencionado en el Cuadro 1.

* Datos tomados del análisis de suelo realizado por el Proyecto FAO/PAN/79/003.

VII. RECOMENDACIONES:

La práctica de plantar árboles en La Yeguada involucra enviar 3 grupos de obreros al sitio. Los primeros chapean (si es necesario) preparar y hoyar en el terreno con un espacio preferido usualmente de 2.5 m x 2.5 m o de 3.0 m x 3.0 m. El segundo grupo aplica una dosis de fertilizante al fondo del hueco y el tercer grupo planta los arbolitos. En La Yeguada los obreros y capataces no brindan el cuidado necesario al proceso de fertilización desarrollado desde hace 10 años, lo que hace imprescindible una nueva capacitación.

La evidencia de estos experimentos es que los pinos en La Yeguada, necesitan tanto una dosis inicial de fertilizante completa (con Boro y elementos menores), como un gran aumento de Fósforo. Aparentemente no importa la época en que se aplica y los aportes pueden combinarse con la dosis inicial. Es preferible localizar el fertilizante donde están los árboles y que se reparta demasiado, a fin de evitar la nutrición excesiva de la vegetación silvestre.

En los suelos pobres como los de La Yeguada, el espaciamiento debe ser lo más ancho posible, es decir 3 x 3 m ó 3 x 4 m.

De lo anterior se hacen las siguientes recomendaciones:

(a) Preparación de la mezcla de fertilizante

Durante la estación seca los obreros pueden mezclar (usando una mezcladora de concreto)

Roca fosfatada pulverizada,	14 volúmenes
*Fertilizante comercial 18: 5: 15: 6: 2	1 volumen
* " " " 18-10-6-5	1 volumen

y llenar medio sacos u otras unidades convenientes con la mezcla para transportar al campo remoto.

* Estos fertilizantes de la marca "FERTICA" ya están almacenados en las bodegas de La Yeguada.

- (b) Preparación de medidas: Debe prepararse una cantidad de medidas de volumen que contenga cada una 400 g de la mezcla antes mencionada.

En la estación de siembra

- (c) Los hoyos deben hacerse a 3 m x 3 m.
- (d) Los hoyos deben ser de profundidad suficiente para recibir la dosis de fertilizante en el fondo, más una capa de suelo de 5 cm, y después de plantar el arbolito éste debe quedar a la misma profundidad para que la parte aérea quede al mismo nivel que en el vivero.
- (e) Los fertilizadores deben colocar una medida de fertilizante mezclado en el fondo de cada hoyo y taparlo con 5 cms de tierra.
- (f) Finalmente los que plantan deben hacerlo de la manera usual.

Vale la pena practicar todo esto antes de hacer la plantación principal.

VIII. APENDICE:

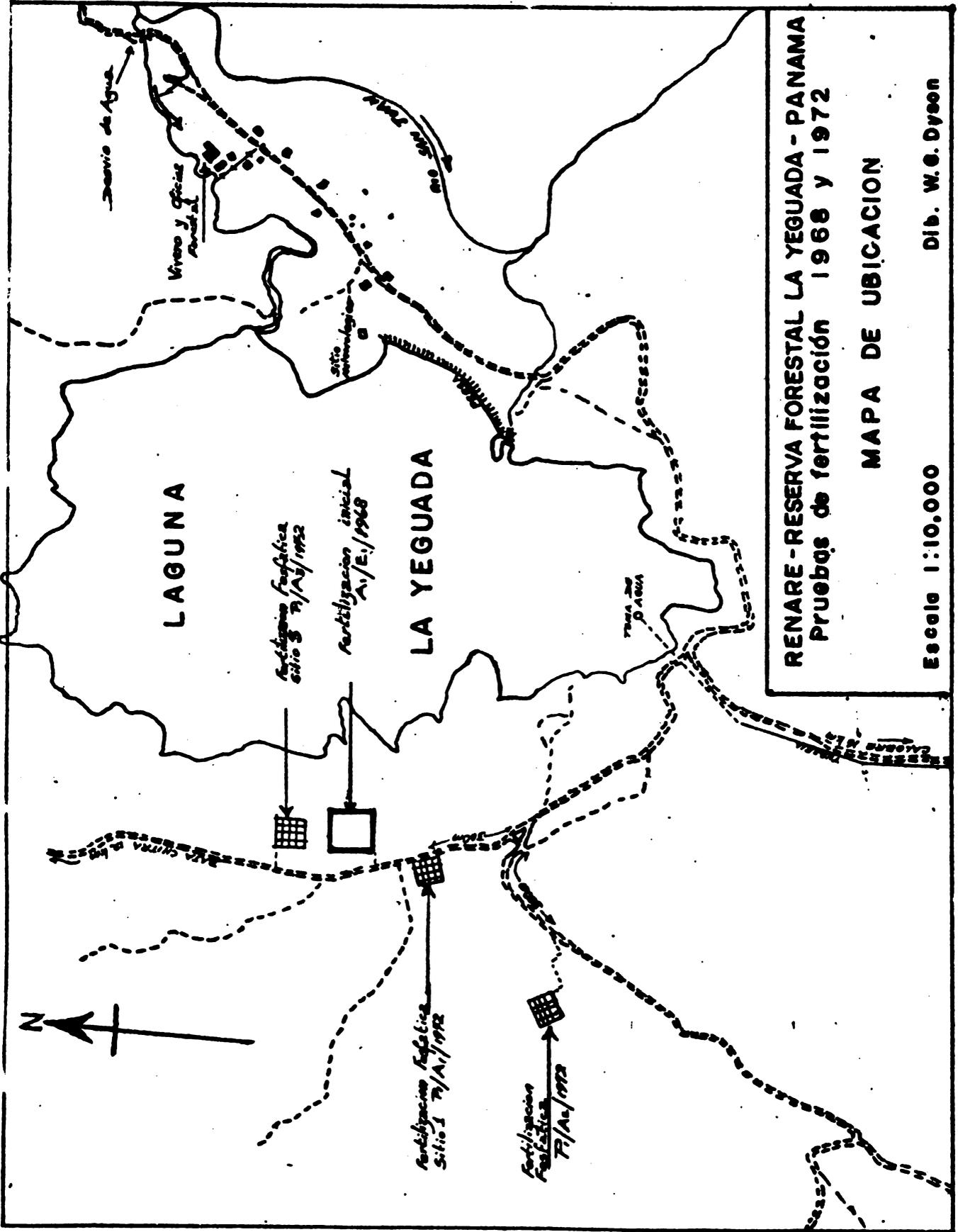
Los croquis de ubicación publicados en los informes de Howell [2] no contaban con detalles suficientemente precisos para permitir la localización exacta de estos experimentos en el campo.

Se adjuntan las versiones revisadas que permitirán una nueva medición de las parcelas si así se desea en épocas futuras.

REFERENCIAS

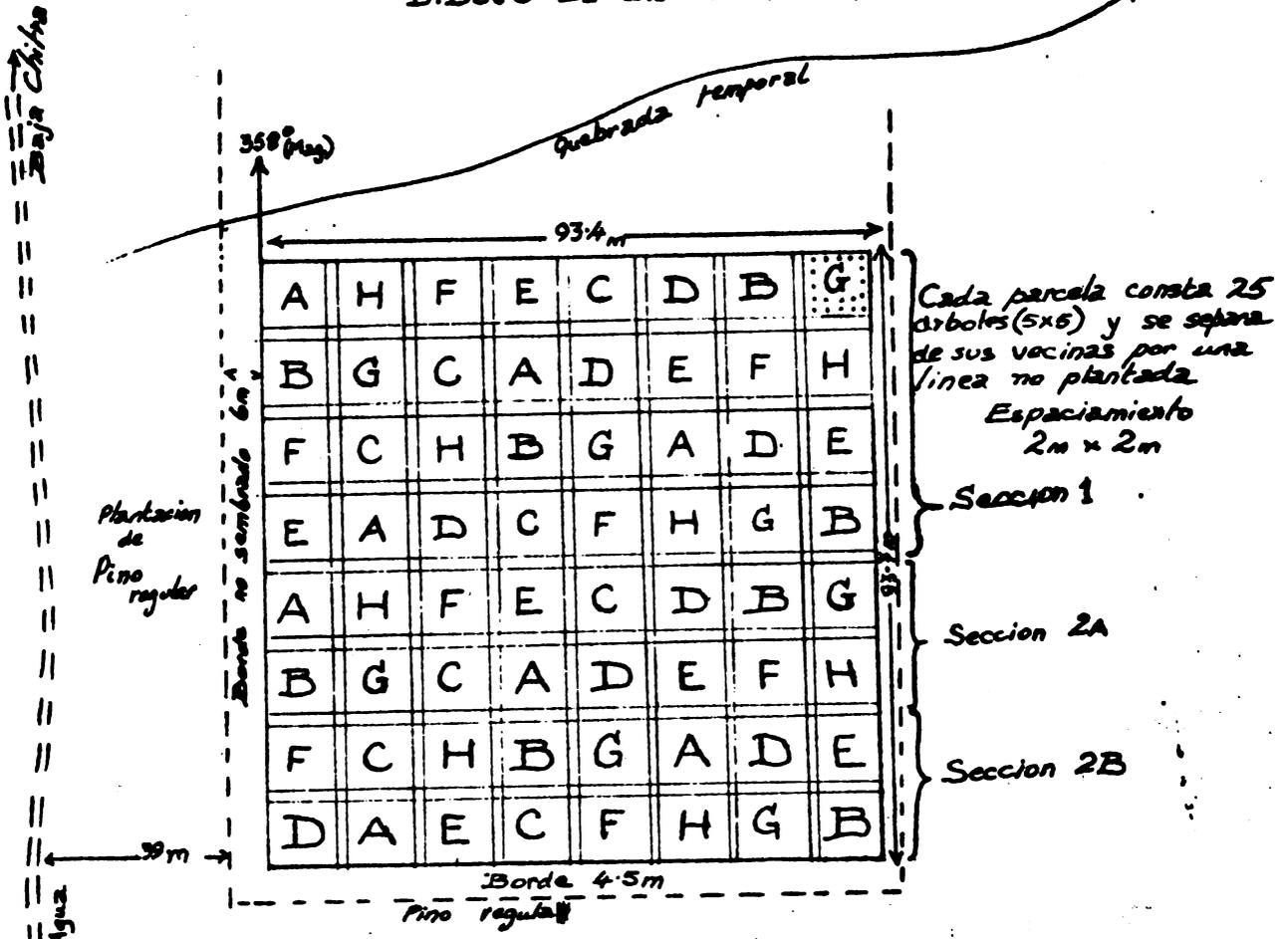
1. HUDSON, J. (1976) "Plan para la protección contra incendios forestales de la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá" CATIE, 20 pp + apéndices. (mimeografiado).
2. HOWELL, J. H. (1972) "REFORESTATION" -Informe preparado para el Gobierno de Panamá. FD: SF/PAN 6, Informe Técnico No. 11, FAO, Roma; 132 pp + apéndices.
3. MACDONALD, J. (1979) "Plantaciones experimentales en La Yeguada 1969". Informe técnico sp. del proyecto MACI-FAO-PNUD, RENARE, PANAMA. 29 pp. (mimeografiado).
4. GEWALD, N. J. (1980) "Datos de Crecimiento de Pinus caribaea var. hondurensis en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá". Informe del CATIE, Turrialba, 8pp. + apéndices. (mimeografiado).
5. UGALDE, L. A. (1981) "Tablas de Volumen para Pinus caribaea var. hondurensis en la Reserva Forestal La Yeguada, Panamá". Informe del CATIE, Turrialba, 7 pp. + 6 cuadros. (mimeografiado).

WGD/lul
26/8/81



RENARE - RESERVA FORESTAL LA YEGUADA - PANAMA
Pruebas de fertilización 1968 y 1972
MAPA DE UBICACION
Escala 1:10.000 Dib. W.E. Dyson

RESERVA FORESTAL
 RENARE, LA YEGUADA, PANAMA
 PRUEBA DE FERTILIZACION, 1968
 DIBUJO DE LAS PARCELAS



TRATAMIENTOS

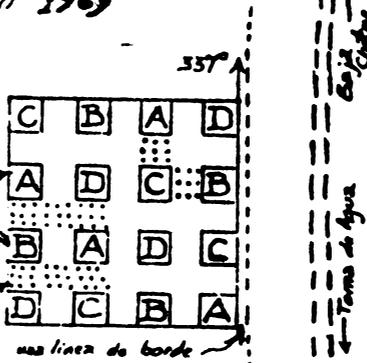
- A Fertilizante NPK (15:15:15) 2 oz./árbol
- B Boro (Polvo) 0.5 oz./árbol
- C Elementos Menores (Smith/Douglas) 1 oz./árbol
- D NPK + B (=A + B)
- E NPK + EM (=A + C)
- F NPK + B + EM (=A + B + C)
- G Cal, Ca(OH)₂ 1 oz./árbol
- H Testigo Nulo

RESERVA FORESTAL
 RENAHE, LA YEGUADA, PANAMA
 PRUEBA DE FERTILIZACION FOSFATICA, 1972
 DIBUJO DE LAS PARCELAS

Sitio N°1 "Parcela de Howell 1969"
 F₁/A₁/1972

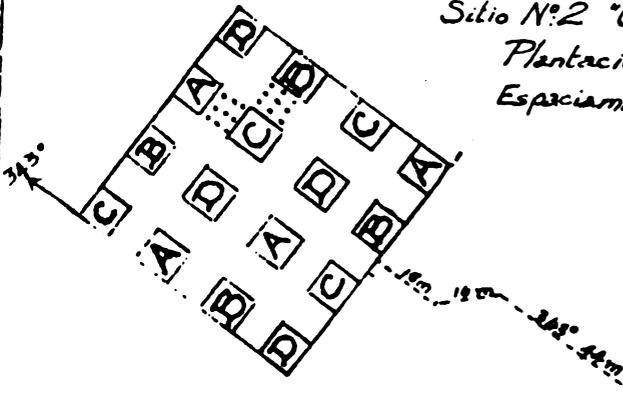
Espaciamiento 2.5 x 2.5m

Cada parcela tratada consta 3x3 = 9 arboles y se separa de sus vecinas por tres líneas de arboles no tratados

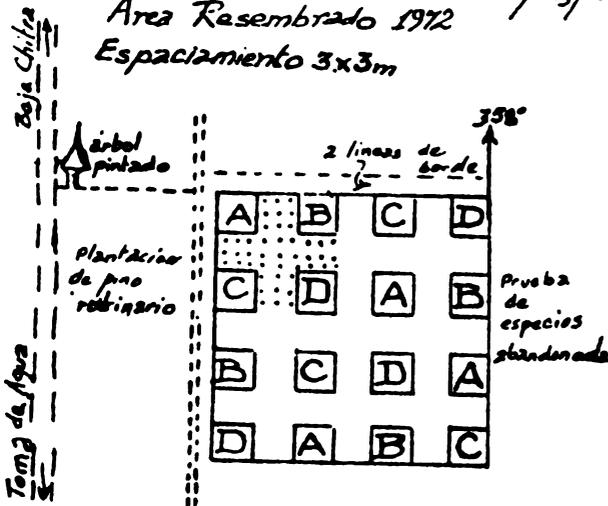


una línea de borde

Sitio N°2 "Cabeza de la Quebrada del Chogorro" F₁/A₂/1972
 Plantación de 1971
 Espaciamiento 3x5m



Sitio N°3 "EL Corral" F₃/A₃/1972
 Area Resembrado 1972
 Espaciamiento 3x3m



TRATAMIENTOS
 (Iguales en todos los 3 Sitios)

Fertilizante aplicada al superficie del suelo, rodeada a distancia de 1.25 de cada árbol:-

- A - SUPERFOSFATO TRIPLE 170g/árbol
- B - ROCA FOSFATADA (piedritas) 340/árbol
- C - ROCA FOSFATADA (polvo) 340/árbol
- D - TESTIGO NULA

Dibujado W.G. Dixon, CATIE, Turrialba,

Junio de 1981

Escala (aprox) 1:1500