

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES / FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

S389.7 RADO
R68

CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO

CLASIFICACION DE SITIOS PARA TECA (Tectona
grandis L. F.) EN PLANTACIONES DE LA RESERVA
FORESTAL DE CAPARO, EN BASE A CRITERIOS
EDAFICOS

www.bdigital.ula.ve

Por: VICTOR MANUEL ROSALES S.

*TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER SCIENTIAE.
OPCION MANEJO DE BOSQUES*



MERIDA-VENEZUELA

1982

DEDICATORIA:

A Rosario

A Ximena, Dafne y Victor.

A mis padres.

A mis hermanos.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTO

La presente tesis ha sido posible gracias al apoyo recibido de la Universidad de El Salvador, Organización de los Estados Americanos (O.E.A.), Universidad de Los Andes y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

Mis sinceros agradecimientos al profesor guía: Doctor Wilfredo Franco por su valiosa asesoría en la elaboración de esta tesis.

A los profesores Dres. Lawrence Wells Vincent, Armando Torres Lezama y Marcelino Quijada, por su buena disposición en la revisión del trabajo.

A mi profesor consejero José Rafael García por sus valiosos consejos en la búsqueda de un mejor pensum para mi formación profesional.

Al personal de la Reserva Forestal de Caparo por el apoyo brindado en la realización del trabajo de campo.

Al Dr. Ciro Maldonado, al Sr. Edgar José Soto y al Dr. Pedro José Salinas por la amistad brindada.

Al personal del Laboratorio de Suelos de la Fac. de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes.

A la Dirección de Cooperación Técnica Internacional (CORDIPLAN), especialmente al Dr. Nelson Espinosa.

A mis compañeros de estudios.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	3
CAPITULO II. ANTECEDENTES.....	4
2.1. Estudios previos en Caparo.....	5
2.2. Clasificación de sitios.....	5
2.3. El suelo en la clasificación de sitios.....	6
CAPITULO III. DESCRIPCION DEL AREA.....	11
3.1. Ubicación y superficie.....	11
3.2. Altitud y topografía.....	11
3.3. Geomorfología.....	11
3.4. Clima.....	13
3.5. Clasificación de la vegetación.....	15
3.6. Suelos	15
CAPITULO IV. METODOLOGIA.....	16
4.1. Metodología de campo.....	16
4.1.1. Estudio de calicatas.....	16
4.1.2. Toma de muestras para análisis químico.....	17
4.1.3. Toma de muestras para determinación de hume- dad.....	17
4.1.4. Observaciones fenológicas.....	17
4.1.5. Densidad aparente,.....	17
4.2. Metodología de laboratorio.....	18
4.2.1. Análisis de rutina.....	18

	Pág.
4.2.2. Medición de la humedad del suelo.....	19
4.2.3. Densidad aparente.....	19
4.3. Metodología del análisis de los datos.....	20
CAPITULO V. RESULTADOS.....	24
5.1. Ordenamiento en base a factores físicos.....	24
5.1.1. Contenido de arena.....	24
5.1.2. Ordenamiento en base a contenido de arcilla.....	24
5.1.3. Porcentaje de humedad en el suelo.....	25
5.2. Elementos químicos del suelo.....	33
5.2.1. Ordenamientos de elementos químicos.....	33
CAPITULO VI. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	50
6.1. Factores físicos.....	50
6.1.1. Contenido de arena.....	50
6.1.2. Contenido de arcilla.....	51
6.1.3. Porcentaje de humedad en el suelo.....	53
6.1.4. Follaje y volumen de agua en el suelo.....	53
6.2. Elementos químicos del suelo.....	59
6.2.1. Ordenamiento de elementos químicos del suelo.....	59
CAPITULO VII. PROPOSICION DE UNA CLASIFICACION DE SITIOS DE TECA...	63
7.1. Factores físicos del suelo como primera aproximación al sistema de clasificación.....	63
7.1.1. Contenido de arena.....	63
7.1.1.1. Estrato basal con poco contenido de arena.....	63
7.1.1.2. Estrato basal con alto contenido de arena.....	63
7.1.2. Contenido de arcilla.....	65
7.1.2.1. Contenido de arcilla en el horizonte Bt superior a 25%.....	66
7.1.2.2. Contenido de arcilla en el horizonte Bt predominante menor a 25%.....	66
7.2. Elementos químicos del suelo.....	67
7.2.1. Contenido cuantitativo de elementos químicos.....	67

	Pág.
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	70
ANEXOS.....	76

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		Pág.
1	Ubicación de la Reserva Forestal de Caparo.....	12
2	Climadiagrama de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo.....	14
3	Ordenamiento bidimensional para porcentajes de arena en 25PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo.....	26
4	Ordenamiento bidimensional para porcentajes de arcilla, Reserva Forestal de Caparo.....	27
5	Ubicación de las PPR de Teca según la textura más fina encontrada en el estrato superior del perfil del suelo.....	28
6	Ordenamiento bidimensional para porcentaje de humedad del suelo, Reserva Forestal de Caparo, 29 de enero de 1982.....	29
7	Ordenamiento bidimensional para porcentaje de humedad, 22 febrero de 1982.....	30
8	Ordenamiento para porcentaje de humedad, 26 de abril de 1982.....	31
9	Distribución de valores de pH, Caparo.....	34
10	Distribución de valor de porcentaje de saturación de bases, Caparo.....	35
11	Ordenamiento tridimensional de factores químicos del suelo (N, p, Ca, Mg, K, Na)	36
12	Ordenamiento tridimensional del Calcio.....	37
13	Ordenamiento tridimensional para Magnesio.....	38
14.	Ordenamiento tridimensional para Potasio.....	39

<u>FIGURA</u>		Pág.
15	Ordenamiento tridimensional para Sodio.....	40
16	Ordenamiento tridimensional para Nitrógeno.....	41
17	Ordenamiento tridimensional para Fósforo soluble.....	42
18	Ordenamiento bidimensional para tres elementos químicos del suelo.....	45
19	Ordenamiento bidimensional para Calcio en 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo.....	46
20	Ordenamiento bidimensional de Nitrógeno para 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo.....	47
21	Ordenamiento bidimensional de Mg para 24PPR de la Reserva Forestal de Caparo.....	48
22	Comportamiento del follaje (caída y rebrote de hojas) en relación a las lluvias y el volumen total de agua en el suelo.....	56
23	Volumen de agua en el suelo, hasta 1 m de profundidad, Para el 22 de febrero de 1982.....	57
24	Comportamiento del follaje (caída y rebrote de hojas) en relación a las lluvias y la tensión de absorción del agua en el suelo.....	58
25	Esquema de clasificación de sitios para áreas aptas para Teca en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo.....	58

CUADRO

Pág.

1	Coefficiente de correlación, porcentajes de humedad (x) y altura mayor (Y) para 10 PPR.....	32
2	Resultados de correlación entre el mayor valor de elementos químicos (x) del estrato superior (yacente a la arena basal) y altura mayor (Y).....	43
3	Correlación entre elementos químicos del suelo (Kg/ha)"X" y altura mayor "Y".....	49
4	Grupos formados por las Parcelas Permanentes de Rendimiento en base a ordenamientos de elementos químicos.....	62

www.bdigital.ula.ve

A N E X O S

<u>ANEXO</u>		Pág.
1	Resultados analíticos del suelo de 25 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. -----	76
2	Porcentaje de humedad para 10 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. 29 de Enero de 1982. -----	81
3	Resumen de porcentaje de humedad para 10 PPR, Reserva Forestal de Caparo. 22 de Febrero de 1982. -----	82
4	Resumen de porcentajes de humedad para 10 PPR, Reserva Forestal de Caparo. 26 de Abril de 1982. ----	83
5	Agrupaciones de 21 parcelas en categorías de calidad de sitio mediante ordenamiento de altura mayor en forma decreciente para plantaciones jóvenes de Teca en Caparo. -----	84
6	Contenido de agua del suelo en porcentaje de volumen total para 10 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta una profundidad de 1 m. 29 de Enero de 1982. -	85
7	Contenido de agua del suelo en porcentaje de volumen total para 10 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta 1 m. de profundidad. 22 de Febrero de 1982. --	86
8	Contenido de agua del suelo en porcentaje de volumen total para 10 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta 1 m. de profundidad. 26 de Abril de 1982. ----	87
9	Ordenamiento multidimensional de análisis químicos -	88
10	Contenido de Calcio (Kg/ha) en el suelo (0-100 cm.) en 24 PPR. de la Reserva Forestal de Caparo. -----	99
11	Contenido de Potasio (Kg/ha) en el suelo (0-100 cm.) en 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. -----	100
12	Contenido de Sodio (Kg/ha) en el suelo (0-100 cm.) en 24 PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo -	101
13	Contenido de Nitrógeno (Kg/ha) en el suelo (-100 cm) en 24 PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo -	102

ANEXO

pág.

14	Contenido de Magnesio (Kg/ha) en el suelo (0-100 cm) de 24 PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo -	103
15	Contenido de Fósforo soluble (Kg/ha) en el suelo de 24 PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo ---	104
16	Ordenamiento bidimensional para 6 elementos químicos del suelo de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo	105
17	Densidad aparente del suelo (0-150 cm de profundidad) en 25 PPR de la Reserva Forestal de Caparo. -----	113
18	Raíces de Teca y de <u>Hibanthus</u> sp., distribución de frecuencias de clase diamétricas. -----	114

www.bdigital.ula.ve

R E S U M E N

Se estudian las propiedades físicas y químicas de los suelos en las parcelas permanentes de Rendimiento de Teca en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo^(*). Se analizan las relaciones entre los parámetros edáficos estudiados y el desarrollo en altura de la Teca.

Los parámetros edáficos más significativamente correlacionados con la altura mayor de la Teca fueron: contenido de humedad en el suelo durante la sequía (22 de febrero 1982), $r=0,96$ y contenido de Magnesio (mayor valor del estrato superior del suelo), $r=0,69$.

Por otra parte, las parcelas de calidad de sitio I y II pudieron ser "ordenadas" estadísticamente. Se aplica el método de ordenamiento para el análisis de datos. Los resultados facilitaron la formulación de un sistema de clasificación al formarse agrupaciones de parcelas con el ordenamiento.

Se propone un sistema de clasificación de sitio, aplicable a las áreas de Caparo aptas para Teca, en función del contenido de arena de 0-150 cm de profundidad, el contenido de arcilla, régimen hídrico del suelo y contenido de Magnesio. Este sistema permite la clasificación de los sitios (calidad I y II) para la Teca, en las áreas aún no plantadas (bosque natural, bosque secundario, potreros).

(*) Se trata de suelos Alfic Dystropept franco arenosos a franco limosos, desarrollados sobre dique antiguos del río y napas de explayamiento; son bien drenados y de relativamente buenas condiciones químicas.

SUMMARY

A study was given of the physical and chemical properties of the soils in the permanent plots (to assess teak yields) of the Unity 1 in the Caparo Forest Reserve, in Venezuela. An analysis is made of the relationship among the edaphic parameters and teak development measured as height.

The edaphic parameters more significantly correlated to teak development in height were: soil humidity during drought season, $r = 0.96$; Magnesium content (highest value in the top layer of the soil), $r = 0.69$.

On the other hand, the plots of "site quality" I and II were statistically arranged.

The ordination method is used for the data analysis. The results made easy the formulation of a classification system for "site-quality" of use in the Caparo areas good for teak, in relation to the sand content 0-150 cm., clay content, soil hydric regime, and Magnesium content. This system allows the classification of sites (qualities I and II) for teak, in those areas not planted yet (natural forest, secondary forest and grassing areas).

CAPITULO I: INTRODUCCION

El problema fundamental de la silvicultura en los bosques tropicales de Venezuela es el que se refiere a la insuficiente regeneración natural de las especies comerciales. Ante ello, las investigaciones con fines de manejo forestal, que la Facultad de Ciencias Forestales ha adelantado en la Unidad 1 de la Reserva Forestal de Caparo desde 1970, se han dirigido a la resolución de este problema. Se han hecho investigaciones para el desarrollo de técnicas de fomento de la regeneración natural de las especies valiosas y se han hecho ensayos de especies autóctonas y exóticas para plantaciones, resultando que la Teca ha sido una de las especies de resultados más prometedores en los ensayos.

Torres (1982) plantea en este sentido. "El excelente comportamiento inicial de esta especie en los suelos arenosos y bien drenados en la Selva decídua de banco, llevó a establecer en la Unidad 1 la mayor superficie de plantaciones (42 ha) en cuanto a especies a campo abierto se refiere". Habiéndose seleccionado Teca para tal fin.

La evaluación de la calidad de sitio es un factor clave en la planificación y ejecución de proyectos de plantaciones forestales. En muchos países del trópico húmedo americano se adelantan programas de plantaciones forestales, de tal manera que estudios encaminados a incrementar la información técnica en este campo podrán encontrar aplicación o contribuir en el avance de este sector de la producción.

Este trabajo estudia las características físicas y químicas de los suelos de las áreas plantadas con Teca en Caparo, concretamente en las Parcelas Permanentes de Rendimiento, trata de establecer las tendencias de las relaciones entre las características estudiadas de los suelos y el crecimiento de la Teca y esboza una clasificación de sitios en base a factores del suelo a fin de orientar las plantaciones de Teca en Caparo. Los factores del suelo en la clasificación de sitios constituyen una valiosa ayuda, por cuanto muchos de ellos son fáciles de medir y además puede cuantificarse.

1.1. Justificación

Las reservas forestales de Occidente (Ticoporo, Caparo y San Camilo) con una superficie superior a las 700.000 ha constituyen el principal proveedor actual y en el futuro inmediato de madera para el país. Estas reservas - han sido concedidas en parte por el Estado a empresas forestales y el resto de unidades están en trámites de concesión. El manejo de estos bosques debe hacerse, en buena parte, en base a plantaciones, debido a que los métodos de fomento de regeneración natural no han sido aún comprobado a nivel comercial. Se necesitaría evaluar la relación costo/beneficio del método propuesto por Finol (1982), el cual presentó un evidente éxito biológico. Investigaciones adelantadas (ULA-CORPOANDES, 1970-75) con cerca de 40 especies autóctonas y exóticas dieron como resultado que entre las especies más aptas y de mayor éxito ecológico y económico, la Teca ocupa el primer lugar. Por otra parte, esta especie es capaz de desarrollarse muy bien en áreas deforestadas de selva decidua de Banco y utilizadas como potreros. En algunas de estas áreas y - según las características de los suelos la producción de madera con Teca podría ofrecer mayor rentabilidad que la producción pecuaria actual.

Se ha observado (Torres 1975) que la Teca varía en su crecimiento según el sitio. Luque (1981) pudo diferenciar en un grupo de 30 parcelas estudiadas de Teca, tres grupos en base a su altura.

Estas observaciones en el comportamiento de las plantaciones de Teca y la gran variabilidad de los suelos aluviales de Caparo (Franco, 1980) obligan a un estudio detenido de las relaciones entre características químicas y físicas de los suelos y la productividad de la Teca.

Este estudio pretende llenar ese vacío. Vincent y Luque (1981), reconocen que para la implementación del Plan de Manejo de la Reserva Forestal - de Caparo, se requiere información acerca del comportamiento y rendimiento - de plantaciones jóvenes de diversas especies... "La evaluación de estas plantaciones debe incluir como punto de partida, un estudio de calidad de sitio que sirva como marco de referencia en el análisis de la información sobre - rendimiento."

En la actualidad en muchos países latinoamericanos especialmente en Centroamérica, el uso de la tierra se hace sin tomar en cuenta la verdadera importancia de la calidad de sitio. Franco (1980) refiriéndose a los llanos venezolanos enfoca esta situación de la siguiente manera: "Tanto la violenta expansión del pastoreo super extensivo como la delimitación de grandes áreas para la producción forestal se han cumplido sin atender a la fuerte variabilidad del paisaje aluvial llanero. El uso de la tierra se adelanta con una mínima adaptación a las condiciones de sitio. Debido a ello se carece de conocimiento sobre el potencial de uso de los mismos lo que constituye una base esencial del planteamiento del uso de la tierra tanto del sector agropecuario como forestal". El considerable aumento de la demanda de productos forestales en Venezuela en los últimos 10 años, paliado con una creciente importación y consecuente fuga de divisas, debe impulsar el desarrollo forestal del país en el futuro mediato. Ello significará mayor superficie manejada (y plantada) y necesidad de refinar y perfeccionar conocimientos y técnicas.

La reserva forestal de Caparo, donde se efectúan investigaciones desde 1968, se ha convertido en un centro piloto generador de información extrapolable a otros sitios o países del trópico húmedo, relacionados con el manejo de los bosques con fines de producción de madera.

1.2. Objetivos

Los objetivos fueron:

- Estudiar las propiedades físicas y químicas de los suelos en las áreas plantadas con Teca en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Se trata de suelos Alfic Dystropept Franco arenoso a franco limoso.
- Analizar las posibles relaciones entre los parámetros edáficos estudiados y el desarrollo en altura de la Teca.
- Formular un sistema de clasificación de sitios para Teca en función de aquellos parámetros edáficos que resulten significativos para el crecimiento de la Teca en Caparo y que sean preferentemente reconocibles en el campo.

Esto último y la información obtenida de las parcelas permanentes de rendimientos facilitaría la selección de áreas previa a la plantación y la confección de mapas con indicaciones cuantitativas aproximadas sobre la productividad de las áreas.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1. Estudios previos en Caparo

El Centro de Estudios Forestales de Postgrado a través del programa ULA-CORPOANDES 1970-74, y posteriormente con el convenio CONICIT-ULA (1977...) ha adelantado estudios ecológicos y silviculturales en Caparo. En 1971 en el informe sobre las actividades del primer año de labores se plantea que la estratificación ecológica puede basarse en estudios de suelo y topografía (tipos fisiográficos), o en la tipificación del bosque... "Además, la tipificación permite la ubicación del resto de los ensayos silviculturales y ecológicos; y también la selección de sitios para las plantaciones pilotos. La tipificación permite diferenciar unos sitios de otros, agrupándolos en tipos ecológicos de bosques y preparar los planos correspondientes, los cuales pueden ser considerados a la vez como mapas de suelos debido a la estrecha relación entre la fisionomía de la vegetación y el hábitat, principalmente el suelo".

La tipificación propuesta y aplicada por Vincent en Caparo (1970); - ULA-CORPOANDES, (1970-74) diferencia tipos fisionómicos de bosques y hace referencia a sotobosque, presencia o no de ciertas especies indicadores y algunas características del suelo superficial (color, cuarteamiento, microzurdos, moteo de óxidos). Esta tipificación es fácilmente aplicable hacia los sitios extremos, pero de difícil e insegura aplicación hacia los sitios mésicos, - los que cubren la mayor parte de la superficie de la reserva forestal de Caparo, Franco (1982).

Por otra parte Franco (1979) enfoca este problema confirmando que "Desde 1970 a 1975 se desarrolló una tipificación en Caparo; Vincent (1970); ULA-CORPOANDES (1970-74) basada en la fisionomía de la vegetación. Sin embargo, una clasificación de sitios aplicables a grandes extensiones y que sirva de base a cualquier uso de la tierra debe contener obligatoriamente elementos geomorfológicos y pedológicos, que sean levantables independientemente de la vegetación natural, y con ello aplicables a áreas bajo uso (plantaciones forestales, bosque manejado, pastizales, etc.).

Hase (1981) encontró en las plantaciones de Teca diferencias significativas en la productividad de biomasa, debido a las variaciones edáficas que se presentan en lo que para el sistema de tipificación de Caparo; Vincent (1970), constituye una unidad ecológica (Selva Decidua de Banco). Ello también es reportado por Torres (1982). Es obvio que se necesita ahora un estudio detenido del suelo en las plantaciones, a objeto de explicar lo observado por Hase.

Existe tanta superficie plantada en Caparo (aproximadamente 150 ha) y conocimiento sobre los suelos, que resultaba factible adelantar ahora un estudio sobre la influencia de factores edáficos en el crecimiento de las plantaciones.

2.2. Clasificación de sitios

Una plantación es un sistema dinámico de individuos que interaccionan entre sí y con su medio. Estos sistemas forestales están determinados por las tasas de cambio de los elementos estructurales y funcionales que los componen. La caracterización de estos sistemas es difícil tomando en cuenta que ésta constituye un campo interdisciplinario de límites amplios y vagos. Sin embargo, existen factores unificadores. Watt (1978) se refiere a este problema de la siguiente manera: "los seres vivos necesitan que varios tipos de materia estén disponibles en el lugar y momento oportuno y en la forma adecuada, por lo que podemos concluir que los organismos dependen de los mecanismos que hacen posible la disponibilidad de las sustancias necesarias".

Una de las posibles aproximaciones al conocimiento de estructura y función tal como lo plantea Rodríguez (1980), es la evaluación de calidad de sitio que, dentro del campo forestal, puede ser tomado como elemento integrador.

El estudio de la calidad de sitio ha dado origen según Rodríguez (1980)... "a un amplio cuerpo de conocimientos básicos cuya comprensión es útil en la conducción de los trabajos tanto en el bosque natural como en plantaciones". La actividad forestal en el trópico ha permanecido marginada de información que permita establecer los requerimientos de los árboles para

su crecimiento. Gran parte del quehacer forestal se encamina a la evaluación de la calidad de sitio.

La evaluación de la calidad de sitio tiene dos enfoques principales, uno a través de la evaluación en base a factores del medio ambiente y otro en base a ciertos parámetros de la vegetación. Rodríguez (1980) refiriéndose al mismo problema cita a Rennie (1962) quien divide estos métodos de la siguiente manera

1) Métodos directos que miden simplemente el crecimiento de la vegetación, el que sirve de criterio de calidad de sitio;

2) Métodos que miden el crecimiento de la vegetación junto con atributos relacionados del hábitat. En este caso los atributos constituyen el criterio y es considerado método indirecto, cuya confiabilidad depende de la validez de la relación entre el atributo y el crecimiento de la vegetación.

Fassbender y Tschinkel (1974) plantean ... "para determinar la calidad de sitio se toman en algunos casos medidas directas de factores del medio como la precipitación y la temperatura y en otros casos se utilizan medidas indirectas, como son las propiedades del suelo".

Rodríguez (1980) y Vincent (1980) concuerdan que la medida directa es la más deseable para la evaluación y clasificación de calidad de sitio. La vegetación expresa en forma integral todos los factores efectivos del medio ambiente. Esta expresión es en cantidad de madera, resultante de la capa capacidad del vegetal de captar energía, minerales y gases.

Sin embargo, a veces debido a ausencia o anomalías en la vegetación, es necesario evaluar la calidad de sitio en base al medio ambiente. Estas anomalías pueden ser, por ejemplo, masa forestal incoetánea, efectos del pastoreo e impacto de quemadas repetidas. Por su parte Rodríguez (1980) considera la medida directa "costosa, limitada y demanda mucho tiempo". Uno de los métodos de evaluación de calidad de sitio, es a partir del suelo. Este método tiene varias ventajas, entre ellas, su costo es bajo y el tiempo empleado es menor que el directo con parcelas permanentes de rendimiento (PPR).

Por otra parte, en proyectos de plantaciones en sabanas, como los que se efectúan en Monagas y Anzoátegui, es necesario disponer de una estratificación de las áreas (previa a la plantación misma) para la(s) especie(s) utilizada(s). Ello requiere, naturalmente, de la evaluación de los suelos y la vegetación natural y de las plantaciones ya existentes.

Fassbender y Tschinkel (1974) se refieren a la caracterización de rodales de Cupressus lusitanica en base a un índice de sitio y a través del estudio de factores físicos y químicos de los suelos respectivos, tratando de estimar matemáticamente las variaciones de crecimiento encontrados, ésto llevaría a una identificación de los sitios aptos para las plantaciones futuras en Medellín, Colombia. Con ello se mejoraría el crecimiento de las plantaciones existentes en base a manejos silviculturales bien dirigidos. Mader (1963) citado por Rodríguez (1980) puntualiza que "ni el crecimiento ni el ambiente pueden ser medidos con precisión". Tal como establece Rodríguez (1980) "calidad de sitio es la capacidad que tiene un área particular para producir madera, tomando en cuenta que esta capacidad está determinada por el efecto combinado de los diversos factores que componen el sitio".

Spurr (1952) citado por Vincent (1980), plantea que el crecimiento es factor clave en el manejo de bosques y la calidad de sitio es el factor clave en el crecimiento.

2.3. El suelo en la clasificación de sitios

Franco (1980) refiriéndose a los sitios edáficos estima que éstos deben ser clasificados independientemente de la vegetación, a través de informaciones sobre su condición química y su régimen hídrico. Fassbender y Tschinkel (1974) encontraron correlaciones significativas entre los contenidos de Fosfato de Aluminio, de Potasio y de Magnesio y el crecimiento de ciprés en Colombia y por el método de regresión múltiple establecieron una ecuación de predicción en la cual las variables mencionadas explican un 52.5% de la variación del índice de sitio.

Tobar (1976) encontró que el porcentaje de arena en el horizonte B, la conductividad eléctrica del horizonte B y el Nitrógeno del horizonte A.

presentaban correlaciones significativas en plantaciones de pinos en el Oriente de Venezuela. Por el método de regresión múltiple establece una ecuación de predicción en la cual estas variables explican el 46 por ciento de las variaciones del índice de sitio.

Sarlin (1963), citado por De Las Salas (1974), comprobó una relación estrecha entre la profundidad efectiva del suelo, la suma de bases intercambiables y el rendimiento de Tectona grandis.

Jadan (1972), citado por Rodríguez (1980), encontró una correlación significativa entre Potasio y Magnesio intercambiables con el índice de sitio de Eucalyptus deglupta.

Vincent y Woods (1979) establecen para plantaciones de pino en el Oriente de Venezuela un coeficiente de determinación de 0.65 para un total de 12 variables independientes, mediante el procedimiento de selección por eliminación de variables.

Según De Las Salas (1974), la disponibilidad de agua en el suelo y el ritmo de humedad durante épocas secas y húmedas en estudios recientes, resultaron ser factores determinantes del desarrollo de la vegetación en bosque de bajo.

Tobar (1976) refiriéndose a la humedad del suelo dice que las variaciones en la precipitación tienen en general una influencia directa en la humedad del suelo y en el crecimiento... influye además sobre la temperatura del suelo, microorganismos y nutrientes.

Vincent y Woods (1979), citando estudios de Zahner (1958), Coile (1935), Bowesox y Ward (1972), puntualizan que generalmente han encontrado que aquellos factores que afectan la disponibilidad de humedad y espacio para crecimiento de raíces son los más importantes factores del sitio.

Para Keogh (1979), los sitios que convienen para teca son los suelos de textura franco, aluviales, de poca pendiente o planos, con buen drenaje, profundos (1-2 m) y de perfil homogéneo. Un buen suelo es el primer requisito para la teca. El segundo es que la zona tenga una época seca de 3 a 6 meses de duración (definiéndose como mes seco aquel en el cual la precipitación es de 50 mm o menos) y el tercero se refiere a sitios con precipitación anual superior a los 1,500 mm.

En la caracterización edáfica de las parcelas de teca en Caparo Torres (1982), incluye la capacidad de reserva de agua del suelo como factor de primera línea en la determinación de la calidad del sitio.

Para Hase (1981) los mejores suelos para teca no son los areno-francosos (estos son los peores dentro de la selva decidua de banco) sino los franco limosos; mostrando los francos un comportamiento intermedio. Cuando existe una capa muy superficial (de menos de 50 cm de espesor) de suelo franco a franco arenoso o areno francoso sobre una capa profunda de arena media, la teca tiene problemas con la disponibilidad de humedad y su crecimiento se ve marcadamente afectado (Torres, 1982).

Resumiendo puede afirmarse que si bien para la determinación de la calidad del sitio, expresada en índices de sitio para determinada especie, se necesita contar con los rodales establecidos de dicha especie en superficie y edad adecuadas, en ocasiones estas condiciones no están dadas. Además debiera poder evaluarse la superficie a plantar antes de hacerlo, con el fin de estratificar el área en función de su aptitud para la (s) especie (s) a plantar. En estos casos, la clasificación de sitios debe necesariamente basarse en parámetros climáticos y edáfico; y en una zona climáticamente homogénea sólo en parámetros edáficos. Aquí pudiera ser utilizada la vegetación natural como elemento de identificación de unidades de sitio, especialmente cuando la vegetación natural es primaria y poco intervenida. A veces la vegetación se convierte en el principal factor auxiliar para el reconocimiento y mapeo de estratos o calidades de sitio en áreas extensas (Franco, 1982).

CAPITULO III: DESCRIPCION DEL AREA

3.1. Ubicación y superficie.

La Reserva Forestal de Caparo se encuentra en los Llanos Occidentales Venezolanos, al sureste del Estado Barinas, tiene una superficie aproximada de 170.000 has, dividida en tres unidades de manejo (Torres, 1975). Su ubicación geográfica es aproximadamente a una latitud Norte de 7° 30', longitud Oeste 71° 00' (fig. 1). El área de estudio es la unidad I de dicha Reserva y tiene una superficie de 59.000 has. De esta superficie, el bosque alto y medio de valor comercial abarca 25.850 ha (43.8%). El resto del área, que incluye las tierras bajo uso agropecuario, otros tipos de bosques, sabanas y esteros cubre 33.150 ha (56.2%), (ULACORPOANDES, 1981).

3.2. Altitud y topografía.

La altitud es de aproximadamente 100-120 m.s.n.m. La topografía es plana con una pendiente general de 0,1%. Se da una ligera inclinación del terreno hacia el este, dirección del desagüe de la zona.

3.3. Geomorfología.

Los procesos geomorfológicos que actúan en la conformación de la fisiografía actual en la zona, son principalmente los de formación de llanuras aluviales de desborde y de aluviones recientes. En relación a los primeros, por la relativa proximidad de la zona de estudio a la cordillera, se presenta la sedimentación diferencial por la cual la deposición del material más grueso, arena y limo se realiza en el cauce de los ríos o cerca de ellos. Los sedimentos finos, limo fino y arcilla son transportados agua abajo, para depositarse en aguas tranquilas acumuladas en depresiones entre los cauces, cuan-



Figura 1: Ubicación de la Reserva Forestal de Caparo.
Fuente: Tomado de Franco, 1982.

do se presenta el desbordamiento. Los ríos son inestables y cambian frecuentemente de cauce por la poca elevación de los diques (Torres, 1975).

El mismo Torres (1982) señala que la "unidad I de Caparo se encuentra en una típica llanura aluvial de desborde en su forma más complicada por la cercanía a la cordillera de los Andes". Agrega que el "paisaje resultante de todos los procesos de deposición durante pleistoceno-holoceno es un mosaico de diques, napas y cubetas con canales de desagüe (caños), cauces actuales y meandros abandonados.

Franco (1979) por su parte estipula que cada unidad geomorfológica "presenta propiedades hidrológicas y edáficas características que son determinantes para el desarrollo de la vegetación natural y para el uso agropecuario o forestal del área".

3.4. Clima

Según Köppen corresponde a la región climática B1 W A' a'; clima ligeramente húmedo (B1), moderada deficiencia de agua en invierno (W), cálido (A'), sin concentración de calor en verano (a') (Torres, 1975).

La precipitación promedio anual es de 1,750 mm con una estación seca de 3 a 4 meses (fig. 2). El período lluvioso ocurre entre abril o mayo y noviembre, durante el cual las variaciones diarias de temperatura son de 4-10°C, mientras que durante la época seca son de (12-15°C). La temperatura media anual es de 24.6°C.

Se da un exceso de agua de mayo a octubre y un déficit de enero a marzo.

La media mensual de la humedad relativa del aire oscila entre el 59% en enero y 89% en junio (Torres, 1982).

La evapotranspiración para 1976 según Penman y calculada por Franco (1979) fue de 1515 mm.

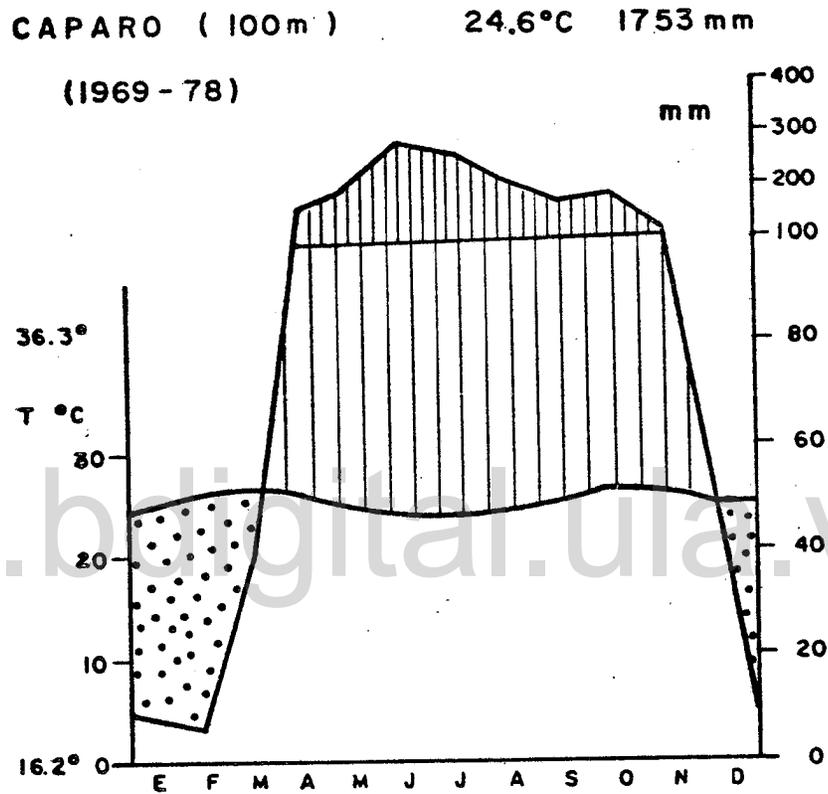


Figura 2 Climadiagrama de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, según Walter y Lieth.
Fuente: Franco (1979)

3.5. Clasificación de la vegetación

Según el sistema de clasificación de Holdridge, la unidad uno corresponde a la zona de vida de Bosque seco tropical. Por el carácter de los suelos no puede hablarse de una "asociación climática bosque seco tropical; todas las asociaciones pueden considerarse edáficas o edafohídricas (vegetación de banco, bajo y estero).

De acuerdo a la clasificación de Pittier el bosque de Caparo es tropófito macrotérmico; Torres (1975).

La vegetación varía según Torres (1982) en grado de desarrollo desde saban y estero hasta un bosque alto que alcanza un máximo de 35 m. de altura y responde en general a la variabilidad de los suelos.

Las plantaciones experimentales de Teca de la Unidad 1 de Caparo se establecieron en lo que Vincent (1970) denomina selva decidua de banco (SD-banco), los suelos descritos en este trabajo representan en mayor o menor grado la variabilidad edáfica dentro de este tipo de bosque. Estas áreas son incluidas dentro del tipo de sitio 1 y 2 en la clasificación y manejo de sitios realizada para la Unidad 1 de Caparo. Franco (1982).

3.6. Suelos

Los suelos seleccionados para plantar Teca en Caparo, y que son objeto de este estudio, han sido clasificados como Alfíc Dystropept Franco arenoso o Franco limoso; Franco (1979, 1982). Se trata de suelos desarrollados sobre antiguos diques del río y napas de explayamiento. Presentan las mejores condiciones de drenaje de toda el área, pero al mismo tiempo son los más desfavorecidos químicamente. El pH varía entre 4.2 y 7.0 y el porcentaje de saturación de fases entre 30 y 100% al considerar cada horizonte; sin embargo, todos los perfiles de suelos presentan uno o más horizontes con menos de -- 50% de saturación de fases, con excepción del perfil 31 (Eutropept arcillo limono).

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1. Metodología de campo

Se trabajó en las parcelas permanente de rendimiento (PPR) establecidas por Torres (1982) en Caparo. El tamaño y forma de las parcelas varía. En general tienen dimensiones que varían entre 20 x 40 m y 20 x 70 m, y de forma rectangular. En total se trabajó sobre 25 parcelas.

Las parcelas fueron ubicadas en forma opínática, tratando de abarcar todas las posibles variaciones relacionadas con la altura del dosel, relieve, edad y espaciamiento inicial (Torres, 1982).

4.1.1. Estudio de calicatas.

Se comprobó la homogeneidad del suelo en cada parcela y en el centro de cada una se abrió una calicata de 1.5 m. de profundidad. Se describió el perfil del suelo definiendo sus estratos y horizontes. En cada horizonte se tomó nota del color de la matriz y el moteo, textura, estructura, nódulos y concreciones.

Se estudió la densidad y profundidad de raíces finas ($\emptyset < 2$ cm) diferenciando las raíces en tres categorías:

- a) de < 1 mm de diámetro.
- b) de 1-5 mm de diámetro.
- c) > 5 mm de diámetro.

La muestra se tomó utilizando una rejilla de 1 m de longitud y 10 cm. de ancho, subdividida en sus primeros 10 cm. en dos cuadrados de 5 x 10 cm, observando el resto las dimensiones de 10 x 10 cm. En estas áreas se contó el número de raíces por categoría de diámetros. Dado que es difícil separar para el conteo las raíces de Hibanthus sp (arbusto predominante en el sotobosque de las plantaciones de Teca en Caparo) y de Teca, el conteo se realizó tomando en cuenta las raíces de ambas especies.

4.1.2. Toma de muestras para análisis químico

De cada calicata se tomaron muestras de suelo para análisis químicos en las profundidades siguientes:

- 1) 0 - 5 cm
- 2) 5 - 15 cm
- 3) 15-30 cm
- 4) 30-60 cm
- 5) 60- hasta arenas basala = 100 cm
- 6) 100 a 150 cm

4.1.3. Toma de muestras para determinación de humedad

Con un barreno volumétrico "Pürkhauer" se tomaron muestras de suelo hasta 1 m de profundidad a intervalos de 10 en 10 cm. En cada PPR se tomaron 3 barrenos cerca de la calicata y separados aproximadamente 5 m uno de otro. Se efectuaron tres muestreos en las parcelas 6, 7, 8, 12, 13, 14, 18, 19, 20 y 21 (29 de enero, 22 de febrero y 26 de abril de 1982).

4.1.4. Observaciones fenológicas

Se hicieron observaciones de caducifolia, haciendo un estimado de hojas presentes en la copa.

4.1.5. Densidad aparente

La toma de muestras para determinar la densidad aparente se hizo mediante un cilindro de volumen conocido, utilizando el martillo de Uhland para extraer las muestras. La calicata se dividió en estratos según textura y de cada una se tomaron 3 muestras. La densidad aparente se utilizó en el cál

culo de las reservas totales de bioelementos en el suelo y para la conversión de la humedad del suelo en porcentaje de volumen.

4.2. Metodología de Laboratorio

4.2.1. Análisis de rutina

Las muestras secadas a temperatura ambiente fueron trituradas y tamizadas (2 mm). Una parte fue cernido en un tamiz de 0.5 mm para determinación de C y N.

Posteriormente se procedió a la realización de los análisis químicos de rutina; González (1981). En la determinación de la textura del suelo se aplicó el método clásico de Bouyoucos. El pH se midió con un potenciómetro - provisto de un electrodo de vidrio. Para establecer el porcentaje de Nitrógeno la muestra se digestó, destiló y tituló, según el método de Kjeldahl con la modificación de Winkler. El amoníaco se determinó con un ácido de concentración conocida.

El método de Walkley-Black se aplicó para calcular el porcentaje de materia orgánica. El método consiste en la digestión del suelo con dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$) y ácido sulfúrico concentrado, aprovechando el calor que se genera al diluir el H_2SO_4 . El exceso de ácido crómico no reducido por la materia orgánica del suelo es determinado por titulación con sal de Mohr (Sulfato ferroso amoniacal) y usando difenil amina como indicador.

La capacidad de cambio catiónico fue establecida por lixiviación del suelo con acetato de amonio para desplazar los cationes presentes. Se hace el lixiviado del exceso de CH_3COONH_4 con etanol al 80%. El reemplazo del NH_4 absorbido se hace al lixiviar con una solución de KCl.

El Na^+ , K^+ , Ca^{++} fue determinado por espectrofotometría de emisión; el Magnesio se hace por espectrofotometría de absorción atómica. Empleando en ambos casos el lixiviado con acetato de amonio. El lixiviado de KCl es utilizado para determinar la CIC, mediante destilación y titulación.

El fósforo soluble fue establecido por el método de Bray-Kurts, mediante determinación colorimétrica. Este se basa en que la intensidad del color de una solución es proporcional a la concentración del elemento analizado. Se trabajó con un colorímetro Klett-Summerson.

4.2.2. Medición de la humedad del suelo

Las muestras obtenidas de los barrenamientos son pesadas (peso húmedo + tara), se secaron en una estufa a 107°C durante 24 horas. Se sacan y vuelven a pesar (peso seco + tara). Con estos valores se calcula el porcentaje de agua en relación al peso de la muestra. La fórmula utilizada es:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(\text{PH} - \text{PS}) \times 100}{\text{PS}}$$

en donde:

PH = peso neto húmedo

PS = peso neto seco.

4.2.3. Densidad aparente

La muestra obtenida por el cilindro de volumen conocido (100 cm³) es secado en la estufa a 105°C durante 24 horas, posteriormente se determinó el peso seco de la muestra.

La densidad aparente según el método de Uhland fue calculada por la relación siguiente:

$$D_a = \frac{\text{Peso (suelo) seco contenido en el cilindro}}{\text{volumen (cilindro)}}$$

La densidad aparente se define como la relación entre el peso de las partículas del suelo (muestra secada a 105°C) y el volumen total, incluyendo el espacio poroso que ocupan; González (1981).

La densidad permite transformar los porcentajes de humedad gravimétrica en porcentaje de humedad volumétrica. Permite también calcular la cantidad total de elementos químicos de suelo. Es además un indicador de compactación del suelo.

4.3. Metodología del análisis de los datos

Se utilizó la técnica de ordenamiento simple de Bray y Curtis (1957). Este método está ampliamente comprobado y requiere poca labor computacional y la distorsión del ordenamiento es mínima.

La técnica de ordenamiento consiste en ubicar la posición de las muestras en un sistema de gráficas de uno o más ejes' Mc Intosh (1967); Cox (1970). En este trabajo se ordenan factores edáficos según parcelas de procedencia. Algunos de los valores cuantitativos son standarizados dando el valor 1 al máximo valor del atributo, el resto toma valores proporcionales.

El ordenamiento se basa en la comparación de muestras mediante un coeficiente que permite establecer en cuanto se asemejan o diferencian los valores. Este coeficiente permite comparar información cuantificable.

El ordenamiento requiere además la construcción de una matriz de similitud mediante un coeficiente de similitud, denominado también índice de semejanza o índice de comunidad. En este trabajo se aplicó el índice de similitud de Gleason: 1) $IC = (2W/A+B) \times 100$; Müeller - Dombois & Elleberg -- (1974). En donde:

A = Sumatoria de los valores cuantitativos de la PPR "A"

B = Sumatoria de los valores cuantitativos de la PPR "B"

W = Sumatoria del menor de los valores cuantitativos de cada par de muestras de las PPR "A" y "B"

Dagnelie (1960) propone el coeficiente de Kulczynki (1927); Silva (1972) revisó numerosos índices de comunidad incluyendo el de Kulczynki, - que posteriormente fue utilizado por Sörensen (1948), Bray Curtis (1957), Clausen (1957) y Ramsay (1965) cuya ecuación concuerda con la propuesta por

Gleason. Según planteamientos de Ogaya (1979) existe un elevado número de coeficientes de esta índole, los que pueden tentativamente ser catalogados en cuatro tipos.

1) Coeficiente de coincidencia (matching). Proviene de tablas de contingencia. En este tipo se incluyen los coeficientes de Jaccard y Sörensen; 2) distancias métricas y semimétricas. Son coeficientes que miden la similitud entre parcelas o especies, y que cumplen total o parcialmente una serie de axiomas geométricos formales. Las distancias euclidianas, la covarianza y los coeficientes de correlación se incluyen en este tipo; 3) distancias no métricas. Los coeficientes no están sujetos a restricciones axiomáticas; 4) índices de información provenientes de la información y entropía, tal como los índices de Shannon, Kullback y Brillouin.

Los coeficientes de similitud son apreciablemente sensibles a la heterogeneidad; Gold Smith (1973). Un índice de disimilitud fue calculado mediante la ecuación siguiente:

$$2) ID = 100 - IC \text{ (Austin y Orloci, 1966; Bannister, 1968)}$$

Para la ubicación de cada valor en los ejes de coordenadas se utiliza un procedimiento geométrico que finalmente nos da la siguiente ecuación;

$$3) X = \frac{DA^2 + DL^2 + DB^2}{2L}$$

En donde:

- X: Ubicación de la PPR sobre el eje de coordenadas.
- DA: Distancia del núcleo en cuestión, tomando como punto de referencia el núcleo inicial A.
- DB: Distancia del núcleo en cuestión, tomando como referencia el núcleo final B.
- L: Distancia entre núcleos A y B (índice de disimilitud).

Calculadas las coordenadas X_{ij} para todos los valores se tiene el ordenamiento de éstos sobre el primer eje. Para obtener un ordenamiento bi-

dimensional se calcula para cada núcleo la "bondad de ajuste": 4) $e^2 = DA^2 - X^2$. La muestra mayor e^2 será el nuevo punto "A"; el punto "B" (punto final) corresponderá al punto más disimil. Ubicados estos puntos se calculan los valores correspondientes al eje "Y", con una fórmula similar a la del eje "X".

$$5) \quad Y = \frac{(DA')^2 + (DL')^2 - (DB')^2}{2L'}$$

Una correlación en el ordenamiento fue aplicada a pares de PPR tomados al azar, a los que se les calculó el intervalo de ordenamiento dado por:

$$6) \quad \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}. \quad \text{Este valor fue (x) para aplicar correlación (M). Los índices de disimilitud de cada par de PPR fueron los (Y). Posteriormente fue calculada "t" de student}$$

$$7) \quad t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

finalmente se calcula su regresión; 8) $Y = a + b x$.

En el anexo 1 se desarrolla un ordenamiento paso por paso, a fin de ilustrar el método.

Este es un método que ha nacido de la necesidad de explicar satisfactoriamente la enorme complejidad de las relaciones vegetación—ambiente; Oga ya (1979).

En este trabajo se procesaron las variables químicas y físicas del suelo, incluyendo los de humedad, mediante el método explicado. Con ello se intentó ordenar (o agrupar) las parcelas en función de la similitud(1).

Los datos de humedad se analizan comparativamente con los de precipitación y caducifolia a través de la representación gráfica de los tres parámetros en parcelas seleccionadas. Las variables físicas y químicas fueron co

rrelacionadas con altura mayor establecida por Luque (1981) y Torres (1982).

Para los ordenamientos se analizaron 153 muestras de suelo con sus correspondientes análisis químico de rutina. Las muestras fueron obtenidas de 25 PPR. Se tomaron además 90 barrenos en el campo para estimar el porcentaje de humedad. Estos barrenos fueron hechos a la salida de la estación - lluviosa, estación seca y entrada de la siguiente estación lluviosa.

Cada arreglo se diseñó tomando los valores cuantitativos de cada elemento físico o químico para cada estrato del perfil.

Los índices de comunidad fueron calculados comparando cada uno de los estrato del perfil con los correspondientes del otro, de tal manera que cada una de las PPR fue comparada cuantitativamente con todas las demás.

Lo que se persigue es detectar patrones de distribución espacial de los factores edáficos, y compararlos con las clasificaciones de calidad de sitio propuestos por Luque (1981) y Torres (1982).

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Ordenamiento en base a factores físicos

Los resultados de los análisis químicos de rutina, de los suelos de las Parcelas Permanentes de Rendimiento aparecen en el anexo 1. Estos son las bases para realizar los ordenamientos.

5.1.1. Contenido de arena

Se realizó un arreglo bidimensional, a partir de los valores cuantitativos de arena. Son incluidos los estratos comprendidos entre 0-150 cm de profundidad del suelo en 25 PPR, el ordenamiento resultó estar formado por cuatro agrupaciones (Figura 3).

5.1.2. Ordenamiento en base a contenido de arcilla

Este ordenamiento se realizó con los contenidos de arcilla en porcentaje. Se analizaron los horizontes ubicados entre 0-100 cm, de profundidad. El arreglo resultó constituido por cuatro agrupaciones (Figura 4).

La Figura 5, muestra la ubicación de las parcelas según la textura más fina encontrada en el estrato superior del perfil del suelo (yacente sobre la arena basal).

Este estrato de textura fina se encuentra normalmente entre 30 y 60 cm de profundidad y es determinante para el régimen hídrico del suelo. Se encontró que las parcelas 31, 13, 15, 12, 28: presentan limitaciones para la Teca por drenaje interno deficiente y pertenecen a la calidad de sitio II; Torres (1982).

Parcelas 26, 3, 8, 29, 4, 6, 7, 24: son suelos con deficiente oferta de agua durante la sequía y pertenecen a la calidad de sitio II; Torres (1982).

Parcelas 30, 9, 16: pertenecen también a la calidad de sitio II.

Parcelas 18, 21, 19, 14, 25, 20: pertenecen a la calidad de sitio I.

5.1.3. Porcentaje de humedad en el suelo

Los resultados para porcentaje de humedad fueron condensados en los Anexos 2, 3 y 4, correspondientes al 29 de enero, 26 de febrero y 22 de abril de 1982 respectivamente. Se efectuó un ordenamiento para cada fecha de muestreo (Figuras 6, 7 y 8). El coeficiente de correlación entre porcentaje de humedad (X) y altura mayor (Y) fue calculado (Cuadro 1).

www.bdigital.ula.ve

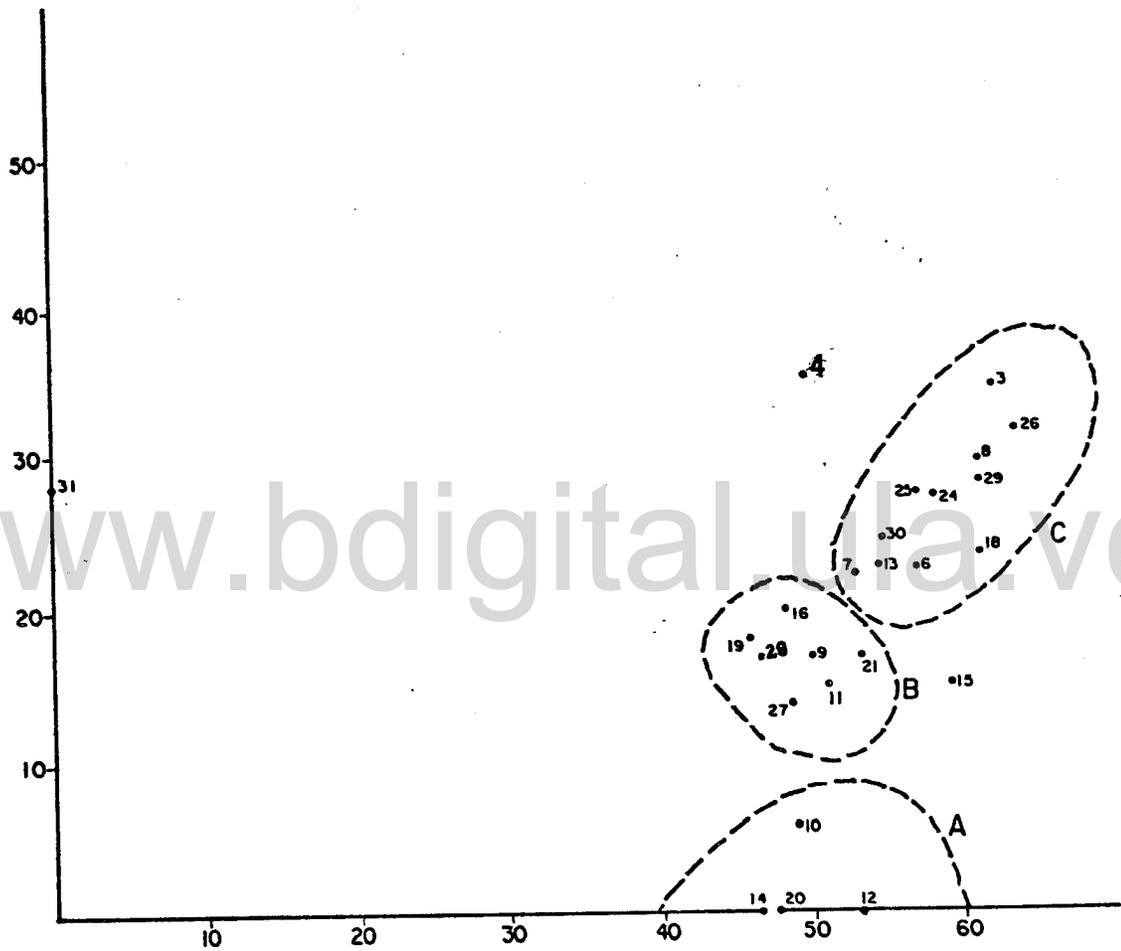


Figura 3 Ordenamiento bidimensional, para arena de la Reserva Forestal de Caparo.

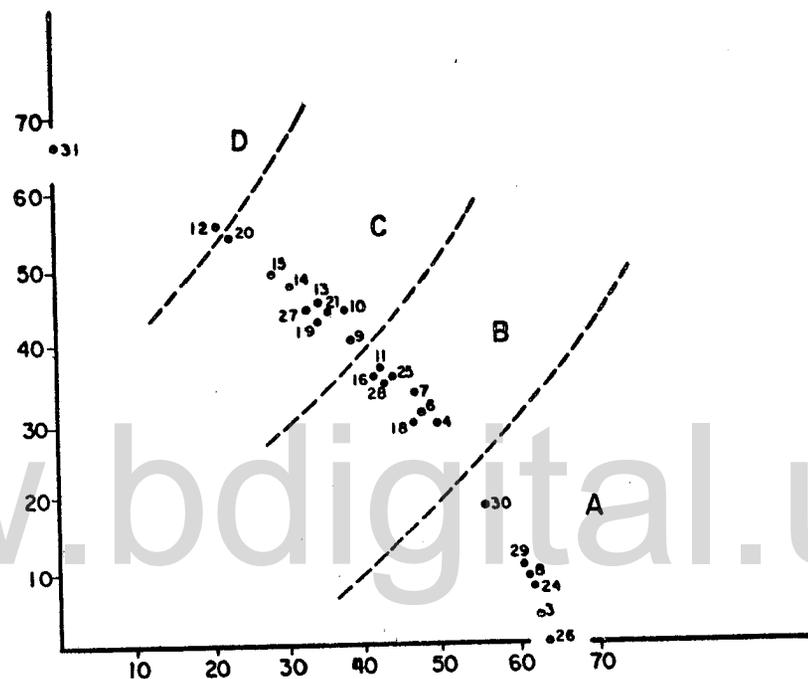


Figura 4 Ordenamiento x / y, para % de arcilla de 25 parcelas de la Reserva Forestal de Caparó. 0-100 cm de profundidad del suelo.

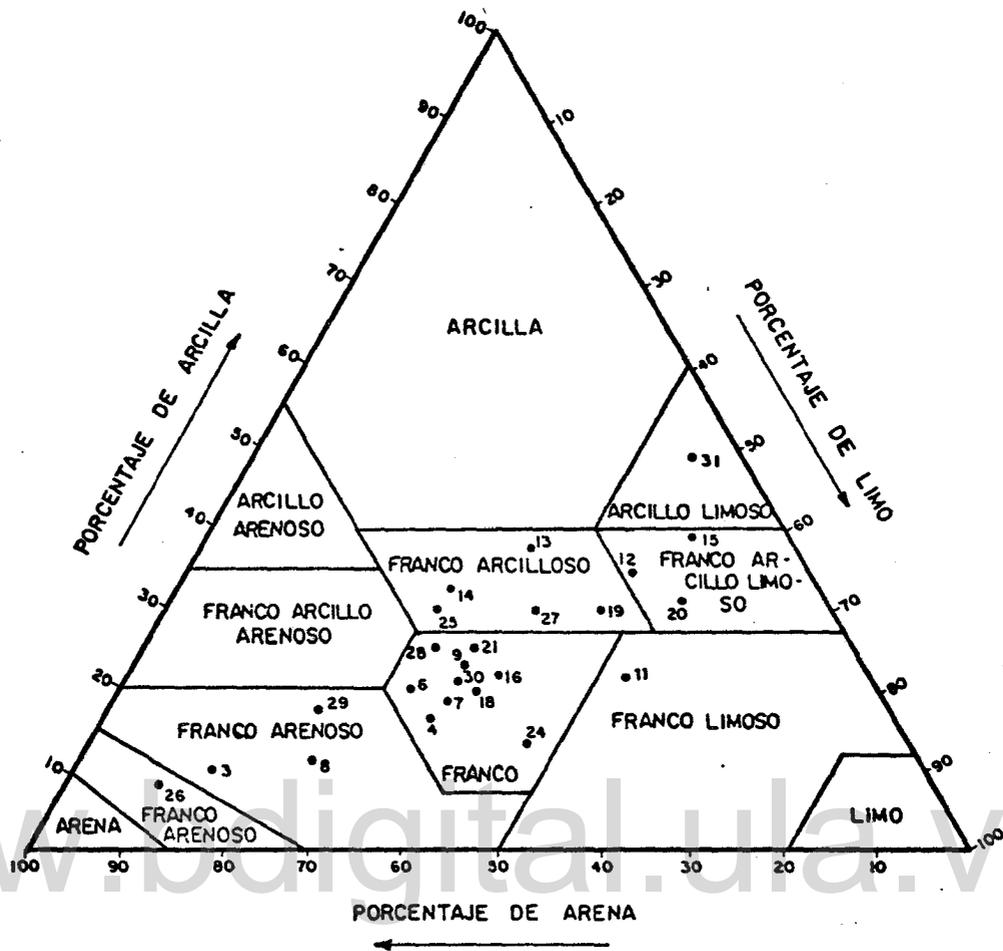
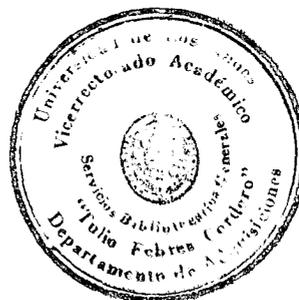


Figura 5 Ubicación de las parcelas según la textura más fina encontrada en el estrato superior del perfil del suelo, (Yacente sobre la arena basal).



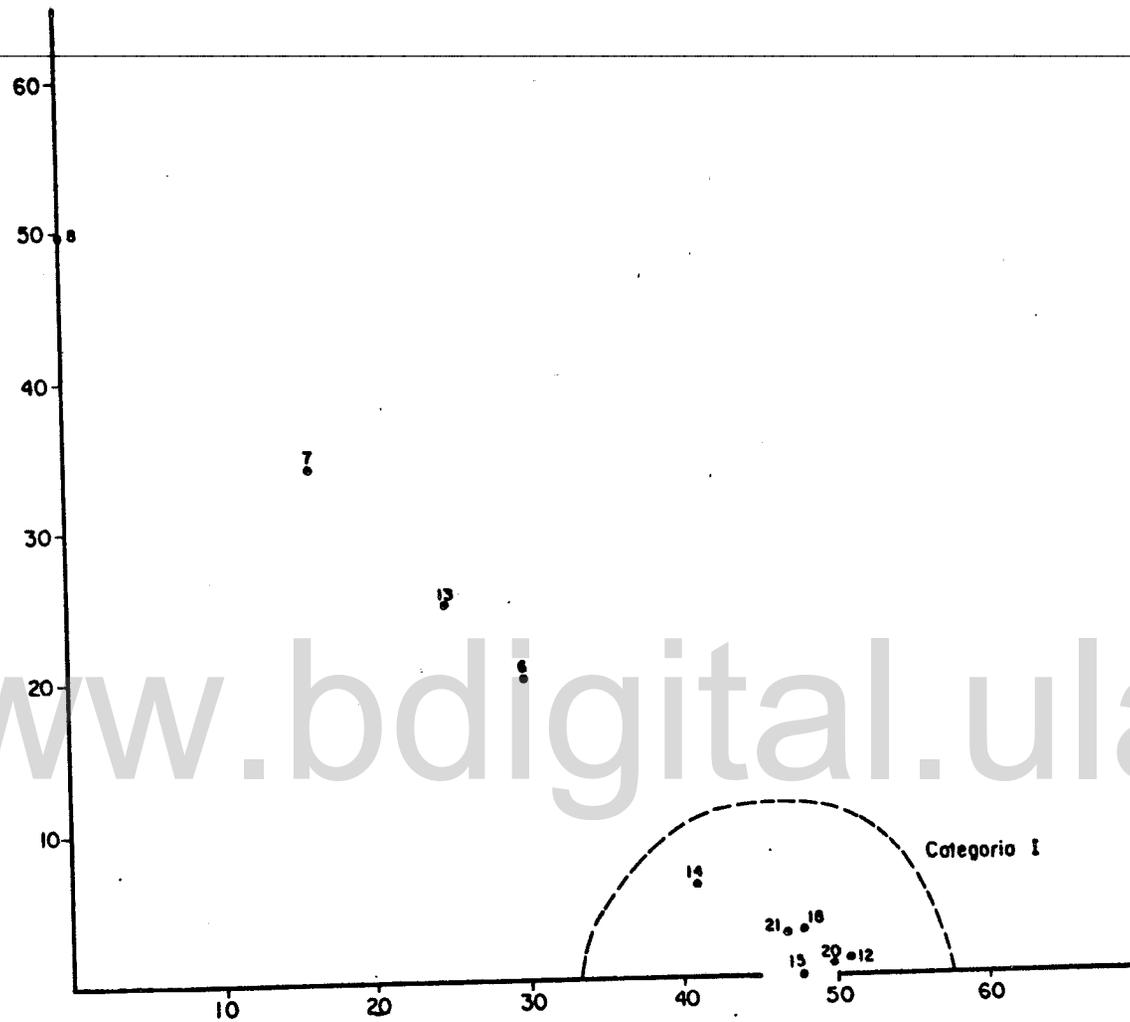


Figura 6 Ordenamiento bidimensional para porcentaje de humedad, Reserva Forestal de Caparo, 29 de Enero de 1982, (profundidad del suelo 100 cm).

www.bdigital.ula.ve

30

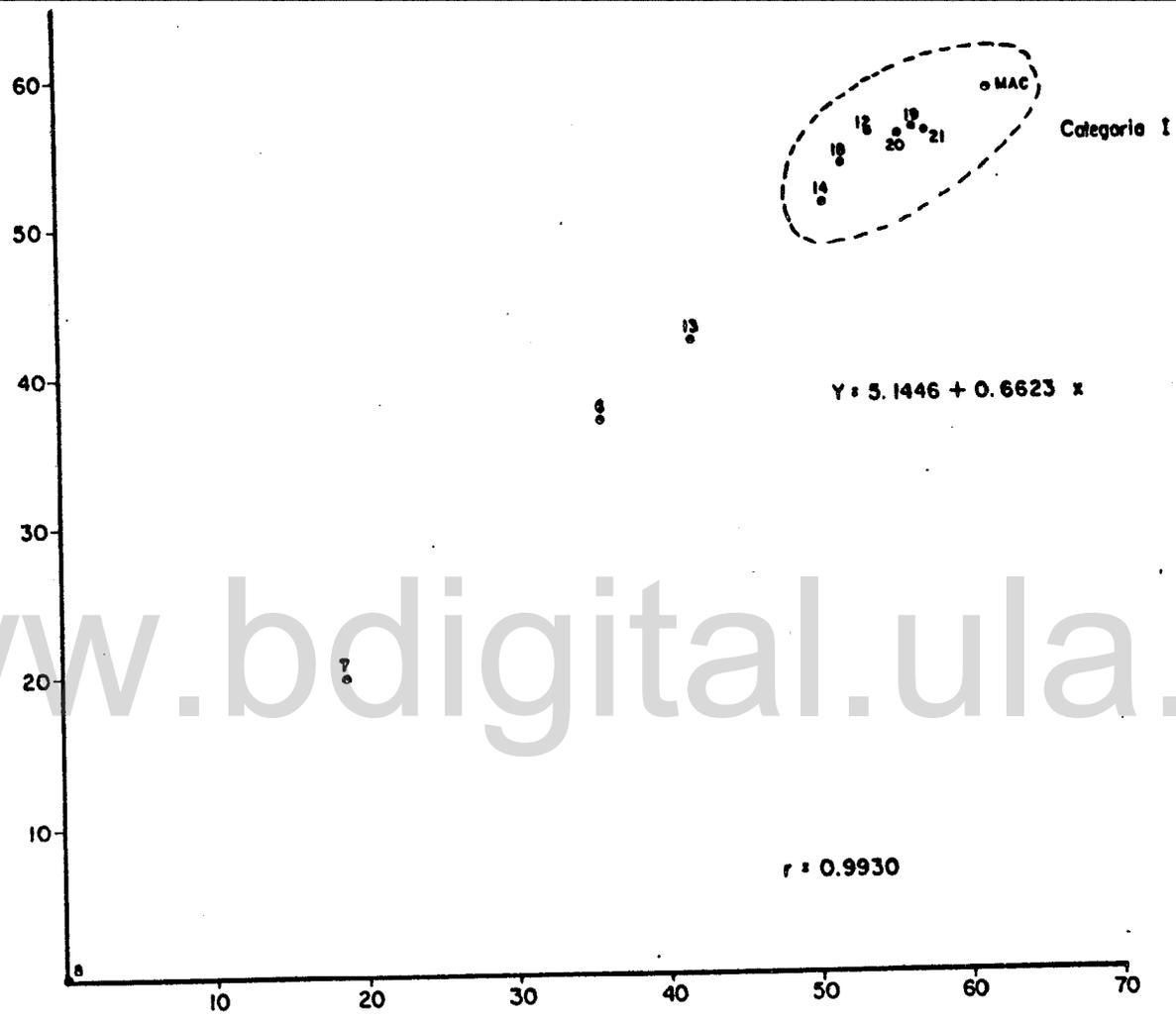


Figura 7 Ordenamiento bidimensional, Porcentaje de humedad de 11 parcelas, 22 Febrero 1982, Reserva Forestal de Caparo.

www.bdigital.ula.ve

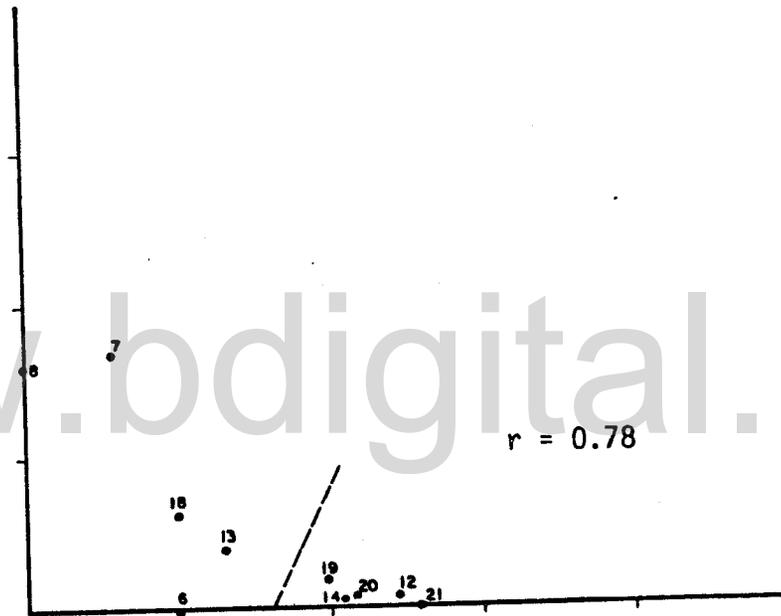


Figura 8 Ordenamiento para porcentaje de humedad, 26 de Abril de 1982, Reserva Forestal de Caparo, Los números corresponden a las parcelas analizadas.

Cuadro 1 Coeficientes de correlación, porcentaje de humedad (X) y altura mayor (Y) para 10 parcelas permanentes de rendimiento.

Fecha	r	R ²	Regresión (Y=a+bX)
29 de enero de 1982	0.89	0.79	Y = 12.4338 + 0.0561 X
22 de febrero de 1982	0.96	0.92	Y = 12.2463 + 0.0675 X
26 de abril de 1982	0.78	0.61	Y = 9.5571 + 0.0405 X

www.bdigital.ula.ve

5.2. Elementos químicos del suelo

El pH para 153 muestras se mantienen en valores que oscilan entre 4.5 - 5.9 (Figura 9). Siendo muy pocos los valores inferiores o superiores a este rango. El porcentaje de saturación de bases (Anexo 1) es graficado (Figura 10)

5.2.1. Ordenamiento de elementos químicos

Con los datos de análisis químicos (N, Na, K, Ca, CIC y P) es planteado un ordenamiento tridimensional (Figura 11). Para ellos los valores de cada elemento químico en las PPR es llevado a valores relativos (Anexo 9).

El ordenamiento resultó tener una correlación alta ($r = 0.84$), por lo que es aceptado y se procede a su análisis.

Cada elemento químico es analizado (Figura 12, 13, 14, 15, 16 y 17). En cada una se ha ordenado el mayor del elemento químico del estrato superior yacente sobre la arena basal. Las categorías cuantitativas de elementos químicos son tomados de Fariñas (1975).

El resultado de las correlaciones entre el mayor valor de elementos químicos (X) del estrato superior (yacente a la arena basal) y altura mayor aparece en el Cuadro 2.

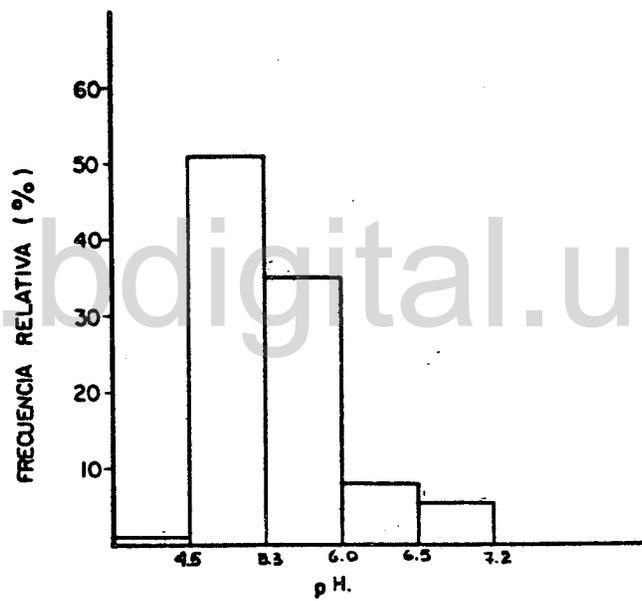


Figura 9. Distribución de Valores de pH, Caparo, (Suelos plantaciones Teca)

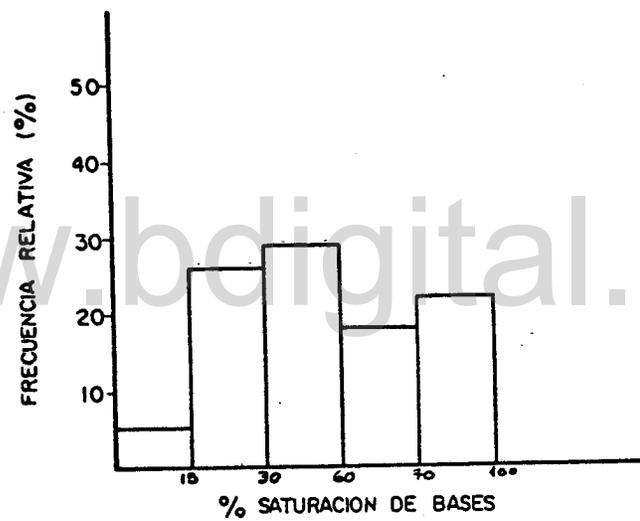


Figura 10 Distribución de Valor de % saturación de Bases, Caparo.
(Suelos plantaciones de Teca)

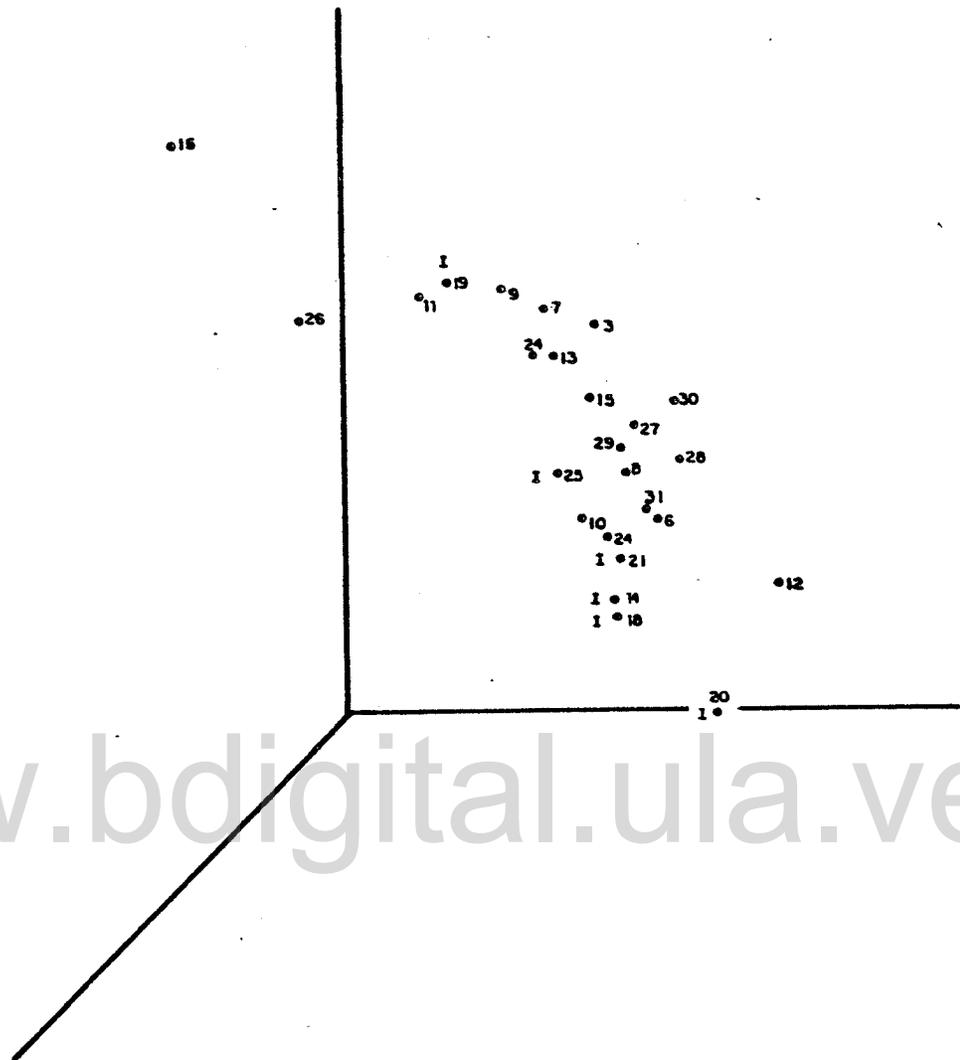
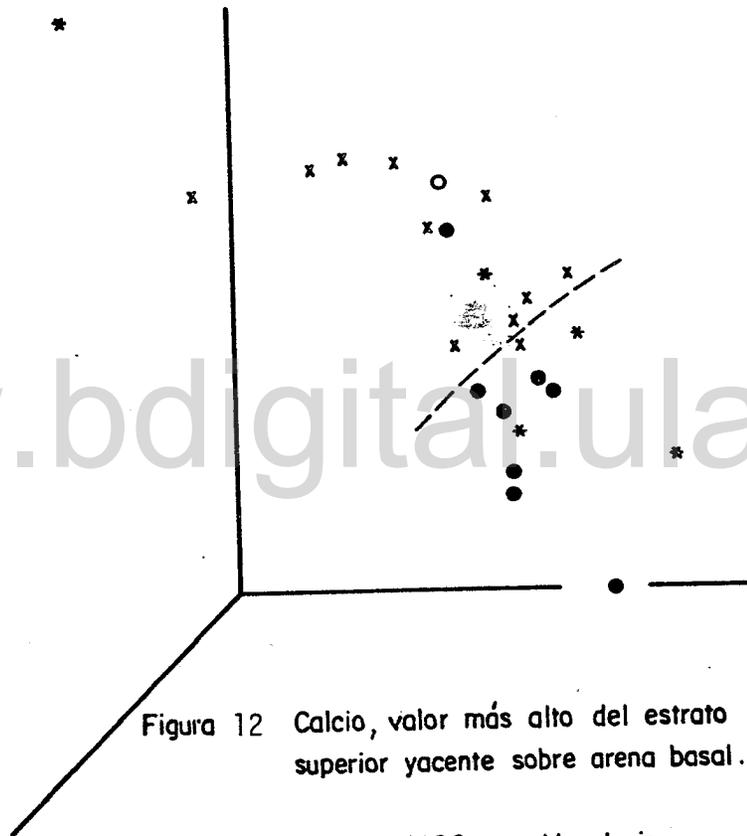


Figura 11 Ordenamiento tridimensional, en base a factores químicos del suelo (N, P, Ca, Mg, K, Na), valores estandarizados, Profundidad hasta 100 cm Caparo.



- 2 meg. / 100 gr. Muy bajo
- × 2 - 5 Bajo
- * 5 - 10 Mediano
- > 10 Muy alto

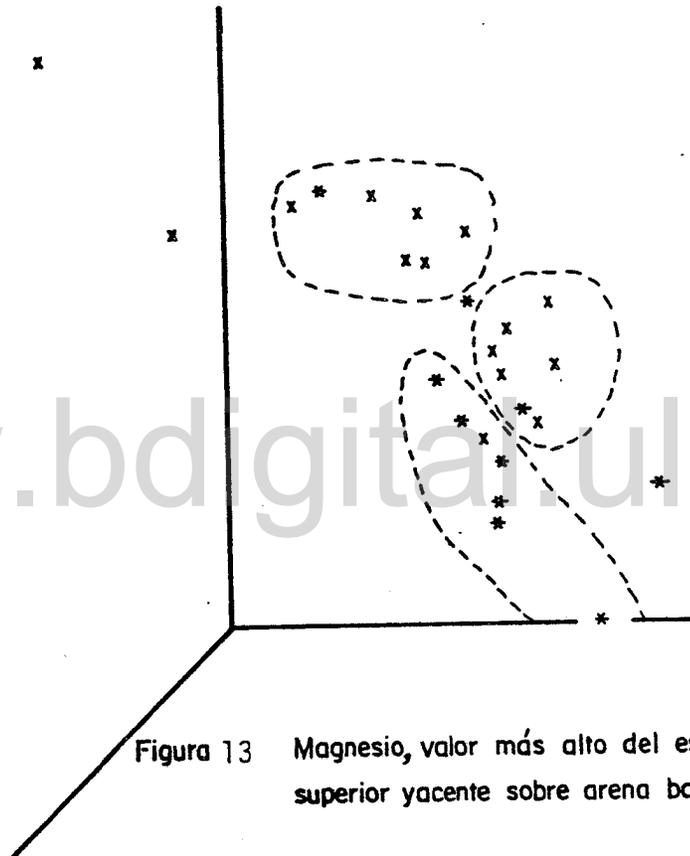
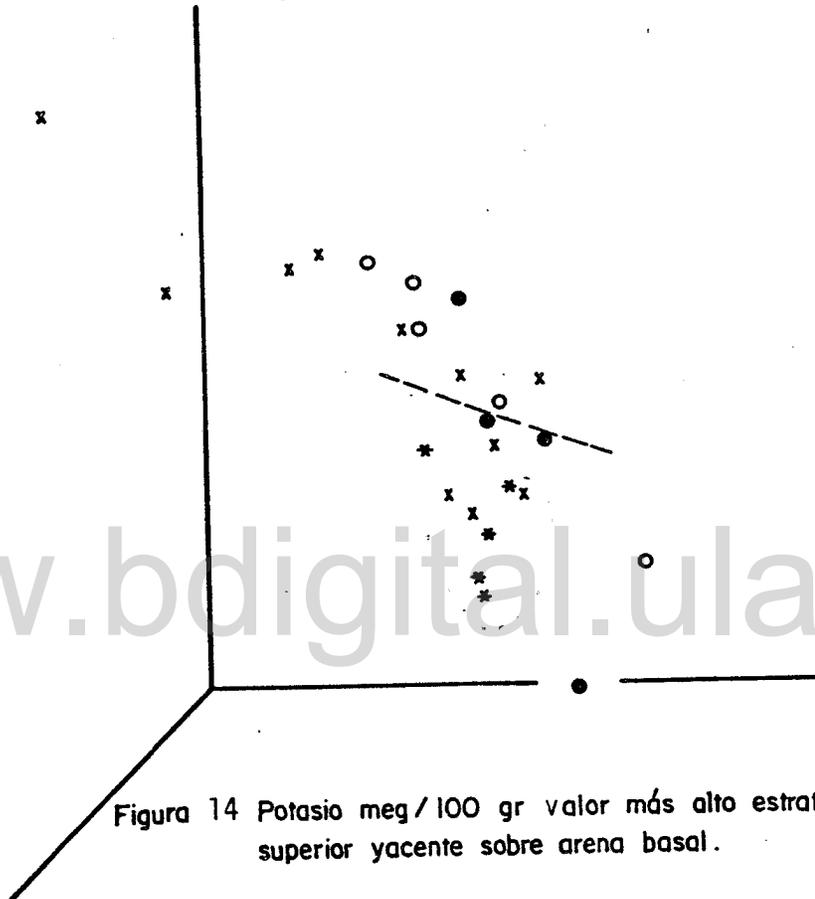
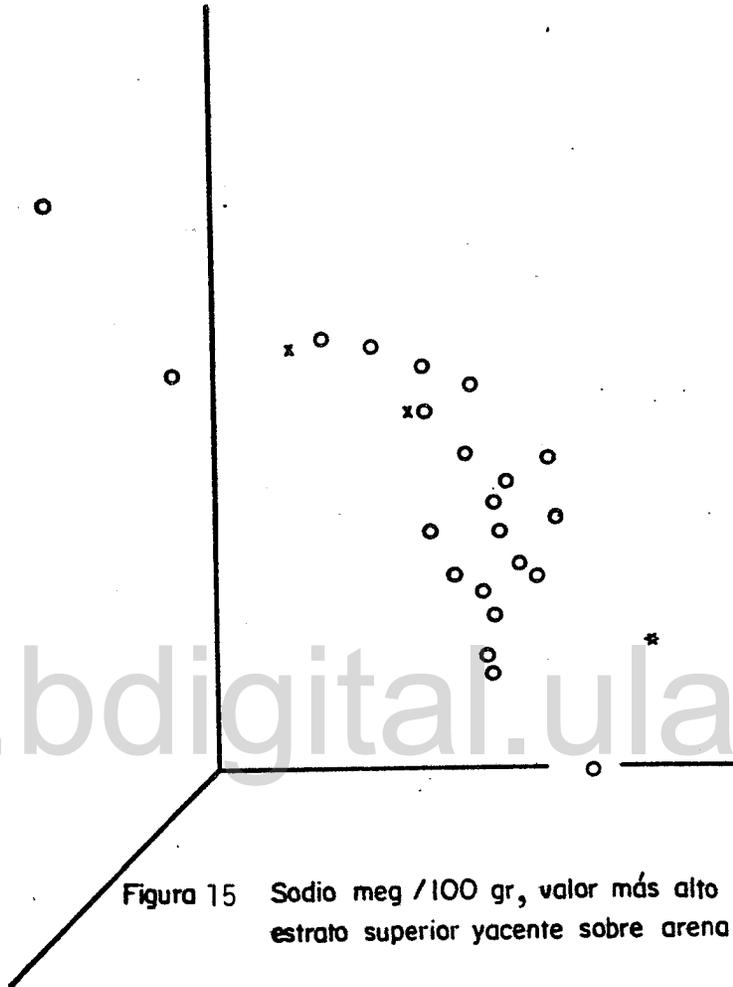


Figura 13 Magnesio, valor más alto del estrato superior yacente sobre arena basal.

- < 0.3 meg/100 gr. Muy bajo
- x 0.3-1 Bajo
- * 1-3 Mediano
- > 3 Alto.



- <math>0 < .2</math> Muy bajo
- x 0.2 - 0.3 Bajo
- * 0.3 - 0.6 Mediano
- 0.6 - 1.2 Alto
- - 100 cm.



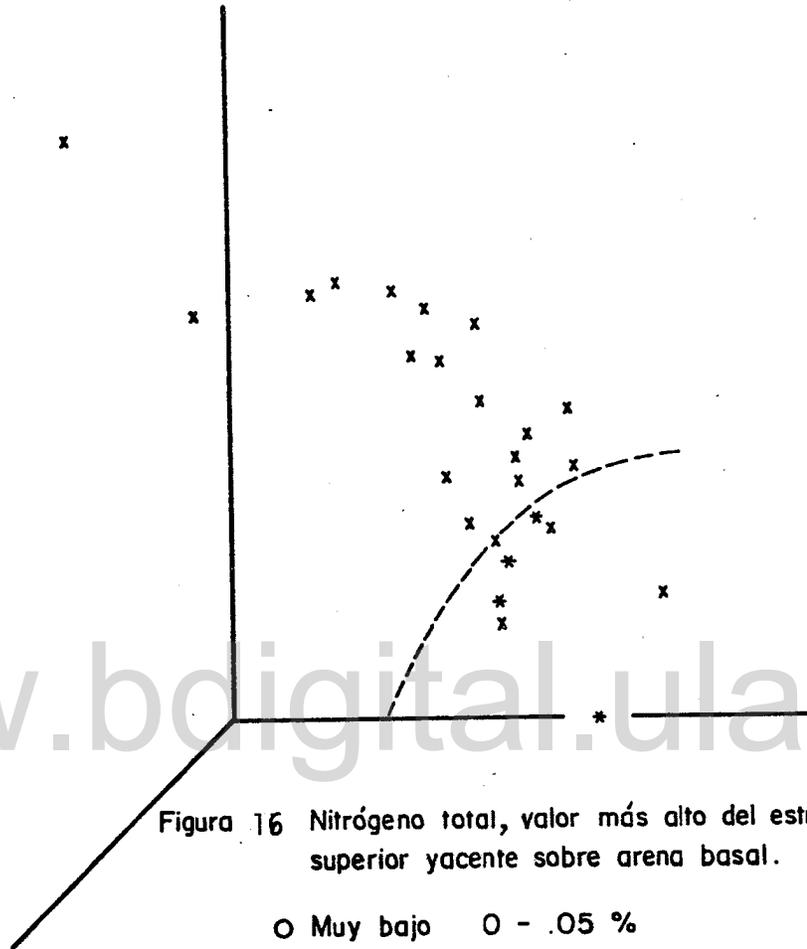
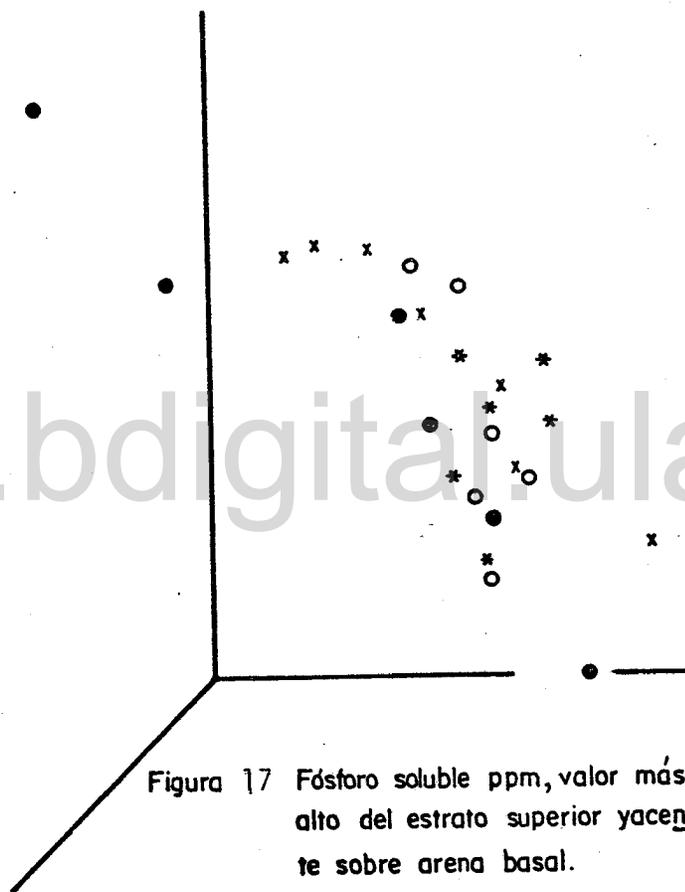


Figura 16 Nitrógeno total, valor más alto del estrato superior yacente sobre arena basal.

- Muy bajo 0 - .05 %
- x Bajo 0.05 - 0.2
- * Mediano 0.2 - 0.3



○ Muy bajo	< 3	ppm
x Bajo	3-12	
* Moderado	12-20	
● Alto	20-30	

Cuadro 2: Resultados de correlación entre el mayor valor de elementos químicos (X) del estrato superior (yacente a la arena basal) y altura mayor (Y).

Elemento	r	R ²
Magnesio	0.6903 * *	0.48
Nitrógeno	0.4810 * *	0.23
Calcio	0.4215 * *	0.18
Potasio	0.3991 * *	0.16
Sodio	0.1355 ns	0.01
Fósforo	- 0.0096 ns	0.01

www.bdigital.ula.ve

Otros ordenamientos fueron realizados. Para ello se utilizó el contenido en Kg/ha de elementos químicos hasta 100 cm de profundidad (zona de enraizamiento intensivo, Anexo 18). Los valores son estandarizados a un máximo de 100, que es asignado al valor más alto del elemento en cuestión (Anexos 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

Las Figuras 18, 19, 20 y 21 son el resultado de estos arreglos. se da una cierta tendencia a polarizar las PPR de calidad I en la parte inferior del ordenamiento.

En un sentido general se forman dos grupos:

El A formado por las PPR 6, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21 y 27. De éstas las 14, 18, 19, 20 y 21 pertenecen a la Categoría I de calidad de sitio según Luque (1981) y Torres (1982). Estas parcelas - presentan los valores más altos de los elementos químicos analizados.

El grupo B constituido por las PPR 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 24, 25, 26, 28, 29 y 30 pertenecen a la Categoría de calidad de sitio II, exceptuando a la PPR 25 que está ubicada como calidad I.

Estas parcelas tienen los menos contenidos de los elementos químicos analizados.

Con este análisis de grupos no se alcanzó una mayor determinación que con el análisis anterior. El coeficiente de determinación - más alto que se estableció fue con Magnesio $R^2 = 0.38$ (Cuadro 3).

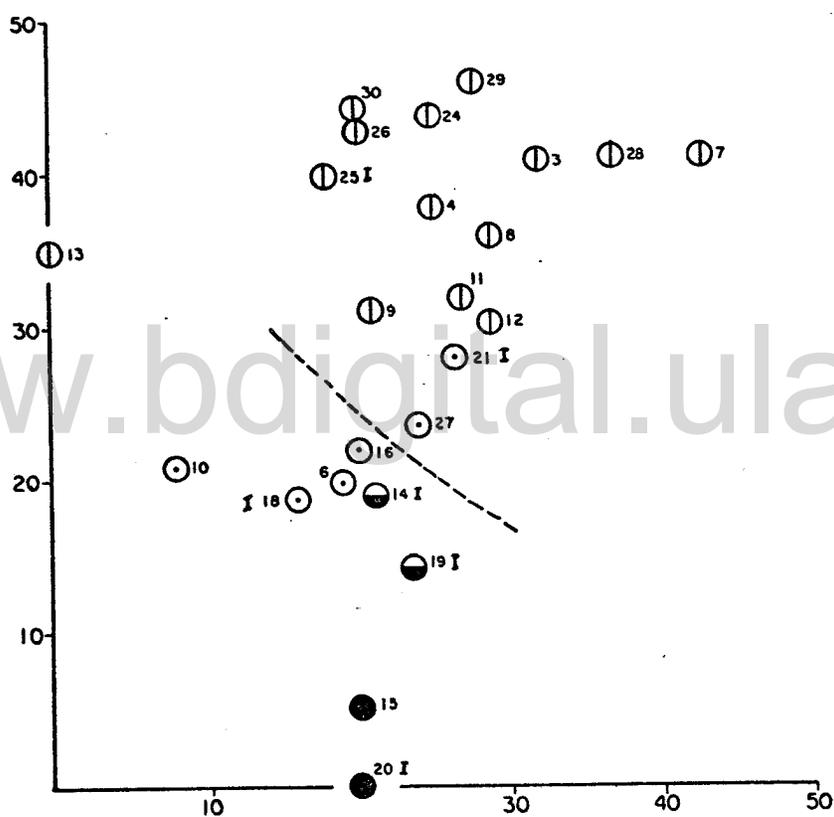


Figura 18 Ordenamiento para 3 elementos químicos del suelo (Mg, N, Ca) de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, valores estandarizados con simbología siguiente:
 ○ = 100-150 ; ○ = 150-300 ; ○ = 200-250
 y ● = 250-300. Kg/ha.

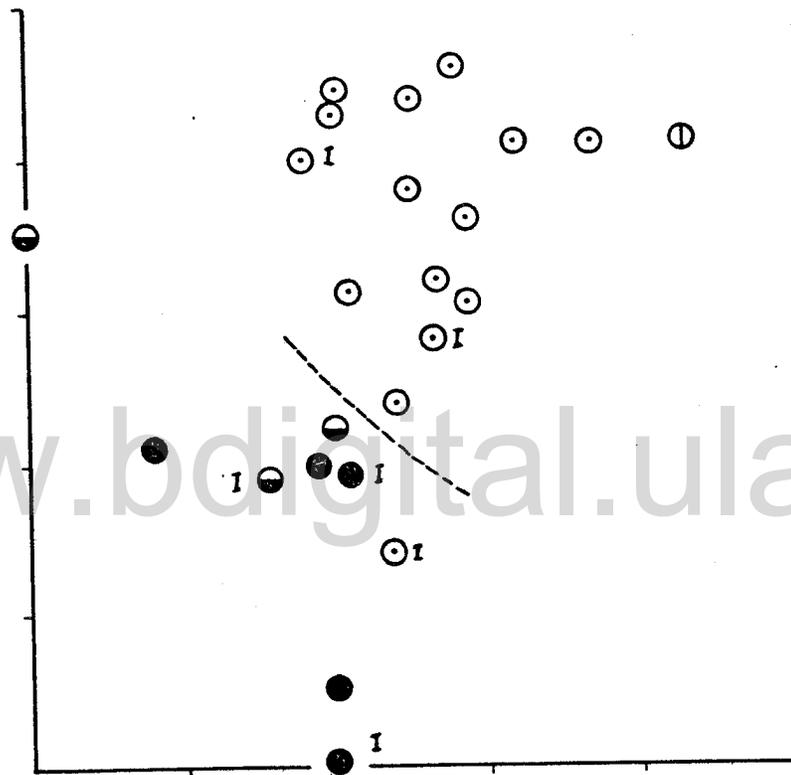


Figura 19 : Ordenamiento bidimensional, para calcio en 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, los diferentes círculos muestran los valores cuantitativos en Kg/ha. ⊙ = <math>< 200</math>; ⊖ = 2000-4000; ⊕ = 4000-6000 y ● = > 6000.

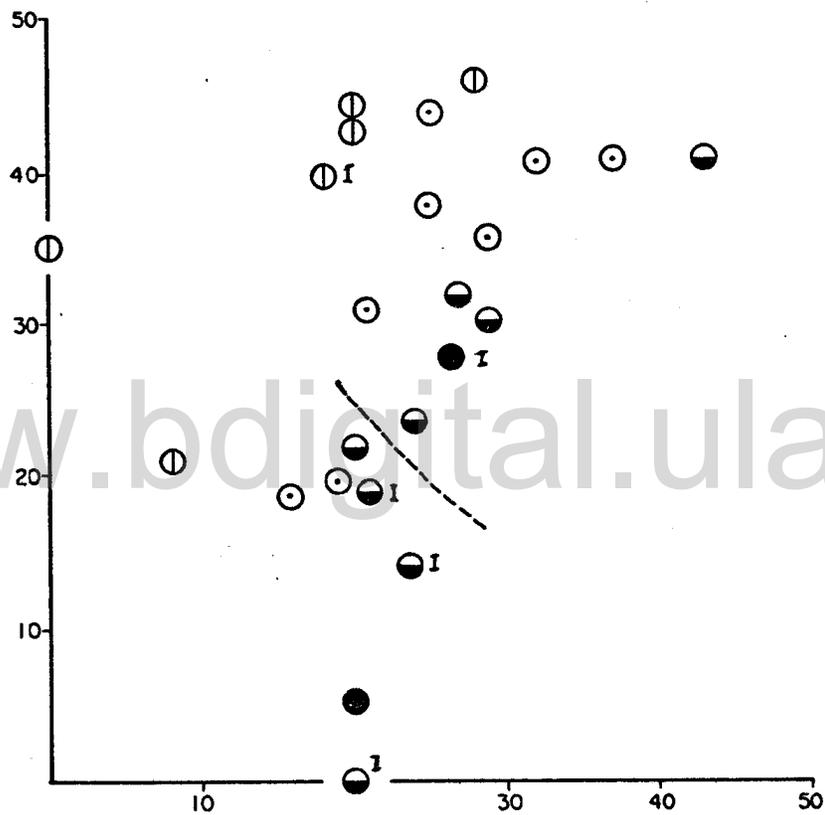


Figura 20 : Ordenamiento bidimensional de Nitrogeno para 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, el gráfico muestra los valores cuantitativos en kg/ha. ⊕ = <=600; ⊙ = 600 - 800; ⊖ = 800 - 1000 y ● = >1000 .

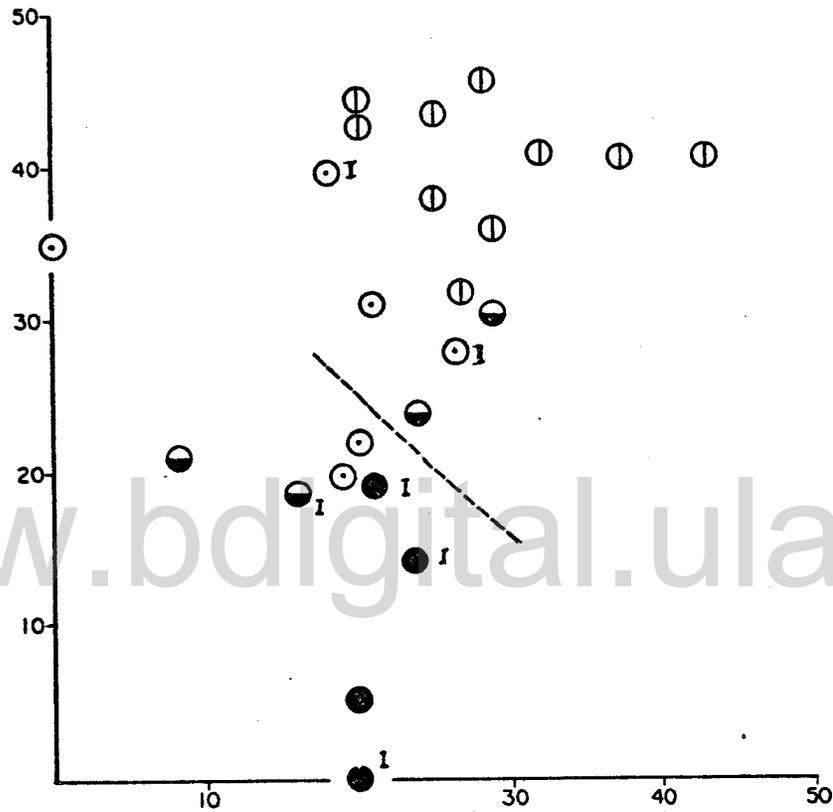


Figura 21. Ordenamiento bidimensional de Mg (kg/ha) para 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, los intervalos empleados son: \circ = 400-1000; \odot = 1000-1500; \bullet = 1500-2000 y \bullet = >2000.

Cuadro 3: Correlación entre elementos químicos del suelo (kg/ha) "X" y altura mayor "Y"

Elemento	r	R ²
Magnesio	0.6176 * *	0.38
Sodio	- 0.4419 * *	0.20
Calcio	0.4213 * *	0.18
Potasio	0.2527 * *	0.06
Nitrógeno	0.1632 ns	0.03
Fósforo	- 0.1521 ns	0.02

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO VI: DISCUSION DE LOS RESULTADOS**6.1. Factores físicos****6.1.1. Contenido de arena**

El arreglo de la Figura 3, presenta cuatro agrupaciones;

GRUPO A:

Constituido por las PPR 10, 12, 14 y 20. Las características comunes de estas parcelas fueron su textura FL, F, FA y FAL. Presentaron además un estrato de arena basal a partir de 100-150 cm de profundidad (más de 90% arena).

Los estratos superiores (yacentes sobre la arena basal) contienen un promedio de 30% de arena, $S = 7.4$.

GRUPO B:

Los PPR 9, 11, 16, 19, 21 y 28 forman este grupo. Sus suelos fueron de preferencia F y Fa. Presentaron un estrato de arena basal entre los 100 y 150 cm de profundidad, con arena casi pura 91.3%. $S = 5.89$.

Los estratos superiores (yacentes sobre el basal) resultaron con un 42.3% de arena. $S = 10.17$.

GRUPO C:

Este grupo lo forman las PPR 3, 6, 7, 8, 13, 18, 24, 25, 26, 29 y 30. Su textura resultó ser especialmente aF y Fa. El estrato basal (100 - 150 cm) con un contenido de arena promedio de 95.1%. $S = 3.51$. Los estratos superiores yacentes contenían 64.74% de arena. $S = 14.11$.

GRUPO D:

Este grupo formado por las PPR 4 y 31, resultaron tener una textura F, Fa y FL. El contenido de arena en el estrato de 100 a 150 cm resultó ser

bajo (14 y 48 %). Los estratos superiores contenían 58.8% de arena.
 $S = 8.85$.

La parcela 31 aparece aislada. Ello es consecuencia de poseer un estrato basal (95-190) con poco contenido de arena (24%). Su textura correspondió a AL, FAa y FL, haciéndola diferente del resto de parcelas.

Estas PPR (4 y 31) tienen comparativamente mal drenaje interno, esto puede perjudicar el buen desarrollo de la Teca ya que los sitios convenientes son aquellos de buen drenaje. La parcela 4 resultó tener mal drenaje a partir de los 60 cm y con saturación periódica a partir de los 20 cm. La parcela 31 presentó un nivel freático alto (1.9 m en febrero: plena época de sequía).

A título de ilustración, cuando se fue a tomar la muestra de suelo para densidad aparente de la PPR 4, escasamente se tomó hasta 90 cm de profundidad. La calicata se había inundado con las lluvias. Estas parcelas 4 y 31 no pueden ser calidad de sitio I para Teca. Luque (1981) y Torres (1982) clasifican a la parcela 4 como de calidad de sitio II. La parcela 31 no fue considerada por estos autores.

6.1.2. Contenido de arcilla

El ordenamiento realizado con el contenido de arcilla en porcentaje (Figura 4), resultó constituido por cuatro agrupaciones.

GRUPO A:

Constituido por las PPR 3, 8, 24, 26, 29 y 30. En ellas el porcentaje promedio de arcilla resultó ser de 9.6 ($S = 3.9$)

Sus texturas aF y Fa, los hacen muy permeables. Esto garantiza un buen drenaje y buena aireación aún en meses de gran intensidad de lluvia, pero tienen el inconveniente que les confieren a los suelos una baja capacidad de reserva de agua. Estos suelos resultan ser demasiados secos para la Teca, por lo menos para la procedencia plantada en Caparo.

GRUPO B;

Se ubican en este conglomerado las PPR 4, 6, 7, 11, 16, 18, 25 y 28. El promedio en porcentaje de arcilla fue de 15.9 (S = 5.2)

GRUPO C:

Formado por las parcelas 9, 10, 13, 14, 15, 19, 20, 21 y 27. Su porcentaje de arcilla promedio resultó de 21.5 (S = 6.8).

GRUPO D:

Las parcelas 12 y 31 se localizan en el extremo superior izquierdo del ordenamiento alejadas del resto de PPR. En este grupo se da el extremo superior de contenido en arcilla de 35.6%. (S = 10.9).

La parcela 12 requiere un comentario especial, ya que según Torres (1982) "un estrato arcilloso a una profundidad de 75 cm le restringe el drenaje y ocasiona saturación eventual del estrato superior aún hasta la superficie (el horizonte A1 presentó moteo muy fino y abundante de hierro y manganeso)".

Esta discusión concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo. En el análisis textural resultó con un estrato arcilloso desde los 60 a 110 cm de profundida. Esto reduce la permeabilidad del suelo y ocasiona saturación a partir de los 30 cm en los periodos más lluviosos.

La parcela 31 (Finca Guerrero), que aparece aislada en el ordenamiento extremo superior izquierdo, tiene el más alto contenido de arcilla de las PPR analizadas. Además su nivel freático tal como se señaló anteriormente es alto.

Los suelos de las parcelas 12 y 31 presentan limitaciones para el desarrollo de la Teca. Corresponden a calidad de sitio II.

6.1.3. Porcentaje de humedad en el suelo

Es notorio que las parcelas se agrupan de acuerdo a su categoría de calidad de sitio. (Excluyendo la PPR 12, que pertenece a la categoría II y la parcela 18 que pertenece a la categoría I de calidad de sitio, pero que se mezcla con las de categoría II, en el ordenamiento de la Figura 7). Los grupos son:

A: Formado por las PPR 14, 12, 18, 19, 20 y 21. Todas pertenecientes a la categoría de calidad de sitio I, según la clasificación de Luque (1981) y Torres (1982), (excepto la parcela 12).

B: Constituido por las PPR 6, 7, 8 y 13. Todas pertenecen a la categoría II de calidad de sitio.

Unicamente en el ordenamiento para el 22 de abril (inicio de las lluvias), se da un traslape de parcelas, la 18 queda incluida dentro del grupo de categoría de calidad de sitio II.

La mejor época para establecer categorías de calidad de sitio por el contenido de humedad del suelo va de finales de enero a mediados de marzo. En esta época se alcanza una más alta correlación entre altura mayor (Anexo 5) y porcentaje de humedad, hasta 1 m de profundidad (Cuadro 1). Nótese la diferencia en el coeficiente de determinación que es mayor en fecha 26 de febrero, que corresponde a la mayor sequedad del suelo.

6.1.4. Follaje y volumen de agua en el suelo

A finales de enero (Figura 22), cinco parcelas (7, 8, 13, 6 y 12) habían perdido la casi totalidad de su follaje, mientras que las otras parcelas estudiadas mantenían un alto porcentaje de sus hojas en la copa, (con excepción de la 14). Estas últimas se corresponden con los suelos de mayor contenido de humedad para la fecha. Sólo la parcela 12 se sale de esta tendencia pues a pesar de presentar uno de los valores más altos de agua en el suelo ya había perdido casi todo su follaje.

A finales de febrero el suelo ha bajado en contenido de humedad fuertemente y los árboles de todas las parcelas han perdido prácticamente todo su follaje. En este lapso de tiempo (29 de enero - 26 de febrero) la pérdida de agua por evapotranspiración alcanzó a 0.4 mm/día en promedio para todas las parcelas.

Las lluvias se iniciaron el 22 de marzo y para la fecha del muestreo (22 de abril de 1982), la totalidad de los árboles, de todas las parcelas presentaban más del 60% del follaje (joven) y los suelos habían recargado su reserva de agua notablemente.

Todo esto indica la estrecha relación entre los fenómenos de caducifolia y rebrote de las hojas y el comportamiento de las lluvias y la humedad del suelo en el caso de la especie en estudio.

También se observa la tendencia a una prolongada permanencia del follaje en plantaciones sobre suelos de mayor capacidad de reserva de agua -- (parcelas 14, 21, 19, 20 y 18). Esto ya ha sido reportado por Franco (1978) adicionando que en los suelos de alto nivel freático en sequía la Teca mantiene buena parte de su follaje. Estas PPR fueron incluidas por Luque (1981) y Torres (1982) en la calidad de sitio I. Aparentemente la mayor permanencia del aparato fotosintético en los árboles, está relacionado con un mayor crecimiento en altura. Vincent (1980) hace notar una estrecha relación entre la producción de madera (incremento de volumen de fuste) y la superficie foliar para manufacturación de celulosa. Baker señala un incremento promedio de entre 70 a 180 cm³ madera por metro cuadrado de superficie foliar.

La Figura 23, representa el volumen de agua en el suelo hasta un metro de profundidad en 10 parcelas de la Reserva Forestal de Caparo (Anexos 6, 7 y 8) para el 22 de febrero de 1982. Es notoria la separación de las parcelas de acuerdo a sus categorías de calidad de sitio. En la Figura 24, se representa la precipitación (mm), el comportamiento del follaje (caída y rebrote de las hojas), así como la tensión de adsorción del agua en el suelo (hasta 100 cm de profundidad) en dos parcelas permanentes.

La PPR 7 corresponde a Categoría II de calidad de sitio y la PPR 18 a categoría I.

El contenido de agua asequible (p_F menor a 4.2) es notoriamente mayor en la parcela 18, permitiendo la presencia del follaje por más tiempo (hasta finales de febrero). Por el contrario en la parcela 7 el agua asequible es menor y el follaje de los árboles cae a principios de febrero.

Esta situación ya ha sido planteada por Torres (1982) estableciendo que los suelos de Teca correspondientes a calidad de sitio I, son suelos con buena recarga de agua durante la época de lluvia, prolongándose el aprovisionamiento durante parte de la época seca.

Se comprueba una vez más la estrecha relación edafo-hídrica y vegetación.

www.bdigital.ula.ve

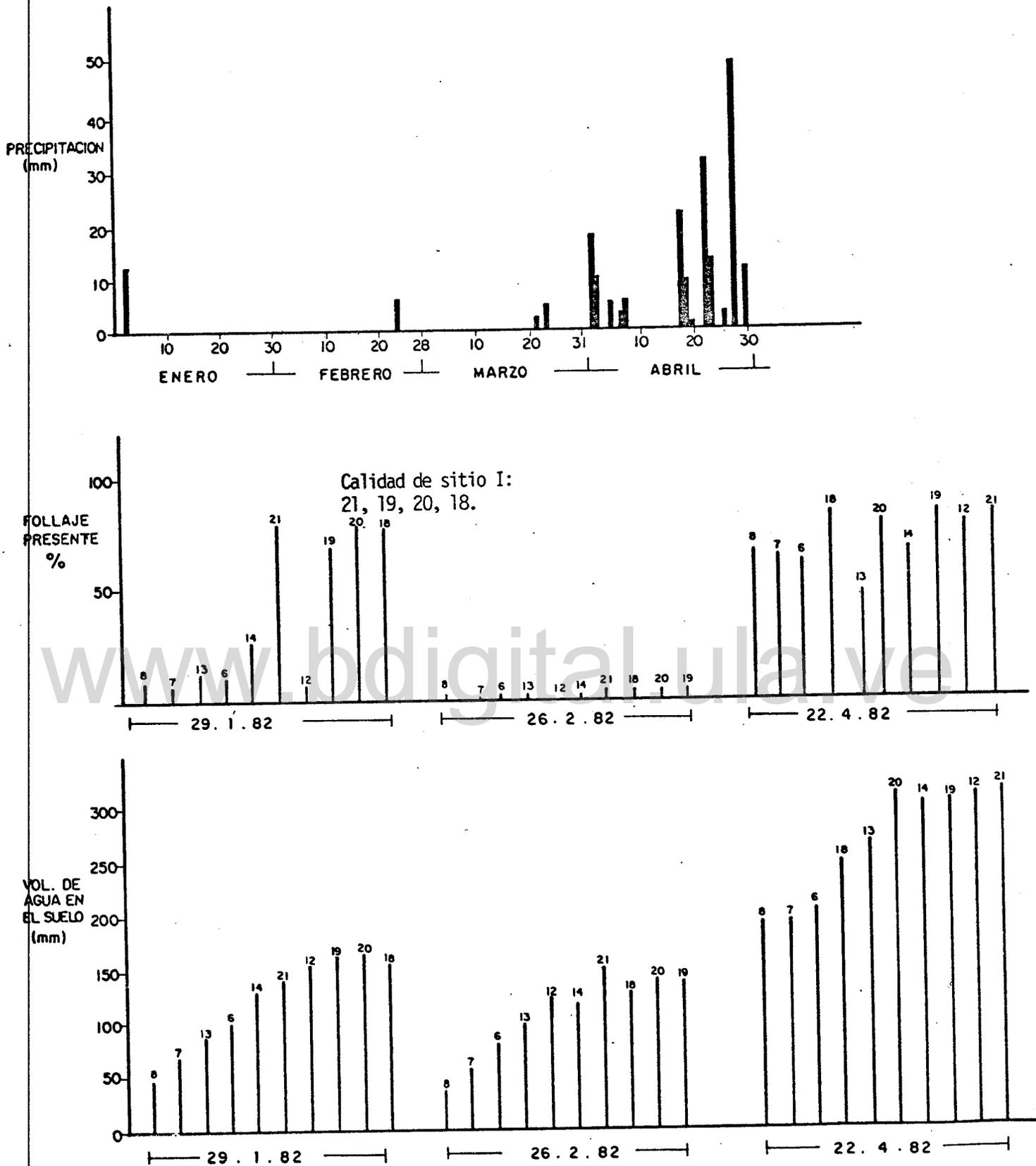


Figura 22 Comportamiento del follaje (caída y rebrote de hojas) en relación a las lluvias y el volumen total de agua en el suelo, (1m de profundidad), los números corresponden a las Parcelas Permanentes.

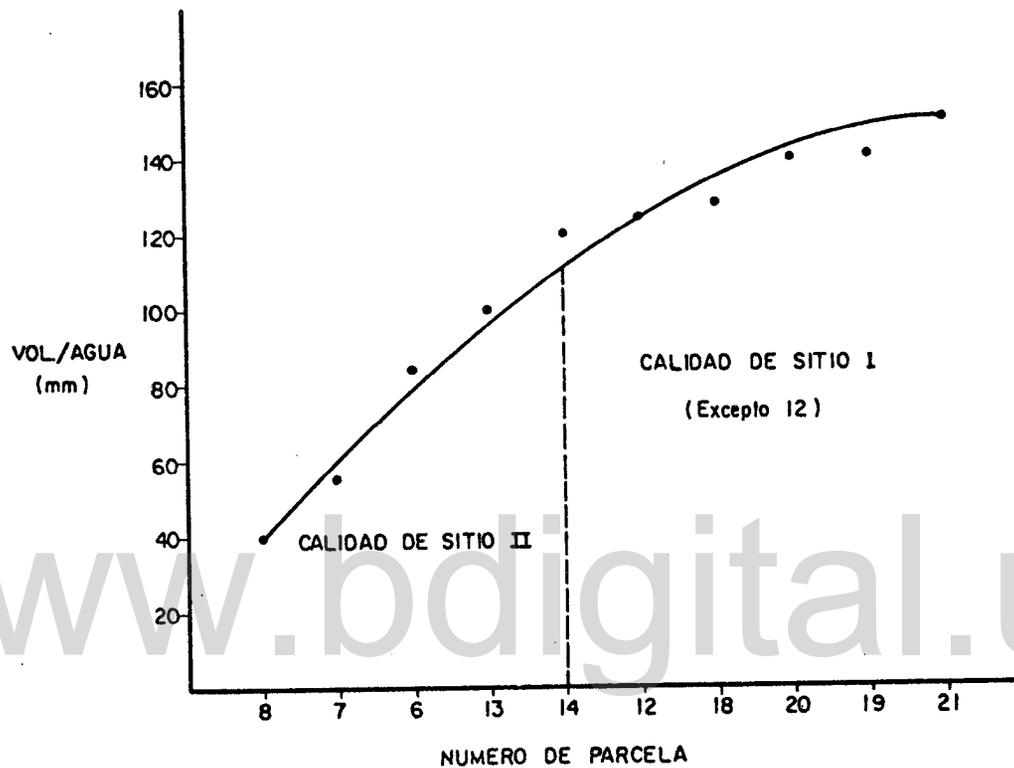


Figura 23 Volumen de agua en el suelo, hasta 1m de profundidad, para el 22 de Febrero de 1.982, Caparo.

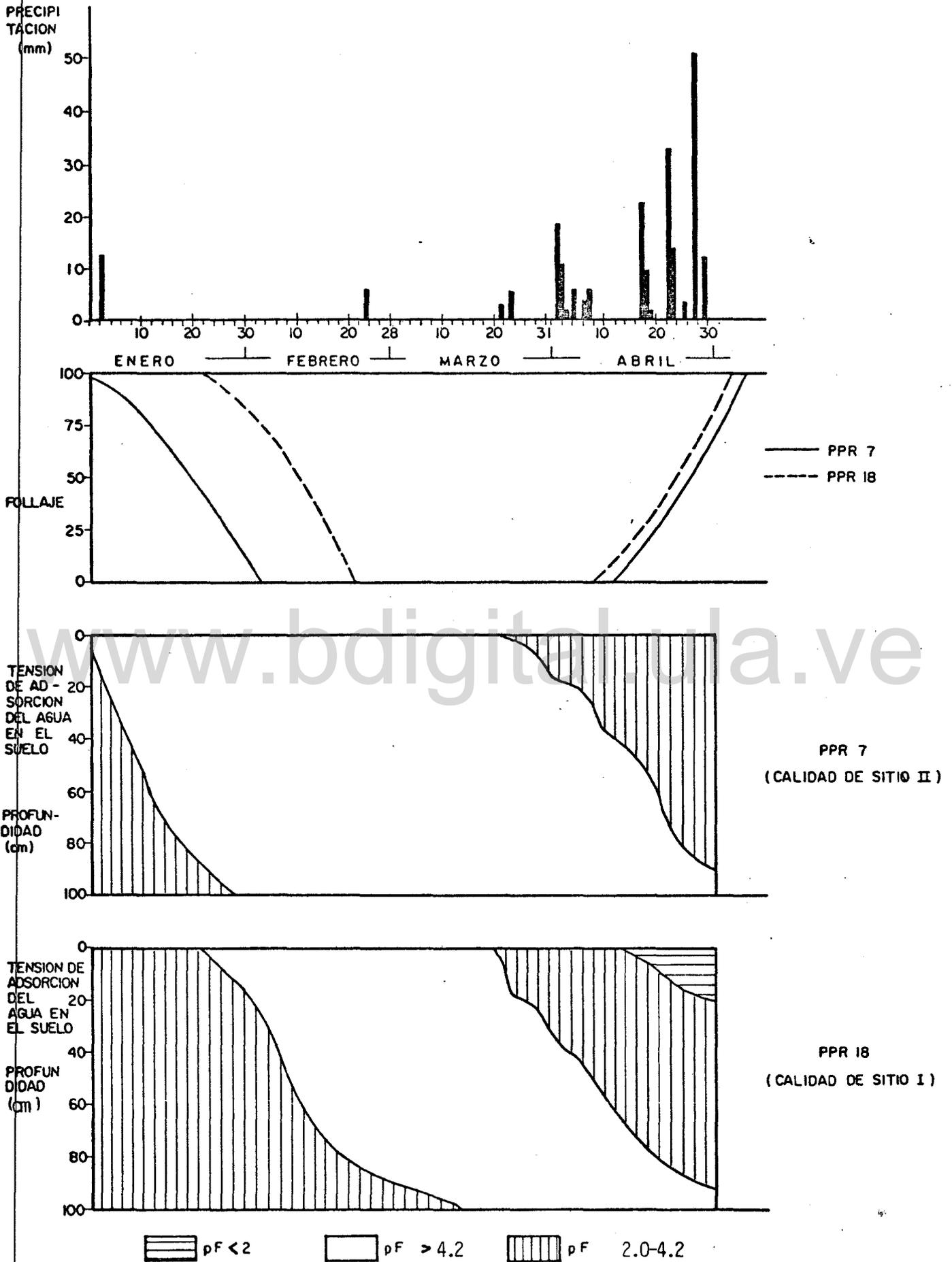


Figura 24 Comportamiento del follaje (caída y rebrote de hojas) en relación a las lluvias y la tensión de absorción del agua en el suelo.

6.2. Elementos químicos del suelo

Las propiedades químicas de los suelos de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, según Franco (1982), "pueden considerarse buenas en comparación con los niveles más comunes del trópico. Ello obedece a que el material depositado por el río Caparo, y en menor grado por el Uribante, en el área es relativamente joven y poco meteorizado".

El pH para 153 muestras se mantiene en valores que oscilan entre 4.5 y 5.9 (Figura 9). Siendo muy pocos los valores inferiores o superiores a ese rango.

El porcentaje de saturación de bases para 153 muestras (Anexo 1) - dan valores superiores al 30% (aproximadamente el 70%). Sin embargo al analizar las parcelas individuales se encuentra que el 96% de éstos tienen al menos un valor que oscila entre un porcentaje de saturación de bases de 50 a 100, y el 80% de las PPR tienen al menos un valor entre 70 y 100 (Figura 10).

La capacidad de intercambio catiónico se distribuye de la siguiente manera: el 39% de las muestras presentan valores menores a 5 meq/100 gr, de suelo; el 49% con valores de 5-10 meq/100 gr y el 12% restante presenta valores mayores de 10 y menores de 20 meq/100 gr de suelo. En términos de parcelas el 100% tienen al menos un valor superior a 5 pero inferior a 10 meq/100 gr de suelo, y el 44% de PPR tienen al menos un valor superior a 10 meq/100 gr de suelo.

Debe anotarse que los suelos que por su relativo mejor drenaje han sido plantados con Teca, son los más pobres químicamente de la zona. Ellos han sido clasificados como Ultic Dystropept francosos; Franco (1982).

6.2.1. Ordenamiento de elementos químicos del suelo

El arreglo tridimensional (Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17), evidencian que el ordenamiento se presenta prácticamente como un "continuum", sin embargo permite evidenciar algunas tendencias de aglomerados. El grupo A

polariza las parcelas pertenecientes a la calidad I según Luque (1981 y Torres (1982). Este grupo lo forman las parcelas 10, 14, 18, 20, 21, 24 y 25, de estas las PPR 14, 18, 20, 21 y 25 pertenecen a la calidad I.

Para sintetizar en forma más evidente se elabora el Cuadro 4 que es un intento de clasificación de sitios en base a elementos químicos. Las PPR que conforman los conglomerados en los ordenamientos sirven de elementos aglutinadores de tal manera que se proponen los siguientes grupos:

GRUPO A:

Formado por las parcelas 20, 18, 21, 14, 31, 25, 28 y 15. Contenido de fósforo soluble de mediano a alto. Calcio de mediano a muy alto, el potasio, magnesio y nitrógeno resultaron ser de contenido medianos. El contenido de sodio fue bajo. En este grupo se encuentran las parcelas clasificadas como Categoría I de calidad de sitio. De la clasificación de Luque y Torres únicamente falta la parcela 19 para tener completas las PPR de calidad I.

Por el contenido de elementos químicos se incluyen también las PPR 28 y 15. Ambas tienen problemas de drenaje interno, lo que probablemente origina su relativo bajo rendimiento y su inclusión en la categoría II de calidad de sitio.

GRUPO B:

Este grupo resultó estar constituido por las PPR 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 24, 26 y 29. El contenido de fósforo fue de mediano a alto. El calcio se presentó desde bajo hasta alto. El potasio, magnesio y nitrógeno resultaron ser bajos; el sodio a excepción de la parcela 12 fue muy bajo. Todas estas parcelas corresponden a la calidad de sitio II.

GRUPO C:

Formado por las PPR 30, 19, 11, 27 y 29, fueron las parcelas más pobres en elementos químicos. Sin embargo aquí se presenta la parcela 19, que pertenece a la categoría I de calidad de sitio.

Resumiendo, puede observarse cierta tendencia a la agrupación de las parcelas de calidad de sitio I en los suelos más ricos (GRUPO A). Sin embargo no se encontraron correlaciones significativas (con excepción del Mg) entre la altura mayor y los contenidos químicos del suelo (Cuadro 3). Ello puede obedecer en parte a la dispersión de los valores y al hecho de que en general no se presenta en los suelos de Caparo una situación deficitaria en nutrientes para la Teca. Al correlacionar volumen de agua en el suelo con Magnesio se encontró una correlación de 0.95 **, demostrándose una estrecha relación entre Magnesio y el régimen hídrico de los sitios.

www.bdigital.ula.ve

CUADRO 4: Grupos formados por las Parcelas Permanentes de Rendimiento en base a ordenamiento de elementos químicos. Los valores cuantitativos son: Muy bajo (·), Bajo (+), Mediano (*), Alto (Ø).

GRUPO	Nº Parcela	P	Ca	K	Mg	N	Na	Categoría	Altura mayor
A	20	Ø	Ø	Ø	*	*	·	I	18.6
	18	Ø	Ø	*	*	+	·	I	17.6
	21	Ø	*	*	*	*	·	I	17.9
	14	*	Ø	*	*	*	·	I	18.0
	31	+	Ø	*	*	*	·		
	25	Ø	+	*	*	+	·	I	17.8
	28	*	*	Ø	+	+	·	II	
	15	*	*	+	*	+	*	II	16.9
B	24	Ø	Ø	+	+	+	·	II	15.9
	6	Ø	Ø	+	+	+	·	II	16.5
	10	*	Ø	+	+	+	·	II	16.4
	3	Ø	+	Ø	+	+	·	II	16.6
	16	Ø	*	+	+	+	·	II	15.8
	12	+	*	·	*	+	*	II	17.2
	29	*	+	Ø	+	+	·	II	
	4	Ø	+	+	+	+	·	II	16.8
	26	Ø	+	+	+	+	·	II	16.0
	8	Ø	+	+	+	+	·	II	13.5
	7	Ø	·	·	+	+	·	II	14.6
	13	+	Ø	·	+	+	·	II	17.1
	C	30	*	+	+	+	+	·	II
19		+	+	+	*	+	·	I	18.1
11		+	+	+	+	+	+	II	16.7
27		+	+	·	+	+	·	II	
9		+	+	·	+	+	·	II	14.9

CAPITULO VII: PROPOSICION DE UNA CLASIFICACION DE SITIOS PARA TECA.

7.1. Factores físicos del suelo como primera aproximación al sistema de clasificación

7.1.1. Contenido de arena

El ordenamiento para arena separa los suelos de las PPR estudiadas en cuatro grupos (Figura 3). La primera separación se establece según el contenido de arena del estrato basal (100-150 cm. de profundidad). Ver Figura 25.

7.1.1.1. Estrato basal con poco contenido de arena

Esta agrupación resultó con un estrato basal de bajo contenido de arena (menor que 50%), impidiéndose de esta manera un buen drenaje interno. Generalmente las parcelas que tienen este tipo de suelo presentan saturación en los períodos de máximas lluvias. Sin embargo, en los suelos estudiados la duración e intensidad de la saturación no son tan limitantes que impida el establecimiento y desarrollo de la Teca, sólo que el crecimiento es menor en relación a suelos de mejor drenaje.

Los sitios que presentan suelos con estas condiciones, son clasificados como categoría II de calidad de sitio. En el ordenamiento las parcelas 4 y 31 forman este grupo. Estos suelos presentan por lo menos un horizonte de un color con más de 25% de Cromo 1.00 (Tabla Munsell de colores).

7.1.1.2. Estrato basal con alto contenido de arena

Los grupos que presentan arena basal casi pura son analizados to mando como factor de separación el contenido de arena del perfil sobre la arena basal.

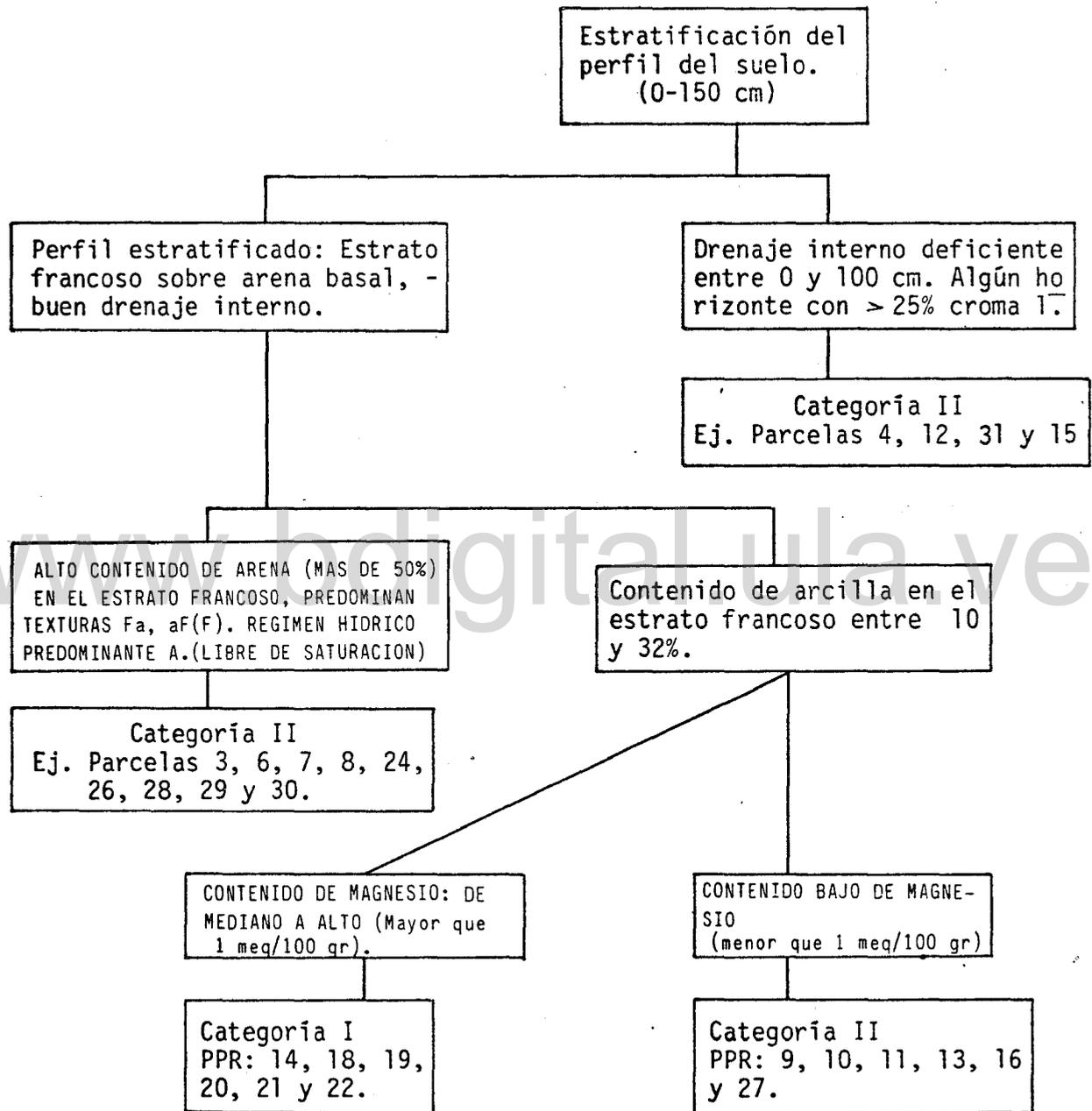


FIGURA 25: Esquema de clasificación de sitios para áreas aptas para Teca en la Unidad 1 de la Reserva Forestal de Caparo. (*)

(*) Áreas para Teca: tipo de bosque "Selva Decídua de Banco". Vincent (1970) y sitios 1 y 2; Franco (1982).

Una de estas agrupaciones contenía porcentajes mayores del 50% en el estrato superior (grupo C, figura 3).

El alto contenido de arena en los estratos superiores y en el basal, le confiere a estos suelos un buen drenaje interno, aún en los meses más lluviosos. Pero tienen el inconveniente que por este excesivo buen drenaje, estos suelos no permiten el almacenamiento de agua para los meses de sequía.

Los suelos con excesivo buen drenaje pasan a ser categoría II de calidad de sitio. En el ordenamiento este grupo lo forman las parcelas 3, 6, 7, 8, 12, 18, 24, 25, 26, 28, 29 y 30, de éstos únicamente tres PPR (13, 18 y 25) tienen un estrato algo arcilloso que puede favorecer el almacenamiento de agua; estas tres parcelas son analizadas con el ordenamiento en base a arcilla. El resto de parcelas de este grupo C, son clasificadas en la categoría II de calidad de sitio. Las texturas predominantes en estos suelos fueron Fa, aF(F). Régimen hídrico predominante A.

Concluyendo se puede establecer que: los suelos con excesivo drenaje interno y baja capacidad de reserva de agua son sitios donde la Te-ca presenta un menor rendimiento (considerando sólo las áreas plantadas).

Las parcelas restantes que conforman los grupos A y B prácticamente forman un continuum en el ordenamiento con arena. Su separación no puede hacerse únicamente analizando el contenido de arena.

Estas PPR son clasificadas con la información aportada por el ordenamiento de arcilla.

7.1.2. Contenido de arcilla

El ordenamiento con arcilla arroja también cuatro grupos (Figura 4). El grupo A tiene bajo contenido de arcilla, su drenaje es bueno y las parcelas que lo componen (3, 8, 24, 26, 29 y 30), tal como se plantea en el ordenamiento en base a arena pertenecen a la Categoría II de calidad de sitio.

En el grupo B se localizan las paredes 4, 6, 7, 11, 16, 18, 25 y 28, varias de éstas ya fueron clasificadas por su contenido de arena como Categoría II de calidad de sitio; faltando por clasificar las PPR 11, 16, 18, 25 y 28.

Del grupo C (PPR 9, 10, 13, 14, 15, 19, 21 y 27) únicamente se ha clasificado por su contenido de arena la parcela 9, que se ubicó en la Categoría II de calidad de sitio.

7.1.2.1 Contenido de arcilla en el horizonte Bt superior a 25%

El contenido de arcilla en el horizonte Bt es predominantemente superior a 25%, régimen hídrico C1. Lo que hace posible una mayor disponibilidad de agua en sequía. Las parcelas de este grupo fueron: 12, 13, 14, 15, 19, 20, 25 y 27. De éstas la parcela 12 pasa a Categoría II, - por tener excesivo contenido de arcilla, según el ordenamiento es la más próxima a la parcela 31. Su horizonte entre 70-100 cm. tiene más de 25% color croma 1. Esta PPR no se separó por el contenido de arena pero en esta coyuntura, es separada por drenaje deficiente. La misma situación se presenta con la parcela 15, que tiene en su estrato francoso un limitante a su drenaje interno a partir de los 30 cm. de profundidad y su contenido de arcilla es mayor que 35% y el limo mayor que 50%.

El resto de parcelas serán clasificadas en base al contenido de elementos químicos.

7.1.2.2 Contenido de arcilla en el horizonte Bt predominantemente menor a 25%

Las parcelas de este grupo resultaron ser: 9, 10, 11, 16, 18 y 21.

El próximo nivel de separación se realiza con el contenido de elementos químicos.

7.2. Elementos químicos del suelo en la clasificación de sitios

Los resultados de los ordenamientos de elementos químicos se sintetizan en el Cuadro 4, ver también las Figuras 11 a 17.

7.2.1. Contenido cuantitativo de elementos químicos

Tomando como factor de separación el contenido cuantitativo de elementos químicos, se separan las parcelas con más de 25% de arcilla en dos grupos. Las PPR 14, 20 y 25 con contenido de P, Ca, K y Mg de mediano a alto. Las PPR 13, 19 y 27 resultaron con valores bajos de algunos de estos elementos especialmente Mg.

Estas parcelas (13, 19 y 27) vuelven a ser separadas por su contenido de Mg**. Las PPR 13 y 27 presentaron bajo contenido de este elemento, quedando clasificadas como Categoría II de calidad de sitio. La PPR 19 pasa a Categoría I. En la clasificación se puede ahorrar un paso, al considerar únicamente el valor del magnesio.

El grupo de parcelas con contenido de arcilla menor de 25% (9, 10, 11, 16, 18 y 21) también son separadas siguiendo este criterio. Las PPR 18 y 21 resultaron con mediano a altos valores de P, Ca, K y Mg pasan a Categoría I de calidad de sitio. Las parcelas restantes 9, 10, 11, y 16 presentan valores altos de P y Ca pero bajos de Mg y K, y son clasificadas en la Categoría II.

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES

1- Del análisis de los resultados pueden sacarse algunas conclusiones, la principal de ellas es la aproximación a una clasificación de sitios para Teca en Caparo. (Figura 25)

2- El valor más alto de Magnesio en el estrato superior dió un índice de correlación de $r = 0.69$ con altura mayor de la Teca.

3- El volumen de agua en el suelo (0-100 cm) en la época de sequía correlacionó con muy alto valor de $r = 0.96$ con altura mayor de la Teca.

4- La correlación entre Magnesio y volumen de agua resultó de $r = 0.95$.

5- En las plantaciones de Teca de Caparo se observa una clara relación entre la permanencia de follaje en la copa de los árboles y el crecimiento en altura y entre ambos y el contenido de humedad del suelo durante la sequía.

Con un mayor volumen de agua en el suelo en época de sequía, se mantiene por más tiempo el sistema fotosintético (follaje) en el árbol (Teca), con la consiguientes captación de energía, minerales y gases, que son condensados en un factor de síntesis que es la biomasa (madera) del árbol.

6- El ordenamiento como un arreglo de parámetros edáficos en un orden uni o multidimensional puede servir para analizar información y echar las bases de una clasificación de sitios.

7- Las áreas plantadas con Teca en Caparo fueron seleccionadas previamente del resto de la superficie mediante el sistema de tipificación de bosques; Vincent (1970), bajo la denominación "Selva decidua de Banco". Ello permite una relativa homogeneidad de los suelos de las plantaciones y su separación del resto, considerando no apto para plantar Teca por deficiente drenaje en la época de lluvias. Sin embargo, y pese a la selección de las

áreas se evidenció un variable comportamiento de la Teca al diferenciarse parcelas de calidad de sitio I, II y III; Luque (1981) y I y II; Torres (1982). Esta variabilidad en el crecimiento en altura (y diámetro) de la Teca en las áreas plantadas ha quedado explicada aquí mediante los análisis físicos y químicos de los suelos.

8- Al esquema de clasificación de sitios que se propone en el Figura 25, basado en los parámetros del suelo que resultaron más significativos en la diferenciación de los suelos de las parcelas permanentes de rendimiento, pretende poder ser útil en la delimitación de las áreas a plantar con Teca en el futuro en la Reserva Forestal de Caparo.

Con este esquema puede subdividirse en calidad de sitio I y II las áreas delimitadas como sitios 1 (y 2) en el mapa de sitios de la Unidad 1 de Caparo; Franco (1982) o delimitadas como Selva Decidua de Banco por la tipificación de bosques; Vincent (1970). Se trata de suelos Alfic Dystrypept franco arenosos a franco limosos (7a. aproximación).

Por otra parte, estas áreas y los datos de rendimiento de la Teca en las parcelas permanentes de rendimiento pueden servir de base para estimaciones de productividad (por lo menos en el primer turno de las plantaciones).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1) AUSTIN, M., & P. ORLOCI. 1966. Geometric models in Ecology II an evolution of some ordination techniques, J. Ecol. 54:217-227.
- 2) BANNISTER, P. 1968. An evolution of some procedures used in simple ordination. J. Ecol. 56:27-34.
- 3) BRAY, J.R., & J.T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27(4):325-349.
- 4) BOWERSOX, T.W., & W. WARD. 1972. Prediction of oak site index in the ridge and valley region of Pennsylvania. Forest Sci. 18:191-195.
- 5) COILE, T.S. 1935. Relation of site index for shortleaf pine to certain Physical properties of soil. J. Forestry 33:726-730.
- 6) CLAUSEN, J.J. 1957. A Phytosociological ordination of the conifer swamp of Wisconsin. Ecology, 38:638-646.
- 7) COX, G.W. 1970. Laboratory Manual General Ecology, W.H.C. Brown Company publishers, USA. 251 p.
- 8) COTTAN G., & J.T. CURTIS. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37 (3):451-461.
- 9) DAGNELIE, P. 1960. Contribution a l'étude des communautés végétales l'analyse factorielle. Bull. Serv. Carte. Phytogeogr. Ser. B2(1): 7-71.
- 10) DAUBENMIRE, R.F. 1966. Vegetation: identification of typical communities. Science 151: 291:298.

- 11) FARIÑAS, M. 1975. Análisis de la Vegetación de Páramo, Ordenamiento y Correlación con factores edáficos climáticos. ULA, Facultad de Ciencias, Mérida. 204 p.
- 12) FASSBENDER, H.W., & H. TSCHINKEL. 1974. Evaluación edafológica del índice de sitio en plantaciones de cipres (Cupressus lusitanica) en Medellín, Colombia. 18 p.
- 13) FINOL U., H. 1982. Ensayo de Regeneración Natural dirigida en Fajas Transversales. En preparación (comunicación personal).
- 14) FRANCO, W. 1979. Producción de hojarascas en varios tipos de bosques de Caparo; su ritmicidad durante el año, su composición química. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura, Mérida, Venezuela. 118 p.
- 15) ----- . 1980. Bases Ecopedológicas para el manejo forestal en Caparo. Avance Forestal N° 18 . Venezuela.
- 16) ----- . 1982. Estudio y clasificación de sitios con fines de manejo forestal en la Unidad 1 de la Reserva Forestal de Caparo, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura, Mérida, Venezuela. 201 p.
- 17) GOLDSMITH, B.F. 1973. The Vegetation of Exposed Sea Cliffs at South Stack, Anglesey I the multivariante approach. J. Ecol. 61: 781-818.
- 18) GONZALEZ, R. 1981. Método de laboratorio para análisis de rutina de suelos y algunas consideraciones sobre éstos. Oficina de Publicaciones ULA. Facultad de Ciencias Forestales. Mimeografiado. 73 p.
- 19) HASE, H. 1981. Estudio de nutrientes en suelos de banco en la Reserva Forestal de Caparo, bajo especial consideración de su uso para plantaciones de Teca (Tectona grandis). Tesis Doctoral. Universidad Gottingen Alemania Occidental.

- 20) HETSH W., H. FOLSTER & L.E. RODRIGUEZ. 1981. Estudio del régimen de agua en el suelo y economía hídrica de árboles típicos en la zona de transición de selva siempreverde a selva decídua en la Reserva Forestal de Caparo. CDCH - Universidad de Los Andes. Informe final. Parte II. Proyecto.
- 21) JADAN, F.S. 1972. Sistema de clasificación de índice de sitio para Eucaliptus deglupya B.L. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Magister Scientiae. Turrialba IICA. 98 p.
- 22) KEOGH, R. 1979 El futuro de la Teca en la América tropical. Unasylva. 31 (126): 13-19.
- 23) KERSHAW, K.A. 1973. Quantitative and dynamic plant Ecology. Edward Arnold. London. 308 p.
- 24) KULCZYNSKI, S. 1927. Die pflanzenassoziationen der pieninen. Bull. intern. Acad. Polon. sci. lett., Classe sci. math et nat. sér.B. Sci. nat. Suppl. 2: 57-203.
- 25) LUQUE, R. 1981. Clasificación preliminar de calidad de sitio para plantaciones jóvenes de Teca (Tectona grandis L.F.) en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 24 p. Mimeografiado.
- 26) MADER, L. 1963. Volume growth measurement and analysis of function and characteristics in site evaluation. Journal of Forestry 61 (2) : 193 - 198.
- 27) MC INTOSH, R.P. 1967. The continuum concept of vegetation. Bot. Rev. 33: 130-187.
- 28) MUELLER-DOMBOIS, D., & H. ELLEMBERG. 1974. Aims and methods of Ecology John Wiley & son N.Y., 547 p.

- 29) OGAYA, N. 1979. Análisis numérico en bosques tropicales su aplicación en inventarios forestales. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela. 103 p.
- 30) ORLOCI, L. 1966. Geometric Models in Ecology I the theory and application of some ordination methods. J. Ecology. 54: 193-215.
- 31) POOLE, R.W. 1974. An Introduction to quantitative ecology. Mc Graw-Hill Kogakusha LTD. Tokyo 532 p.
- 32) PULIDO, .H. 1971. Métodos de evaluación principales factores del medio ambiente que afectan la calidad de sitio. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 36 p.
- 33) RAMSAY, D. Mc. C., & P.N. DELEEUW. 1965. An analysis of Nigerian Savanna. III. The vegetation of the middle Congola Region by soil parent material. J. Ecol. 53(3): 643-661.
- 34) RENNIE, P.J. 1962. Methods of assesing forest site Capacity. Trans. 7 th. Inter. Soc. Soil Sci. comm. IV and V. 770-785.
- 35) RODRIGUEZ P., L.E. 1980. Calidad de sitio y su aplicación en el manejo forestal - Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida, Venezuela. 21 p.
- 36) SARLIN, P. 1963. La pedagogía forestal aplicada a las reforestaciones. Traducido por G. De Las Salas. Bois et Forest des Tropiques. 90: 17-31.
- 37) SILVA J. 1972. Influencia de los procesos pedogenéticos en la diferenciación de comunidades y en el comportamiento de las especies en los Llanos Occidentales de Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Mérida, Venezuela. 53 p.

- 38) SORENSEN, T. 1948. A method of establishing group of equal amplitud in plant sociology based on similarity of species content. Kong. Dang. Vidensk Selsk., Biol. Skr. 5:1-34.
- 39) SPURR, S.H. 1952. Forest Inventory. New York, Ronald Press. 476 p.
- 40) TAMHAME, R.V., D.P. MOTIRAMANI, & Y.P. BALI. 1978. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana, México. 183 p.
- 41) TOBAR, V.A. 1976. Evaluación de la calidad de sitio de las plantaciones de Pinus Caribaea var Hondurensis en relación a factores edáficos en Cachipo, Edo. Monagas, Venezuela, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Tesis M. Sc. 169 p.
- 42) TORRES, A. 1975. Ensayo de especies latifoliadas en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, Edo. Barinas, Venezuela, Universidad de Los Andes, Fac. De Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 206 p.
- 43) ----- . 1982. Influencia del sitio y la espesura en el crecimiento de plantaciones experimentales de Teca (Tectona grandis) en Caparo, Venezuela, Universidad de Los Andes, Fac. de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela. 65 p.
- 44) ULA-CORPOANDES. 1981. Plan de ordenación forestal de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Fac. de Ciencias Forestales. Mimeografiado.
- 45) ----- . 1971. Programa de Investigación Forestal con fines de Manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Informe (Nº 1) sobre las actividades del primer año de labores (6-3-70 al 5-3-72). Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Mérida, Venezuela. 191 p.

- 46) ULA-CORPOANDES. 1972. Informe (N° 2) sobre las actividades del segundo año de labores (6-3-71 al 5-3-72). Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Mérida, Venezuela. 171 p.
- 47) ----- . 1973. Informe (N° 3) sobre las actividades del tercer año de labores (6-3-72 al 5-3-73). Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. 262 p.
- 48) ----- . 1974. Informe (N° 4) sobre las actividades del cuarto año de labores (6-3-73 al 5-4-74). Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Mérida, Venezuela.
- 49) VINCENT, L. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis M. Sc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Venezuela. 255 p.
- 50) VINCENT, L., & F. WOODS. 1979. Relación índice de calidad de sitio con factores topográficos y edáficos en plantaciones jóvenes de pino caribe en las Sabanas Orientales de Venezuela. Corporación Venezolana de Guayana y Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Multigrafiado. 24 p.
- 51) VINCENT, L. 1980. Manejo de plantaciones forestales con fines de producción, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Multigrafiado. 155 p.
- 52) VINCENT, L.W., & R. LUQUE. 1980. Informe técnico sobre el proyecto de aclareo a realizar en las plantaciones experimentales de Teca en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Multigrafiado. 16 p.

- 53) WATT, K.E.F. 1978. La Ciencia del medio ambiente. Salvat editores, S. A. Barcelona (España). 344 p.
- 54) WHITTAKER, R.H. 1962. Clasification of natural communities . Botan Rev. 28: 1-239.
- 55) ZAHNER, R. 1958. Site-quality relationships of pine forests in southern Arkansas and northern Louisiana. Foresta Sci. 4:162-176.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

RESULTADOS ANALITICOS

Interesado:

Fecha Informe:

V. n°:

Fecha Ingreso	Número Registro	Identidad de Campo	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA			Clase Textural	Retención de Humedad		pH: (1:1)		Conductividad electr. (1:5) mhos a 10-8	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total %	Relación C/N	Fósforo ppm.	C.I.C. meq/100g	Hidróg. Cambiable meq/100g	BASES CAMBIABLES				Saturación Bases %
				Arena a	Arcilla A	Limo L		1/3 Atm.	15 Atm.	H2O	KCl									CALCIO meq/100g	MAGN meq/100g	SODIO meq/100g	POTASIO meq/100g	
	16735	PPR3	0 - 5	78	6	16	aF			5,30		1,11	1,92	0,06	19,47	16	8,50		2,20	0,46	0,03	0,17	33,64	
	16736	PPR3	5 - 15	80	8	12	aF			5,35		0,82	1,42	0,07	11,06	27	4,25		2,20	0,30	0,01	0,09	61,15	
	16737	PPR3	15 - 30	78	10	12	Fa			5,00		0,33	0,58	0,05	6,34	75	3,50		1,40	0,17	0,01	1,10	76,51	
	16738	PPR3	30 - 60	76	10	14	Fa			5,25		0,19	0,33	0,05	3,65	90	3,50		1,30	0,20	0,01	0,80	65,59	
	16739	PPR3	60 - 100	84	8	8	aF			4,85				0,02		52	2,50		0,45	0,29	0,02	0,11	34,88	
	16740	PPR3	100 - 140	86	4	10	aF			5,70				Trazas		52	2,50		0,20	0,15	0,10	0,10	22,16	
		PPR4	0 - 5	58	10	32	Fa			5,55		1,55	2,67	0,17	9,33	9	6,00		1,5	0,77	0,03	0,22	42,00	
		PPR4	5 - 15	50	18	32	F			5,35		0,97	1,67	0,10	10,10	21	8,5		2,85	0,28	0,04	0,12	39,87	
		PPR4	15 - 30	52	18	30	F			4,95		0,29	0,50	0,05	5,57	4	5,0		1,15	0,49	0,01	0,18	36,66	
		PPR4	30 - 60	54	18	28	Fa			4,90		0,33	0,58	0,04	9,42	10	5,5		1,15	0,33	0,04	0,25	32,24	
		PPR4	60 - 100	72	10	18	Fa			5,50				0,02		19	8,0		0,70	0,26	0,22	0,16	16,75	
		PPR4	100 - 130	48	14	36	F			5,45				0,03		14	7,0		0,85	0,52	0,37	0,16	27,14	
		PPR6	0 - 5	70	16	14	Fa			6,95		1,58	2,73	0,16	10,06	32	7,0		13,0	0,42	0,03	0,21	*	
		PPR6	5 - 15	60	12	28	Fa			5,35		1,07	1,85	0,08	13,54	9	5,5		2,65	0,41	0,02	0,14	58,5	
		PPR6	15 - 30	54	16	30	Fa			5,00		0,19	0,33	0,06	3,11	16	4,5		0,75	0,21	0,02	0,10	22,0	
		PPR6	30 - 60	50	20	30	F			5,20		0,19	0,33	0,04	4,31	9	5,25		1,45	0,77	0,02	0,07	42,8	
		PPR6	60 - 90	68	12	20	Fa			5,35				0,03		21	3,75		2,10	0,56	0,04	0,14	75,7	
		PPR6	90 - 130	98	2	0	a			5,55				0,01		20	2,25		0,35	0,14	0,02	0,04	24,4	
		PPR7	0 - 5	54	14	32	Fa			5,15		1,60	2,76	0,11	14,67	11	5,25		1,80	0,55	0,01	0,12	47,2	
		PPR7	5 - 15	50	18	32	F			4,65		1,11	1,92	0,08	14,05	41	2,50		0,45	0,17	0,02	0,08	28,8	
		PPR7	15 - 30	50	16	34	F			4,15		1,06	1,84	0,10	11,04	26	4,5		0,25	0,15	0,04	0,08	11,6	
		PPR7	30 - 60	48	18	34	F			4,60		0,07	1,50	0,04	19,77	4	5,5		0,35	0,25	0,02	0,06	12,4	
		PPR7	60 - 100	56	14	30	Fa			6,15				0,01		2	3,75		0,60	0,41	0,02	0,06	29,0	
		PPR7	100 - 150	96	2	2	l			5,0				0,01		9	1,25		0,25	0,21	0,15	0,06	53,6	
		PPR8	0 - 5	84	4	12	aF			6,40		1,89	3,26	0,15	12,68	37	6,25		7,20	0,37	0,02	0,26	*	
		PPR8	5 - 15	76	8	16	Fa			5,72		0,53	0,92	0,07	7,57	37	3,5		1,65	0,39	0,01	0,17	63,0	
		PPR8	15 - 30	70	12	18	Fa			5,35		0,66	1,14	0,06	10,81	26	4,75		1,65	0,45	0,02	0,12	47,1	
		PPR8	30 - 60	60	16	24	Fa			5,00		0,40	0,70	0,06	7,01	20	6,0		0,85	0,45	0,03	0,10	23,8	
		PPR8	60 - 100	78	8	14	Fa			5,05				0,03		11	2,25		0,40	0,19	0,02	0,06	29,8	
		PPR8	100 - 150	98	2	0	a			5,32				0,01		14	1,50		0,20	0,07	0,02	0,04	22,0	

RESULTADOS ANALITICOS

Interesado:

Fecha Informe:

V. B.:

Fecha Ingreso	Número Registro	Identidad de Campo	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA			Clase Textural	Retención de Humedad		pH: (1:1)		Conductividad elec. (dS/mhos a 10-5)	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total %	Relación C/N	Fósforo ppm.	C.I.C. meq/100g	Hidrog. Cambiable meq/100g	BASES CAMBIABLES				Saturación Bases %
				Arena a	Arcilla A	Limo L		1/3 Atm.	15 Atm.	H2O	K C I									CALCIO meq/100g	MAGN meq/100g	SODIO meq/100g	POTASIO meq/100g	
		PPR9	0 - 5	48	14	38	F			5,10		1,11	1,92	0,11	10,57	5	4,00		2,10	0,63	0,03	0,10	71,5	
		PPR9	5 - 15	46	16	38	F			4,90		0,48	0,83	0,11	4,57	4	5,75		1,40	0,63	0,05	0,12	38,3	
		PPR9	15 - 30	42	22	36	F			4,70		0,49	0,84	0,07	6,62	3	8,00		1,10	0,56	0,04	0,10	22,5	
		PPR9	30 - 60	34	24	42	F			4,70		0,87	1,50	0,01	66,92	3	9,00		1,25	0,58	0,04	0,07	21,6	
		PPR9	60 - 100	48	18	34	F			4,90		0,70	1,20	0,04	20,00	3	6,63		0,75	0,80	0,07	0,07	25,5	
		PPR9	100 - 100	36	4	0	a			5,10				0,03		5	7,50		0,50	0,26	0,03	0,03	10,9	
		PPR10	0 - 5	28	18	54	FL			6,45		2,86	4,94	0,19	14,92	15	14,00		16,25	0,77	0,04	0,25	*	
		PPR10	5 - 15	26	22	52	FL			5,35		0,82	1,42	0,08	9,87	2	9,75		3,40	0,50	0,04	0,12	41,6	
		PPR10	15 - 30	32	22	46	F			5,30		0,43	0,75	0,06	7,04	3	6,00		2,10	0,95	0,03	0,12	53,3	
		PPR10	30 - 60	32	20	44	F			5,20		0,04	0,08	0,04	1,02	3	5,75		1,60	0,67	0,03	0,14	42,4	
		PPR10	60 - 100	36	20	44	F			4,82		0,43	0,75	Trazas		3	2,25		0,95	1,09	0,04	0,09	95,4	
		PPR10	100 - 130	96	2	2	a			5,30				0,02		13	2,5		0,40	0,30	0,03	0,04	30,8	
		PPR11	0 - 5	60	8	32	Fa			5,75		1,31	2,25	0,12	10,65	5	6,0		2,95	0,60	0,02	0,17	62,3	
		PPR11	5 - 15	42	18	40	F			5,00		0,72	1,25	0,09	8,27	3	6,25		2,80	0,63	0,16	0,24	61,3	
		PPR11	15 - 30	22	18	60	FL			4,92		0,40	0,70	0,07	5,71	3	6,75		1,05	0,60	0,03	0,12	26,7	
		PPR11	30 - 60	36	24	40	F			5,05		0,35	0,61	0,04	7,95	3	6,05		0,25	0,60	0,03	0,15	17,0	
		PPR11	60 - 100	46	18	36	F			5,00				0,04		3	6,0		1,10	0,36	0,03	0,14	27,1	
		PPR11	100 - 130	96	4	0	a			5,35				0,02		7	1,75		0,40	0,10	0,02	0,08	34,3	
		PPR12	0 - 5	30	16	54	FL			5,85		1,43	2,47	0,18	7,71	6	12,25		9,00	1,50	0,03	0,19	87,5	
		PPR12	5 - 15	30	22	48	F			5,00		0,48	0,83	0,10	5,00	6	3,75		0,45	0,22	0,004	0,05	19,3	
		PPR12	15 - 30	26	30	44	FA			5,00		0,35	0,71	0,07	5,00	2	7,75		1,45	1,11	0,05	0,12	35,2	
		PPR12	30 - 60	28	34	38	FA			5,05		0,15	0,26	0,04	4,28	3	8,50		0,65	1,08	0,34	0,09	24,5	
		PPR12	60 - 110	18	34	48	FAL			5,35				0,05		3	8,75		1,10	1,14	0,10	0,12	28,1	
		PPR12	110 - 140	96	4	0	a			5,65				0,01		8	1,50		0,50	0,22	0,03	0,04	52,7	
		PPR13	0 - 5	72	8	20	Fa			5,25		1,13	1,96	0,11	10,43	12	6,25		2,60	0,49	0,03	0,18	52,8	
		PPR13	5 - 15	60	18	22	Fa			4,70		0,63	1,08	0,07	9,54	7	9,37		0,95	0,31	0,03	0,08	14,6	
		PPR13	15 - 30	50	24	26	FAa			4,75		0,19	0,33	0,01	14,61	3	5,50		2,10	0,72	0,02	0,08	53,0	
		PPR13	30 - 60	28	36	36	FA			4,65		0,19	0,33	0,02	8,63	2	9,50		1,90	0,55	0,08	0,19	28,6	
		PPR13	60 - 90	60	16	24	Fa			4,75				Trazas		4	4,00		0,55	0,72	0,02	0,06	33,7	
		PPR13	90 - 140	96	4	0	a			5,25				0,03		23	1,50		0,30	0,55	0,04	0,05	62,6	

RESULTADOS ANALITICOS

Fecha Leyenda	Número Registro	Identidad de Campo	GRANULOMETRIA			Clase Textural	Retención de Humedad		pH: (1:1)		Conducti- vidad eléct. (1:5) mhos x10-5	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Nitró- geno Total %	Relación C/N	Fósforo ppm.	C.I.C. meq/100g	Hidróg. Cambi- able meq/100g	BASES CAMBIABLES				Satura- ción Bases %
			Arena a	Arcilla A	Limo L		1/3 Atm.	15 Atm.	H2O	K C I									CALCIO meq/100g	MAGN meq/100g	SODIO meq/100g	POTASIO meq/100g	
		PPR14	0 - 5	32	16	52	FL			6,25		2,81	4,85	0,23	12,11	15	16,0		13,75	1,96	0,04	0,55	*
		PPR14	5 - 15	32	24	44	F			5,15		0,72	1,25	0,11	6,60	4	7,5		2,45	0,96	0,01	0,22	48,5
		PPR14	15 - 30	38	28	34	FA			5,20		0,19	0,33	0,07	2,87	2	8,0		2,15	1,49	0,03	0,16	47,8
		PPR14	30 - 60	30	26	44	F			4,90		0,33	0,58	0,04	7,5	2	7,0		1,55	1,71	0,02	0,12	61,6
		PPR14	60 - 110	46	18	36	F			4,95				0,03		2	5,50		0,95	1,67	0,02	0,11	50,0
		PPR14	110 - 140	94	2	4	a			5,50				0,02		4	1,50		0,25	0,39	0,01	0,04	46,0
		PPR15	0 - 5	46	12	42	F			6,10		2,4	4,15	0,16	15,28	14	10,0		9,0	0,95	0,03	0,19	*
		PPR15	5 - 15	48	14	38	F			5,70		0,92	1,58	0,13	7,24	7	4,0		4,25	1,09	0,02	0,14	*
		PPR15	15 - 30	68	22	10	FAa			5,45		0,76	1,32	0,08	3,62	3	6,75		2,75	0,96	0,03	0,12	57,1
		PPR15	30 - 60	12	36	52	FAL			4,85		0,35	0,61	0,07	5,30	2	10,50		1,85	1,57	0,03	0,24	35,1
		PPR15	60 - 100	24	30	46	FA			4,85				0,04		2	8,75		0,80	1,68	0,02	0,20	30,8
		PPR15	100 - 130	88	8	4	aF			5,45				0,03	12	2,75	1,15		0,20	0,03	0,03	0,13	54,9
		PPR16	0 - 5	40	12	48	F			5,55		0,67	1,17	0,10	6,38	21	6,25		2,60	0,75	0,02	0,12	55,8
		PPR16	5 - 15	46	12	42	F			5,60		2,46	4,24	0,16	15,18	4	10,50		7,25	0,81	0,03	0,23	79,2
		PPR16	15 - 30	42	16	42	F			5,20		0,46	0,79	0,06	7,54	4	5,50		1,20	0,81	0,02	0,11	38,9
		PPR16	30 - 60	38	26	36	F			5,10		0,35	0,61	0,05	6,73	1	2,25		0,70	0,97	0,02	0,18	83,1
		PPR16	60 - 100	58	18	24	Fa			5,05				0,03		4	4,75		0,40	0,54	0,02	0,12	22,7
		PPR16	100 - 140	82	8	10	aF			5,80				Trazas		11	2,75		1,0	0,54	0,12	0,14	65,4
		PPR18	0 - 5	60	6	34	Fa			7,05		0,92	1,58	0,16	5,85	53	6,50		20,50	0,80	0,03	0,45	*
		PPR18	5 - 15	64	12	24	Fa			4,90		0,82	1,42	0,07	12,42	3	6,00		1,0	0,60	0,04	0,10	29,0
		PPR18	15 - 30	60	16	24	Fa			4,70		0,43	0,75	0,07	5,81	2	4,00		0,90	1,10	0,04	0,11	53,7
		PPR18	30 - 60	52	20	28	FAa			4,85		1,00	1,80	0,02	58,82	3	4,31		0,90	0,81	0,02	0,10	41,8
		PPR18	60 - 100	42	20	38	F			4,65				0,04		4	4,75		0,90	1,16	0,03	0,11	46,3
		PPR18	100 - 140	94	2	4	a			5,35				0,02		7	3,5		0,70	0,37	0,08	0,08	35,1
		PPR19	0 - 5	58	10	32	Fa			5,40		1,55	2,67	0,15	10,13	3	9,50		4,15	0,94	0,04	0,20	56,1
		PPR19	5 - 15	32	18	50	FL			5,05		1,16	2,00	0,13	8,85	4	16,1		2,45	1,33	0,03	0,19	24,7
		PPR19	15 - 30	26	30	44	FA			4,85		0,97	1,67	0,09	10,54	2	8,00		1,45	1,25	0,04	0,13	35,8
		PPR19	30 - 60	28	32	40	FA			4,85				0,04		4	8,25		1,10	1,54	0,04	0,13	34,0
		PPR19	60 - 100	68	14	18	Fa			4,75				0,04		2	6,75		0,50	1,11	0,05	0,10	26,0
		PPR19	100 - 150	86	6	8	aF			5,08				0,02		4	3,00		0,20	0,36	0,04	0,06	22,0

RESULTADOS ANALITICOS

Fecha Ingreso	Número Registro	Identidad de Campo	GRANULOMETRIA			Clase Textural	Retención de Humedad		pH: (1:1)		Conductividad electr. (1:5) mhos a 10-8	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total %	Relación C/N	Fósforo ppm.	C.L.C. meq/100g	Hidróg. Cambiable meq/100g	BASES CAMBIABLES				Saturación Bases %
			Arena a	Arcilla A	Limo L		1/3 Atm.	15 Atm.	H2O	K C I									Ca-ClO meq/100g	MAGN meq/100g	SODIO meq/100g	POTASIO meq/100g	
	PPR20	0 - 5	36	16	48	F			6,95			4,20	7,24	0,25	16,86	46	16,50		27,00	0,47	0,07	0,70	*
	PPR20	5 - 15	26	26	48	F			5,75			0,61	1,05	0,08	7,72	4	6,75		3,85	1,10	0,03	0,18	76,4
	PPR20	15 - 30	22	32	46	FA			5,10			0,55	0,96	0,06	9,01	1	8,00		1,50	1,51	0,03	0,03	42,3
	PPR20	30 - 60	14	32	54	FAL			5,05			0,35	0,61	0,05	6,73	2	8,25		1,05	0,91	0,04	0,19	26,5
	PPR20	60 - 85	24	26	50	F			5,45					0,04		3	7,00		1,80	2,51	0,07	0,24	66,0
	PPR20	85 - 100	40	22	38	F			5,60					0,04		4	5,75		1,25	2,18	0,07	0,13	63,1
	PPR20	100 - 140	94	4	2	a			6,15					0,01		13	3,25		0,55	1,79	0,04	0,07	75,3
	PPR21	0 - 5	44	14	42	F			6,0			3,05	5,27	0,25	12,44	7	13,25		9,40	1,01	0,03	0,40	81,8*
	PPR21	5 - 15	40	22	38	F			4,95			1,21	2,09	0,14	8,89	7	8,00		2,20	0,45	0,02	0,16	35,3
	PPR21	15 - 30	40	24	36	F			4,65			1,04	1,80	0,09	12,00	4	8,50		0,75	0,49	0,01	0,12	16,1
	PPR21	30 - 60	44	22	34	F			4,75			0,81	1,40	0,06	14,21	3	6,0		0,50	0,48	0,02	0,10	18,3
	PPR21	60 - 130	46	20	34	F			4,60			0,58	1,0	0,04	16,57	35	6,25		0,35	0,90	0,03	0,11	22,2
	PPR21	130 - 150	94	4	2	a			4,95			0,53	0,92	Trazas		7	1,25		0,40	0,33	0,03	0,04	64,0
	PPR24	0 - 5	72	4	24	aF			6,75			0,63	1,08	0,11	6,00	41	5,75		12,0	0,34	0,03	0,26	*
	PPR24	5 - 15	68	10	22	Fa			5,65			0,66	1,14	0,06	10,81	11	3,75		1,70	0,45	0,01	0,22	63,4
	PPR24	15 - 30	64	12	24	Fa			5,25			0,46	0,79	0,05	8,84	10	3,75		0,85	0,43	0,02	0,17	39,2
	PPR24	30 - 60	38	14	48	F			5,12			0,30	0,52	0,04	6,81	7	4,25		0,65	0,36	0,02	0,15	27,7
	PPR24	60 - 100	74	8	18	Fa			5,20					0,03		7	2,25		0,35	0,18	0,02	0,09	28,4
	PPR24	100 - 150	92	4	4	a			5,35					0,01		8	1,75		0,30	0,15	0,02	0,06	30,3
	PPR25	0 - 5	66	10	24	Fa			5,80			1,89	3,26	0,11	16,57	19	7,75		4,90	1,10	0,01	0,50	84,0
	PPR25	5 - 15	56	10	34	Fa			5,35			0,58	1,00	0,08	7,34	11	5,75		2,40	0,60	0,02	0,18	55,6
	PPR25	15 - 30	52	26	22	FAa			5,10			0,40	0,70	0,06	6,55	7	6,00		0,55	0,55	0,01	0,05	19,3
	PPR25	30 - 60	42	28	30	FA			4,70			0,70	1,21	0,02	41,17	7	6,50		0,75	0,80	0,02	0,13	26,1
	PPR25	60 - 100	86	10	4	aF			4,90					0,02		22	4,37		0,35	0,35	0,03	0,10	18,9
	PPR25	100 - 150	96	2	2	a			5,30					Trazas		18	1,25		0,30	0,11	0,01	0,06	38,4
	PPR26	0 - 5	82	4	14	aF			5,95			1,45	2,51	0,14	10,06	7	5,75		4,05	0,75	0,02	0,22	87,6
	PPR26	5 - 15	80	10	10	aF			7,30			0,25	0,44	0,05	4,80	40	3,75		2,75	0,59	0,04	0,12	93,3
	PPR26	15 - 30	78	8	14	aF			6,50			0,66	1,14	0,04	15,00	24	3,00		2,10	0,19	0,02	0,07	79,2
	PPR26	30 - 60	80	10	10	aF			5,30			0,51	0,88	0,04	14,57	7	3,00		0,75	0,38	0,01	0,07	40,3
	PPR26	60 - 100	90	6	4	a			5,15					0,03		7	2,00		0,30	0,18	0,01	0,07	28,0
	PPR26	100 - 150	98	2	0	a			5,35					0,01		8	2,00		0,35	0,16	0,01	0,06	29,0

RESULTADOS ANALITICOS

Interesado:

Fecha Informe:

Vº. Bº.

Fecha Ingreso	Número Registro	Identidad de Campo	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA			Clase Textural	Retención de Humedad		pH: (1:1)		Conductividad electr. (1:5) mhos x 10 ⁻⁵	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Nitrógeno Total %	Relación C/N	Fósforo ppm.	C.I.C. meq/100g	Hidróg. Cambiable meq/100g	BASES CAMBIABLES				Saturación Bases %
				Arena	Arcilla A	Limo L		1/3 Atm.	15 Atm.	H2O	K CI									CALCIO meq/100g	MAGN meq/100g	SODIO meq/100g	POTASIO meq/100g	
		PPR27	0 - 5	40	12	48	F			5,95			1,69	2,91	0,18	9,18	9	6,25		4,15	0,49	0,03	0,14	76,9
		PPR27	5 - 15	42	20	38	F			5,25			1,20	1,94	0,11	11,42	4	6,75		2,45	1,00	0,03	0,10	53,0
		PPR27	15 - 30	32	26	42	F			5,15			0,61	1,05	0,08	7,72	4	7,25		1,50	0,99	0,03	0,19	37,3
		PPR27	30 - 60	32	30	38	Fa			4,90			0,24	0,41	0,06	3,93	4	7,75		0,75	0,95	0,02	0,18	24,5
		PPR27	60 - 90	50	16	34	F			5,10							4	4,75		0,55	0,75	0,02	0,14	30,7
		PPR27	90 - 130	94	4	2	a			5,45							7	1,50		0,30	0,33	0,01	0,07	47,3
		PPR28	0 - 5	68	10	22	Fa			6,45			1,40	2,42	0,13	11,02	18	5,87		9,15	0,72	0,03	0,60	*
		PPR28	5 - 15	66	14	20	Fa			4,75			0,80	1,40	0,04	22,85	11	4,00		0,55	0,18	0,02	0,10	21,2
		PPR28	15 - 30	64	16	20	Fa			4,65			1,31	2,25	0,08	17,70	8	4,50		0,45	0,19	0,03	0,11	17,3
		PPR28	30 - 60	44	26	30	F			4,70			0,48	0,83	0,05	9,23	3	0,45		0,45	0,46	0,03	0,12	30,2
		PPR28	60 - 100	60	18	22	Fa			4,65			0,70	1,21	0,04	17,94	4	6,25		0,40	0,26	0,02	0,10	12,4
		PPR28	100 - 140	86	6	8	FL			4,72			0,70	1,20	0,03	26,92	7	2,37		0,15	0,34	0,02	0,04	23,2
		PPR29	0 - 5	78	6	16	Fa			5,75			1,79	3,09	0,11	15,70	8	7,0		4,20	0,81	0,03	0,17	74,4
		PPR29	5 - 15	74	8	10	Fa			5,45			0,66	1,14	0,06	10,81	12	2,25		1,40	0,45	0,02	0,35	93,6
		PPR29	15 - 30	70	10	20	Fa			5,05			0,09	0,16	0,05	1,73	14	2,75		0,75	0,31	0,02	0,15	44,7
		PPR29	30 - 80	60	18	22	Fa			4,80			0,53	0,92	0,03	20,38	7	7,50		0,60	0,44	0,04	1,90	39,7*
		PPR29	80 - 100	80	8	12	aF			5,20							11	3,00		0,60	0,20	0,01	0,14	31,6
		PPR29	100 - 140	96	2	2	a			5,50							20	2,25		0,40	0,11	0,02	0,10	28,0
		P30	0 - 5	58	8	34	Fa			5,55			1,55	2,67	0,13	11,83	13	6,75		4,30	0,53	0,02	0,28	76,0
		P30	5 - 15	54	12	34	Fa			5,80			1,06	1,84	0,08	12,77	10	4,25		2,40	0,53	0,02	0,16	73,1
		P30	15 - 30	54	14	32	Fa			5,50			0,53	0,92	0,07	8,03	8	5,50		1,85	0,72	0,05	0,16	50,5
		P30	30 - 60	44	20	36	F			5,05					0,04		4	10,50		0,80	0,73	0,06	0,45	19,4
		P30	60 - 86	92	6	2	a			5,40						Trazas	16	1,75		0,10	0,10	0,01	0,10	17,7
		P30	60 - 100	62	14	24	Fa			5,25					0,03		3	4,50		0,40	0,21	0,03	0,22	19,1
		P30	86 - 100	64	12	24	Fa			5,25					0,03		7	4,50		0,45	0,51	0,02	0,18	25,7
		P30	100 - 140	96	4	0	a			4,90						Trazas	4	3,00		0,15	0,16	0,02	0,08	13,6
		Guerrero	0 - 5	6	44	50	AL			6,15			2,15	3,71	0,28	7,67	4	20,25		14,75	2,28	0,06	0,35	86,1
		Guerrero	5 - 15	6	50	44	AL			6,60			1,07	1,86	0,16	6,81	2	17,75		15,40	2,18	0,07	0,22	95,6
16884		Guerrero	15 - 30	4	44	52	AL			6,80			0,76	1,32	0,16	4,84	2	11,75		9,00	1,73	0,07	0,15	93,1
16884A		Guerrero	30 - 60	12	46	42	AL			6,45			0,71	1,23	0,14	5,07	2	12,75		19,50	2,26	0,07	0,20	94,3
16884B		Guerrero	60 - 95	56	36	8	FAa			6,40					0,06		2	9,50		0,65	0,65	0,004	0,02	13,9
16884C		Guerrero	95 - 190	24	28	58	FL			7,00					0,04		2	6,25		4,50	0,87	0,05	0,06	87,6

Anexo 2: Porcentaje de humedad, para 10 parcelas permanentes de rendimiento de la Reserva Forestal de Caparo, 29 de enero de 1982.

Profundidad	N U M E R O D E P A R C E L A S																			
	6	S	7	S	8	S	12	S	13	S	14	S	18	S	19	S	20	S	21	S
0 - 10	5.3	0.9	2.1	0.4	2.0	1.0	5.6		4.0	0.3	7.0	0.6	4.1	2.0	9.9	2.5	9.1	2.5	7.9	0.9
10 - 20	6.2	0.8	3.4	0.3	3.1	0.4	8.6		5.2	0.6	9.6	2.5	5.7	2.3	9.8	2.0	9.1	2.1	8.8	1.5
20 - 30	7.4	0.7	4.6	0.2	3.4	0.5	11.3		6.2	0.7	8.7	1.4	8.1	4.7	11.4	1.1	10.6	1.9	10.2	1.2
30 - 40	9.4	1.6	5.5	0.3	2.0	2.3	11.7		8.2	2.2	9.5	2.9	9.9	4.9	11.3	0.8	13.0	1.1	11.0	1.0
40 - 50	9.5	0.2	7.4	0.7	4.1	0.6	9.9		7.4	0.7	10.2	2.8	10.1	7.2	11.9	0.3	12.7	2.4	11.0	1.0
50 - 60	7.4	0.7	8.3	0.7	4.6	1.3	8.3		7.7	1.4	9.7	2.7	10.6	5.3	11.0	0.3	11.5	2.6	9.9	1.2
60 - 70	5.5	0.6	6.3	1.3	4.2	1.1	8.3		6.7	0.3	9.6	2.7	11.4	5.9	11.0	0.1	10.9	3.1	10.0	1.9
70 - 80	4.6	0.4	5.4	3.1	4.1	0.8	10.1		6.3	0.6	8.5	3.2	12.0	6.4	9.0	0.1	9.9	3.4	9.3	1.8
80 - 90	4.7	0.1	2.6	0.5	3.7	1.5	14.9		4.6	1.0	7.7	2.8	12.6	5.7	9.1	1.1	7.9	2.1	9.0	1.7
90 - 100	5.4	0.7	2.8	0.9	3.0	1.1	15.9		3.0	0.6	5.4	1.8	15.7	5.6	8.9	1.2	7.1	1.1	8.0	2.2
Total	65.4		48.4		34.2		104.6		59.3		85.9		100.2		103.3		101.8		95.1	

Anexo 3 Resumen de porcentajes de humedad para 10 parcelas permanentes de rendimiento.
Reserva Forestal de Caparo 22 de febrero 1982.

Profundidad (cm)	NUMERO DE PARCELAS																					
	6	S	7	S	8	S	12	S	13	S	14	S	18	S	19	S	20	S	21	S	MAC	S
0 - 10	3.8	1.2	2.2	0.5	1.6	0.3	6.1	0.8	3.2	0.5	6.3	1.6	5.5	4.5	6.9	0.7	6.3	0.8	7.7	1.2	12.8	1.3
10 - 20	4.1	1.1	2.4	0.2	1.8	0.6	6.4	1.3	4.2	0.9	7.7	0.9	6.7	2.7	7.4	2.8	7.9	0.4	9.5	0.7	12.6	0.6
20 - 30	5.0	2.3	3.9	0.3	1.7	0.4	7.8	1.2	5.2	1.2	8.9	1.1	7.8	3.4	8.3	1.8	9.9	0.6	10.0	2.0	11.6	0.6
30 - 40	6.4	1.7	5.4	0.8	2.1	0.5	8.8	0.8	6.5	2.2	9.8	1.0	8.5	3.5	10.7	0.9	11.6	0.4	10.2	1.3	10.7	1.1
40 - 50	7.8	2.1	6.6	1.3	2.3	0.5	8.4	0.8	8.6	3.2	9.3	1.1	9.1	3.3	11.2	0.9	11.2	0.4	9.7	1.1	10.3	0.5
50 - 60	7.7	2.4	5.9	1.0	3.2	0.5	7.7	0.3	9.0	3.4	8.3	2.4	8.1	3.5	10.3	0.0	9.9	0.8	9.0	1.0	9.7	1.3
60 - 70	6.6	2.2	4.6	1.0	3.7	0.8	7.8	0.5	7.9	2.6	7.6	2.7	7.7	3.0	9.3	0.3	9.2	1.8	8.2	0.9	10.0	1.0
70 - 80	4.8	0.9	2.8	0.6	5.2	1.3	8.5	1.3	8.4	1.3	7.3	3.4	8.0	2.3	8.8	1.1	9.5	0.6	9.0	1.5	10.2	2.3
80 - 90	4.5	1.7	2.4	-	4.0	0.7	10.0	2.7	5.9	1.8	6.4	2.6	9.0	1.5	8.0	0.3	7.0	0.4	8.5	0.8	8.0	2.0
90 - 100	3.9	1.3	2.0	-	2.4	0.1	13.6	3.0	4.2	1.4	5.8	1.0	11.3	2.5	7.7	0.4	5.9	1.1	6.9	1.0	7.5	1.3
Total	54.6		38.2		24.3		85.1		63.1		77.4		81.7		88.8		88.9		88.7		103.4	

Anexo 4: Resumen de porcentajes de humedad, para 10 parcelas permanentes de rendimientos. Reserva Forestal de Caparo. 26 de abril de 1982.

Profundidad (cm)	N U M E R O D E P A R C E L A S																		
	06	S	07	S	08	S	12	S	13	S	14	S	18	S	19	S	20	S	21
0 - 10	24.1	6.8	17.3	1.3	13.7	0.4	30.4	1.0	21.4	2.4	29.7	4.0	20.4	28.6	2.1	30.4	1.9	30.0	3.5
10 - 20	19.8	2.6	16.8	1.4	13.3	1.0	26.9	2.0	20.2	2.8	27.4	2.1	20.2	26.9	3.7	28.7	3.8	28.4	2.1
20 - 30	17.8	1.5	17.3	1.0	14.4	1.4	25.2	1.4	19.5	0.3	25.0	2.7	20.3	24.0	1.4	24.0	2.2	26.8	1.7
30 - 40	18.0	0.9	17.6	0.4	15.4	1.1	24.2	0.6	19.5	0.5	24.3	1.8	20.6	22.2	0.5	22.8	0.8	24.2	2.8
40 - 50	18.7	1.4	17.5	0.7	15.1	1.8	24.3	0.6	19.5	0.3	22.2	4.3	18.3	22.1	0.1	22.6	0.9	23.6	3.1
50 - 60	19.6	2.1	17.9	0.6	15.2	1.1	21.9	2.6	20.1	0.5	21.5	4.8	16.7	21.3	0.2	21.8	2.1	23.4	4.1
60 - 70	16.0	1.3	17.5	0.9	15.1	0.5	20.1	2.7	19.8	0.4	20.3	3.9	15.5	19.5	0.0	19.9	4.5	22.7	5.3
70 - 80	8.8	4.5	13.5	1.4	13.7	0.3	17.3	4.6	15.6	2.3	14.9	1.2	14.0	15.9	1.8	13.8	5.7	20.0	7.1
80 - 90	4.8	1.2	8.6	0.5	10.7	2.8	12.4	4.3	8.8	7.6	8.5	2.0	10.2	10.9	3.4	8.8	1.3	15.6	12.0
90 - 100	4.4	2.0	5.7	2.9	6.8	4.6	14.0	3.7	7.0	1.5	7.0	1.2	7.6	8.7	2.8	7.1	2.1	12.8	12.6
Total	152		149.7		133.4		216.7		171.4		200.8		163.8	200.1		199.9		227.5	

Cuadro A-2 Matriz de Indices de Similitud e Indices de disimilitud para siete elementos químicos del suelo en 25 parcelas permanentes. Reserva Forestal de Caparo

	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30	31	
3		83.24	80.10	85.75	85.60	88.75	81.10	86.88	81.18	89.33	75.68	86.89	77.32	75.76	88.89	67.73	75.51	81.37	78.91	77.04	88.46	78.14	84.35	81.39	80.11	3
4	16.76		87.24	87.92	79.47	93.64	83.72	84.26	81.77	89.72	77.27	85.08	81.34	77.64	87.33	73.62	84.84	81.08	85.49	78.32	84.32	80.33	81.85	72.49	75.25	4
6	19.90	12.76		77.87	87.50	83.33	89.65	82.34	91.23	83.91	87.01	85.15	71.03	85.57	81.56	81.11	95.05	90.47	24.99	80.67	85.60	88.53	86.30	75.65	86.72	6
7	14.25	12.58	22.13		77.97	90.87	81.37	81.89	75.23	85.62	76.39	81.57	80.44	76.80	87.33	68.77	76.55	79.38	76.41	78.35	80.61	77.27	79.03	75.17	75.75	7
8	14.40	20.53	12.50	22.03		81.11	85.76	82.70	87.55	87.09	85.38	86.65	70.38	81.35	82.18	74.68	83.16	22.62	90.21	85.15	93.02	83.99	86.28	84.08	90.98	8
9	11.25	6.36	16.67	9.13	18.89		81.82	87.68	80.68	87.65	75.69	82.68	83.40	76.19	92.14	68.93	79.72	82.57	83.95	79.32	85.76	78.92	80.14	76.09	75.99	9
10	18.90	16.28	10.35	18.63	14.24	18.68		81.66	87.61	85.86	92.79	86.67	74.32	92.63	82.25	85.56	88.29	93.13	87.93	80.79	81.44	94.47	86.63	74.12	89.80	10
11	13.12	15.74	17.66	18.11	17.30	12.32	18.34		81.67	87.31	76.18	85.75	85.56	76.55	94.56	69.76	78.02	81.74	85.73	86.69	87.36	79.25	83.82	77.68	83.56	11
12	18.82	18.23	8.77	24.77	12.45	19.32	12.39	18.33		85.56	84.38	86.44	67.24	86.39	79.36	82.45	87.2	87.43	89.64	76.39	86.40	90.32	88.55	75.85	97.03	12
13	10.67	10.28	16.09	14.38	12.91	12.15	14.14	12.69	14.44		78.65	94.69	79.02	78.49	89.94	71.54	79.59	64.81	83.86	80.86	91.45	80.84	82.13	80.29	64.42	13
14	24.32	22.73	12.99	23.61	14.62	24.11	7.21	23.82	15.62	21.35		79.53	67.94	95.41	76.83	85.57	86.39	91.42	86.97	79.05	80.66	94.05	81.64	74.00	86.54	14
15	13.11	14.92	14.85	18.43	13.35	17.32	13.33	14.25	13.56	5.31	20.47		75.18	79.37	84.76	72.94	80.67	84.36	84.04	80.80	89.93	81.72	96.77	79.77	83.98	15
16	22.68	18.66	28.97	19.56	29.62	16.60	25.68	14.40	32.76	20.18	32.06	24.82		67.78	86.97	61.76	69.81	71.18	74.26	83.94	72.92	68.95	71.95	65.36	70.07	16
18	24.24	22.36	14.43	23.20	18.65	23.81	7.37	23.45	13.61	21.51	4.59	20.63	32.22		88.67	88.75	86.74	88.72	83.85	77.43	78.31	95.93	81.38	69.71	85.39	18
19	11.11	12.67	18.44	12.67	17.82	7.86	17.75	5.44	20.64	10.06	23.17	15.24	13.03	11.33		69.19	77.24	82.93	84.95	85.04	85.95	79.6	82.22	77.17	81.88	19
20	32.27	26.38	18.89	31.23	25.32	31.07	14.44	30.24	17.55	28.46	14.43	27.06	38.24	11.25	30.81		82.84	82.06	79.51	70.76	72.41	89.14	74.38	63.05	73.28	20
21	24.49	15.16	4.95	23.45	16.84	20.28	11.71	21.98	12.80	20.41	13.61	19.33	30.19	13.26	22.75	17.16		87.33	90.58	79.24	81.26	86.66	81.37	70.70	84.11	21
24	18.63	18.92	9.53	20.62	7.38	17.43	6.87	18.25	12.52	15.19	8.58	15.64	28.82	11.28	17.07	17.94	12.67		91.39	85.39	87.54	91.37	85.99	79.06	94.23	24
25	21.09	14.51	5.01	23.59	9.79	16.05	12.07	14.27	10.36	16.14	13.30	15.99	25.74	16.15	15.05	20.49	9.42	8.61		84.45	87.68	86.81	84.77	75.81	88.73	25
26	22.96	21.68	19.33	21.65	14.85	20.68	19.21	13.31	23.61	19.74	20.15	19.20	16.06	22.57	14.95	29.24	20.76	14.61	15.55		84.27	78.52	89.75	75.60	83.10	26
27	11.54	15.80	14.40	19.39	6.98	14.24	18.56	12.64	13.60	8.95	19.32	10.70	27.08	21.69	14.04	27.59	18.74	12.46	12.32	15.73		81.30	89.62	84.08	85.77	27
28	21.86	19.67	11.47	22.73	16.01	21.08	5.53	20.75	9.68	19.16	5.95	18.28	31.50	4.07	20.40	10.86	13.34	8.63	13.19	21.48	18.70		83.83	72.36	88.03	28
29	15.65	18.15	13.70	20.27	11.72	19.86	13.37	16.18	11.44	7.87	18.36	3.23	28.50	18.62	17.78	25.62	18.63	14.01	15.23	19.25	10.38	16.17		80.22	85.61	29
30	18.61	27.51	24.35	24.83	15.92	23.91	25.88	22.32	24.14	19.71	26.00	20.23	34.64	30.29	22.83	36.95	29.30	20.94	24.19	24.40	15.92	27.64	19.78		77.10	30
31	19.89	21.74	13.28	24.35	9.20	21.01	10.20	16.44	2.97	15.58	13.46	16.02	29.93	14.61	18.12	21.72	15.89	5.77	11.27	16.90	14.23	11.97	14.39	22.90		31
	430.52	420.38	307.25	486.29	373.14	420.08	361.13	411.36	382.38	364.85	423.56	384.61	621.04	414.06	391.06	585.21	427.13	342.38	359.08	467.88	373.97	389.67	388.41	583.19	361.66	

B

A

Indice de similitud

93

Indice de disimilitud

Anexo 5 Agrupaciones de 21 parcelas en categorías de calidad de sitio mediante ordenamiento de altura mayor en forma decreciente para plantaciones jóvenes de teca en Caparo.

Categoría de calidad de sitio	Parcela N°	Altura mayor (m)
I	20	18,6
	19	18,1
	14	18,0
	21	17,9
	25	17,8
	18	17,6
II	12	17,2
	13	17,1
	17	16,9
	15	16,9
	04	16,8
	11	16,7
	03	16,6
	06	16,5
	10	16,4
III	26	16,0
	24	15,9
	16	15,8
	09	14,9
	07	14,6
	08	13,5
PROMEDIO		16,6

Fuente: Luque 1981

Anexo 6 Contenido de agua del suelo en % de volumen total para 10 parcelas permanentes de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta una profundidad de 1 m. 29 de enero de 1982.

Profundidad (cm)	PPR6	PPR7	PPR8	PPR12	PPR 13	PPR14	PPR18	PPR19	PPR20	PPR21
0 - 10	6.6	2.2	2.8	7.3	5.6	9.1	5.3	11.9	11.8	9.5
10 - 20	9.3	5.1	4.7	12.0	8.3	14.4	8.6	13.7	12.7	13.2
20 - 30	11.1	6.9	5.1	17.0	9.9	13.1	12.2	16.0	14.8	15.3
30 - 40	15.0	8.3	3.0	17.6	13.1	15.2	15.8	18.1	20.8	16.5
40 - 50	15.2	11.1	6.2	14.9	11.8	16.3	16.2	19.0	20.3	16.5
50 - 60	11.8	12.5	6.9	12.5	12.3	15.5	17.0	18.7	18.4	14.9
60 - 70	8.8	9.8	5.9	12.5	10.1	15.4	18.2	18.7	18.5	15.0
70 - 80	7.4	8.4	5.7	15.2	9.5	13.6	19.2	15.3	16.8	14.0
80 - 90	7.5	4.1	5.2	22.4	6.9	12.3	20.2	15.55	13.4	13.5
90 - 100	8.6	4.4	4.2	23.9	4.5	8.6	25.1	15.1	12.1	12.0
Total	101.3	72.8	49.7	155.0	92.0	133.5	157.7	162.0	159.8	140.4

Anexo 7 Contenido de agua del suelo en % del volumen total. Para 10 parcelas permanentes de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta una profundidad de 1 m. 22 de febrero de 1982.

Profundidad (cm)	PPR6	PPR7	PPR8	PPR12	PPR13	PPR14	PPR18	PPR19	PPR20	PPR21
0 - 10	4.6	2.4	2.2	7.9	4.5	8.2	7.2	8.3	8.8	15.4
10 - 20	6.2	3.6	2.7	9.0	6.7	11.6	10.1	10.4	11.1	18.9
20 - 30	7.5	5.9	2.6	11.7	8.3	13.4	12.5	13.3	13.9	17.4
30 - 40	10.2	8.1	3.2	13.2	10.4	15.7	13.6	17.1	18.6	16.1
40 - 50	12.5	9.9	3.5	12.6	13.8	14.9	14.6	17.9	17.9	15.5
50 - 60	12.3	8.9	4.8	11.6	14.4	13.3	13.0	16.5	15.8	14.6
60 - 70	10.6	7.4	5.2	11.7	12.6	12.2	12.3	15.8	15.6	15.0
70 - 80	7.7	4.5	7.3	12.8	13.4	11.5	12.8	15.0	16.2	15.3
80 - 90	7.2	3.8	5.6	15.0	9.4	10.2	14.4	13.6	11.9	12.0
90 - 100	6.2	3.2	3.4	20.4	6.7	9.3	18.1	13.1	10.0	11.3
Total	84.9	57.7	40.3	125.8	100.3	120.3	128.4	140.9	139.8	151.3

Anexo 8 Contenido de agua del suelo en % del volumen total. Para 10 parcelas permanentes de la Reserva Forestal de Caparo. Hasta 1m. de profundidad. 26 de abril de 1982.

Profundidad (cm)	PPR6	PPR7	PPR8	PPR12	PPR13	PPR14	PPR18	PPR19	PPR20	PPR21
0 - 10	28.9	17.3	19.2	39.5	30.0	38.6	26.5	34.3	39.5	36.0
10 - 20	29.7	25.2	20.0	37.7	32.3	41.1	30.3	37.7	40.2	42.6
20 - 30	26.7	26.0	21.6	37.8	31.2	37.5	30.5	38.4	33.6	40.2
30 - 40	28.8	26.4	23.1	36.3	31.2	38.9	33.0	35.5	36.5	36.6
40 - 50	29.9	26.3	22.7	36.5	31.2	35.5	29.3	35.4	36.2	35.4
50 - 60	31.4	26.9	22.8	32.9	32.2	34.4	26.7	34.1	34.9	35.1
60 - 70	25.6	28.0	21.1	30.2	29.7	32.5	24.8	33.2	33.8	34.1
70 - 80	14.1	21.6	19.2	26.0	23.4	23.8	22.4	27.0	23.5	30.0
80 - 90	7.7	13.8	15.0	18.6	13.2	13.6	16.3	18.5	15.0	23.4
90 - 100	7.0	9.1	9.5	21.0	10.5	11.2	12.2	14.8	12.1	19.2
Total	229.8	220.4	194.1	316.3	264.8	307.1	251.9	308.8	305.1	332.6

Anexo 9

A1) ORDENAMIENTO MULTIDIMENSIONAL DE LOS ANALISIS QUIMICOS

El ordenamiento como un arreglo de unidades en un orden unidimensional, muchas veces es considerada como una alternativa de clasificación (Mueller Dombois - Elleberg, 1973).

La técnica de ordenamiento consiste en ubicar la posición de las comunidades en un sistema de gráficos de uno o más ejes (McIntosh, 1963; Cox, 1970). Esta técnica tal como lo plantea Goldsmith permite utilizar tanto especies como factores medio-ambientales.

Las diferencias entre las muestras, analizadas con la técnica de ordenamiento, permite caracterizar las diferencias como continuas (Teoría del continuum) y discontinuas (Teoría organismal).

Es necesaria una estandarización de los valores de los elementos químicos. Para esto cada calicata se le calcula un índice a partir de los datos del Anexo 1 (excepto el fósforo que se tomó en ppm de solución).

A1.1 Estandarización

Los valores en meq/100 grs de suelo o porcentaje son llevados a valores relativos. A manera de ejemplo se toman los valores de CIC de la PPR 3.

Profundidad	CIC Meq/100 gr	Valores relativos
0 - 5	0.5	34.3
5 - 15	4.3	17.3
15 - 30	3.5	14.1
30 - 60	3.5	14.1
60 - 100	2.5	10.1
100 - 150	2.5	10.1
Total	24.8	100.0

Esta misma operación se realiza para cada uno de los elementos químicos que se analizan.

Con los valores relativos de cada elemento es calculado un índice de valores relativos.

Siguiendo con el ejemplo se toman los valores relativos de la PPR3. Para 5 elementos del suelo.

Profundidad	BASES CAMBIABLES					Indice de elementos químicos
	Ca	Mg	Na	K	CIC	
0 - 5	28	29	16.6	7.1	34.4	115.0
5 - 15	28	19	5.5	3.8	17.3	73.6
15 - 30	18	11	5.5	46.4	14.1	95.0
30 - 60	17	13	5.5	33.8	14.1	83.4
60 - 100	6	18	11.1	4.6	10.1	49.8
100 - 150	3	10	55.6	4.2	10.1	82.9
Total	100	100	99.8	99.9	100.0	499.7

Los factores estandarizados se llevan a un cuadro resumen (Cuadro A-1). Con esta información se procede a calcular el índice de similitud.

Al.2. Calculando el índice de similitud

Este es llamado también índice de comunidad o índice de semejanza. La forma utilizada en este trabajo fue:
$$IC = \frac{2 \cdot w}{A + B} \times 100$$

A = Suma de los valores de la PPR A

B = Suma de los valores de la PPR B

W = Sumatoria del menor valor de los PPR en comparación

Del cuadro se han tomado los valores de las PPR3 y PPR4, para calcular su índice de semejanza.

Profundidad (cm)	PPR3	PPR4	... PPRN
0 - 5	141	175	
5 - 15	110	120	
15 - 30	155	74	
30 - 60	120	85	
60 - 100	73	111	
100 - 150	99	134	
	698	699	... ≈ 700

Los menores valores entre las dos PPR son para cada profundidad (cm):

Profundidad (cm)	
0 - 5	141
5 - 15	110
15 - 30	74
30 - 60	85
60 - 100	73
100 - 150	99
Total	582

Cuadro A.1 Resumen de los índices de valores relativos para 7 elementos químicos del suelo (N, P, CIC, Ca, Na, K Mg) de la Reserva Forestal de Caparo.

	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0 - 5	141.13	175.44	231.03	152.79	221.81	142.62	273.35	148.45	237.27	175.8	311.29	184.62	105.73
5 - 15	110.43	120.34	108.10	110.46	125.99	126.12	105.50	186.47	70.09	118.36	102.81	110.11	242.27
15 - 30	155.39	73.65	86.23	109.02	125.25	107.69	89.66	93.04	94.29	88.81	96.85	85.13	82.34
30 - 60	120.43	84.89	94.37	71.54	124.71	89.47	81.36	109.43	129.93	141.29	76.03	168.60	76.63
60 - 100	73.33	111.06	122.67	68.92	58.33	99.39	65.87	81.69	99.30	65.30	71.15	66.29	66.92
100 - 150	99.09	134.41	57.41	187.06	43.51	134.52	84.08	80.68	68.88	110.28	41.68	8.02	1255.96

	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30	31
0 - 5	309.21	149.18	287.00	242.97	261.88	231.61	191.55	176.11	290.08	196.43	156.08	258.53
5 - 15	90.13	166.60	68.12	112.33	120.03	142.44	220.65	127.32	82.67	104.96	106.59	132.28
15 - 30	96.34	100.66	71.40	82.31	107.33	85.37	108.91	122.37	96.58	89.89	115.28	101.21
30 - 60	59.19	97.48	59.49	63.68	97.15	96.34	74.04	140.29	84.92	174.64	124.31	114.45
60 - 100	74.84	75.5	80.21	140.95	60.61	98.30	51.94	82.84	77.29	64.53	54.60	29.74
100 - 150	70.08	110.44	60.55	57.58	52.78	45.65	52.72	51.42	68.25	69.36	31.54	63.66

El valor de $w = 582$. Se está ahora en condición de aplicar la fórmula para calcular el índice de semejanza (IC)

$$IC = \frac{2w}{A + B} = \frac{2 \times 282}{698 \times 699} \times 100 = 83$$

Los valores calculados para cada par de parcelas son colocados en una matriz (mitad superior). La mitad inferior es utilizada para colocar los respectivos índices de disimilitud.

PPR	3	4	6	7	..	n
3		83				
4	17					
6						
7						
Indice de disimilitud.	:					
n						

La matriz para los cálculos del ordenamiento ejemplo son los del Cuadro A.2. El índice de disimilitud (ID) es calculado de la siguiente manera:

$$ID = 100 - IC$$

El programa para HP 33C que calcula Índice de Similitud e índice de disimilitud es el siguiente:



```

01      2
02      X
03      1
04      0
05      0
06      X
07      STO 0
08      R/S
09      +
10      STO 1
11      RCL 0
12      RCL 1
13      ÷
14      R/S
15      100
16      -
17      CHS
18      STO 0 0

```

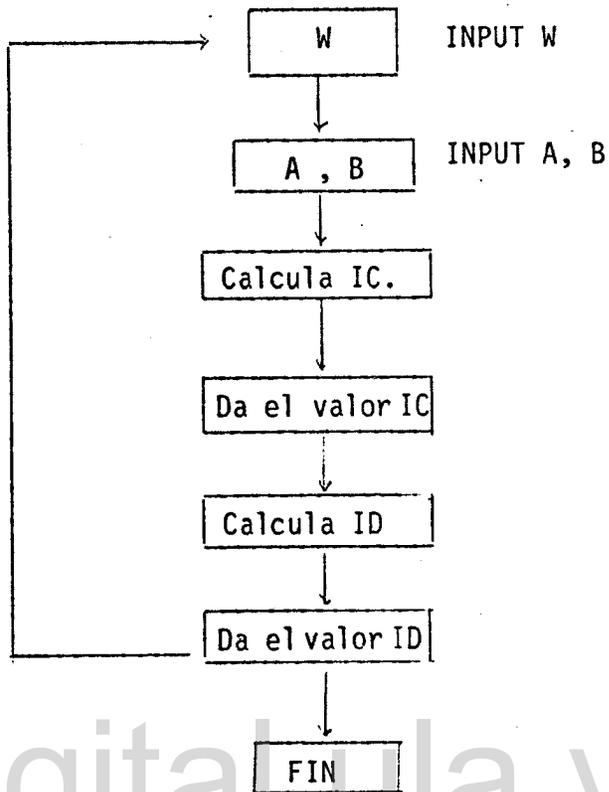


Diagrama de Bloques

Entrada de Datos:

- 1) Se inicia el programa con el valor de W
- 2) Se detiene el programa esperando valores de A y B. Estos entran de la siguiente manera:

Valor de A

ENTER

Valor de B

- 3) El programa nuevamente se detiene para dar el cálculo de Índice de similitud.
- 4) Se activa nuevamente el programa.
- 5) Da el valor de Índice de disimilitud.

AI.3. Ordenamiento

El cálculo de ordenamiento se inicia, ubicando las parcelas de referencia (inicial A y final B).

A la parcela que presente la mayor sumatoria de índices de disimilitud se asigna como PPR "A" (punto inicial). El punto final se escoge entre las PPR que tengan menor sumatoria de Índices de disimilitud y que presente una mayor disimilitud con la PPR inicial A.

En este caso se escogió la parcela 16 como punto A y la PPR 6 como punto B.

AI.3.1. Cálculo de X.

Se procede al cálculo del primer eje de coordenada, aplicando la fórmula para calcular $X = \frac{L^2 + DA^2 - DB^2}{2L}$

L = Índice de disimilitud entre las PPR A y PPR B.

DA= Índice de disimilitud entre PPRa y LA PPR en comparación.

DB= Índice de disimilitud entre PPRB y la PPR en comparación.

El programa para calcular "X" en calculadora HP 33 C, es el siguiente:

01 $g X^2$
 02 STO \emptyset
 03 R/S
 04 $g X^2$
 05 -
 06 L^2
 07 +
 08 2 L
 09 \div
 10 R/S
 11 $g X^2$
 12 STO 1
 13 RCL \emptyset
 14 RCL 1
 15 -
 16 GTO $\emptyset \emptyset$

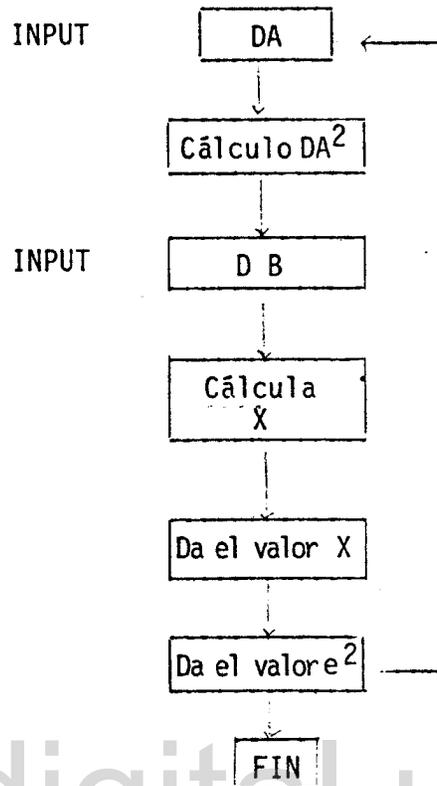


Diagrama de Bloques

- 1) Se inicia el programa con el valor DA (disimilitud de la PPR "A" y la PPR comparada).
- 2) Se activa nuevamente el programa con el valor DB.
- 3) Se detiene el programa. Dando el valor X.
- 4) Al activar nuevamente el programa, nos da el valor de " e^2 " que se utiliza para ubicar el punto inicial A' para el cálculo del eje de coordenada " Y ".

Cuadro A.3 Ejes de ordenamiento para 25 PPR, en base a 7 elementos químicos del suelo.

O r d e n a m i e n t o

PPR N°	X	e j e s Y	Z
3	16.52	0	26.01
4	17.68	7.36	23.66
6	28.97	11.96	12.81
7	12.63	5.69	26.86
8	26.93	11.19	16.03
9	14.44	4.92	28.13
10	24.01	11.22	13.22
11	12.68	11.37	28.36
12	31.68	7.05	9.09
13	17.04	5.47	24.38
14	29.31	15.1	8.40
15	21.31	7.19	20.63
16	0.0	17.06	38.23
18	28.80	13.18	7.20
19	11.54	9.29	29.31
20	33.6	15.53	0.0
21	29.79	1.15	11.05
24	27.25	14.38	12.46
25	2.48	15.90	15.94
26	12.48	22.96	26.92
27	23.6	8.99	19.48
28	28.85	11.83	8.05
29	24.82	8.74	17.41
30	24.96	6.05	21.28
31	26.90	13.87	13.57

Al.3.2. Cálculo de Y.

Con la ayuda de una "bondad de ajuste"; $e^2 = DA^2 - X^2$ (Poornest of fit) se procede a ubicar la PPR A'.

En este caso como A' se escogió la PPR3, como punto B (final) se escogió la PPR20.

Se aplica la ecuación para calcular "Y".

$$Y = \frac{(L^1)^2 + (DA^1)^2 - (DB^1)^2}{2 L'}$$

Al.3.3 Cálculo de otros ejes

Para calcular otros ejes se sigue el mismo procedimiento. A" será el que tenga el mayor valor de la suma de $eX^2 + eY^2$. B" será el más disimil.

Los resultados de estos cálculos están en el Cuadro A-3.

Al.3.4. Test estadístico de ordenamiento

Utilizando números al azar se toman pares de PPR. Para cada par seleccionado se calcula su intervalo de ordenamiento, dado por

$IO = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}$ este será el valor X de correlación; el índice de disimilitud será el valor Y.

En este caso la correlación para las coordenadas X, Y resultó ser $r = 0.70$; la correlación para los ejes Z/Y/X fue $r = 0.84$. Se aplica "t" de Student.

El ordenamiento tridimensional resultó tener una mayor correlación, por esta situación es que se utilizó en el análisis de resultados.

Anexo 10 Contenido de Calcio (kg/ha) en suelo (0-100 cm) en 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. cm	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0 - 5	269	214	1591	184	1028	300	1989	421	1193	360	1823	1248	345
5 - 15	629	848	812	133	506	443	1041	914	129	310	750	1344	2219
15 - 30	601	515	344	111	758	521	963	514	666	1027	988	1304	551
30 - 60	1113	1163	1420	309	779	1224	1467	245	599	1862	1517	1697	644
60 - 100	497	944	2739	761	459	979	1211	1388	1344	672	1242	1043	544
	3109	3684	6906	1498	3530	3467	6671	3482	3931	4231	6320	6636	4303
18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30			
2718	508	3580	1151	1542	700	496	551	934	600	570			
306	700	1099	656	486	784	995	775	168	429	715			
414	710	643	335	363	269	835	711	207	344	826			
883	1075	1027	447	599	734	597	689	431	549	782			
1148	697	2496	415	398	398	342	699	492	732	136			
5469	3687	8845	3004	3388	2885	3265	3425	2232	2554	3029			

Anexo 11 Contenido de Potasio (kg/ha) en suelo (0-100 cm, en 24 PPR de teca de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. (cm)	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0 - 5	40	58	51	25	71	27	59	47	47	48	140	50
5 - 15	48	68	*81	45	100	68	71	150	28	50	129	85
15 - 30	877	154	88	68	106	88	106	113	99	74	142	106
30 - 60	1310	484	130	110	176	130	248	283	158	355	226	423
60 - 100	232	413	346	147	132	173	196	341	282	144	275	499
	2507	1177	696	395	585	486	680	934	614	671	912	1163
16	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30	
31	114	47	178	94	66	137	52	36	118	46	72	
135	59	104	98	92	120	112	61	61	59	206	92	
97	97	122	288	99	141	48	53	172	97	133	138	
315	187	244	355	171	266	245	105	315	220	194	829	
312	268	265	347	251	196	218	151	86	234	330	259	
890	725	782	1266	707	789	760	422	670	728	909	1390	

Anexo .12 Contenido de Sodio (kg/ha) en suelo (0-100 cm) de 24 PPR de teca de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. (cm)	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0 - 5	4	5	60	63	60	5	5	3	5	5	6	
5 - 15	3	13	141	57	135	18	14	59	1	11	3	
15 - 30	5	5	108	75	234	20	16	17	26	12	16	
30 - 60	10	46	850	250	468	43	32	34	351	86	24	
60 - 100	25	334	826	588	246	102	56	42	138	30	28	
	47	403	1985	1033	1143	188	123	155	521	144	77	
15	16	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30
5	3	5	5	10	4	4	1	3	5	4	5	3
8	11	14	10	10	7	3	8	12	11	8	8	7
16	11	20	22	15	5	11	6	10	16	16	11	25
32	23	24	46	43	20	23	24	8	23	33	41	69
32	33	44	82	109	41	28	39	13	31	31	14	15
93	81	107	165	187	77	69	78	46	86	92	79	119

101

Anexo 13. Contenido de Nitrógeno (kg/ha) en el suelo (0-100 cm) en 24 PPR de teca de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. (cm)	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0 - 5	36	116	104	55	105	77	114	84	117	75	150	
5 - 15	95	146	120	116	105	171	120	144	140	112	165	
15 - 30	102	110	135	218	135	163	135	168	158	24	156	
30 - 60	210	198	192	174	270	48	180	192	180	96	192	
60 - 100	280	132	192	250	168	256		240	300		192	
	723	702	743	813	783	715	549	828	895	307	855	
15	16	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30
109	65	104	90	163	150	72	77	84	117	65	77	85
202	240	105	182	112	204	84	128	65	171	60	90	117
186	135	158	216	126	197	105	144	78	186	180	113	153
256	199	250	272	272	234	168	112	168	187	248	180	192
	864	713	952	913	1048	609	557	551	931	787	595	547

Anexo 14 Contenido de Magnesio (Kg/ha) en suelo (0-100 cm) en 24 PPR de teca de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. (cm)	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0 - 5	33	64	34	33	32	54	56	50	116	40	159	79
5 - 15	50	50	75	29	72	114	94	122	36	61	176	205
15 - 30	43	129	56	42	123	155	174	175	304	209	413	272
30 - 60	99	192	446	140	248	336	365	350	586	318	992	854
60 - 100	194	230	429	312	128	620	824	176	823	528	1324	1324
	419	665	1041	556	603	1279	1513	873	1865	1156	3064	2716
16	18	19	20	21	24	25	26	27	28	29	30	
61	63	70	39	71	26	94	55	40	46	67	42	
150	111	221	184	80	77	117	256	183	32	83	93	
226	299	365	378	131	111	161	45	272	52	86	193	
538	469	914	526	258	198	469	179	518	262	239	414	
432	880	918	2074	637	118	241	123	574	192	150	80	
1407	1822	2488	3201	1177	530	1082	658	1584	584	625	822	

Anexo 15 Contenido de Fósforo soluble (kg/ha) el suelo de 24 PPR de Teca de la Reserva Forestal de Caparo.

PPR Prof. (cm)	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0 - 5	10	6	19	6	26	4	9	4	4	8	10	
5 - 15	37	31	14	59	56	6	3	5	8	11	6	
15 - 30	153	9	36	57	59	7	7	7	5	7	5	
30 - 60	378	50	43	17	90	14	14	14	14	10	10	
60 - 100	280	125	134	12	62	19	19	18	18	24	13	
	858	221	246	151	203	50	52	48	49	60	44	
15	16	18	19	20	21	24	25	26	27	29	29	30
10	14	34	2	28	4	27	13	4	6	9	6	8
11	6	5	7	6	10	15	18	52	6	17	18	15
7	9	5	5	2	9	21	17	47	9	18	32	18
9	5	14	19	10	13	32	34	27	18	14	32	19
13	27	26	14	20	204	39	123	39	25	25	66	96
50	61	84	47	66	240	134	205	169	64	83	154	156

Anexo 16.

Ordenamiento bidimensional para 6 elementos químicos de suelo (P, Mg, K, N, Na y Ca) de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo.

Estos ordenamientos no aportan mayor información que la obtenida con el ordenamiento tridimensional analizado en los resultados.

Se nota una agrupación de parcelas de Categoría I de calidad de sitio grupo B.

www.bdigital.ula.ve

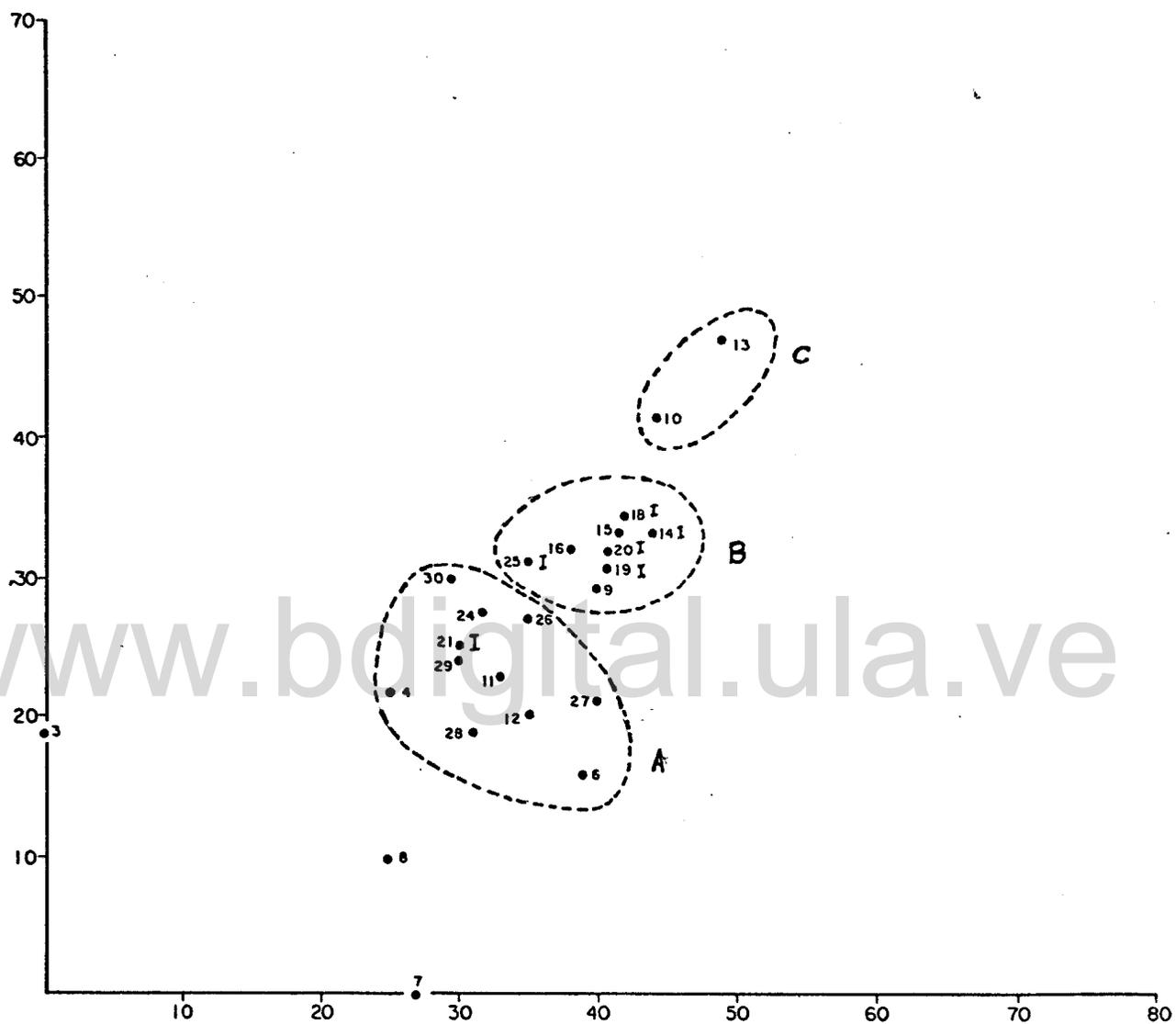


Figura Ordenamiento bidimensional, incluye 6 elementos (P, Mg, K, Na, N y Ca) del suelo de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo.

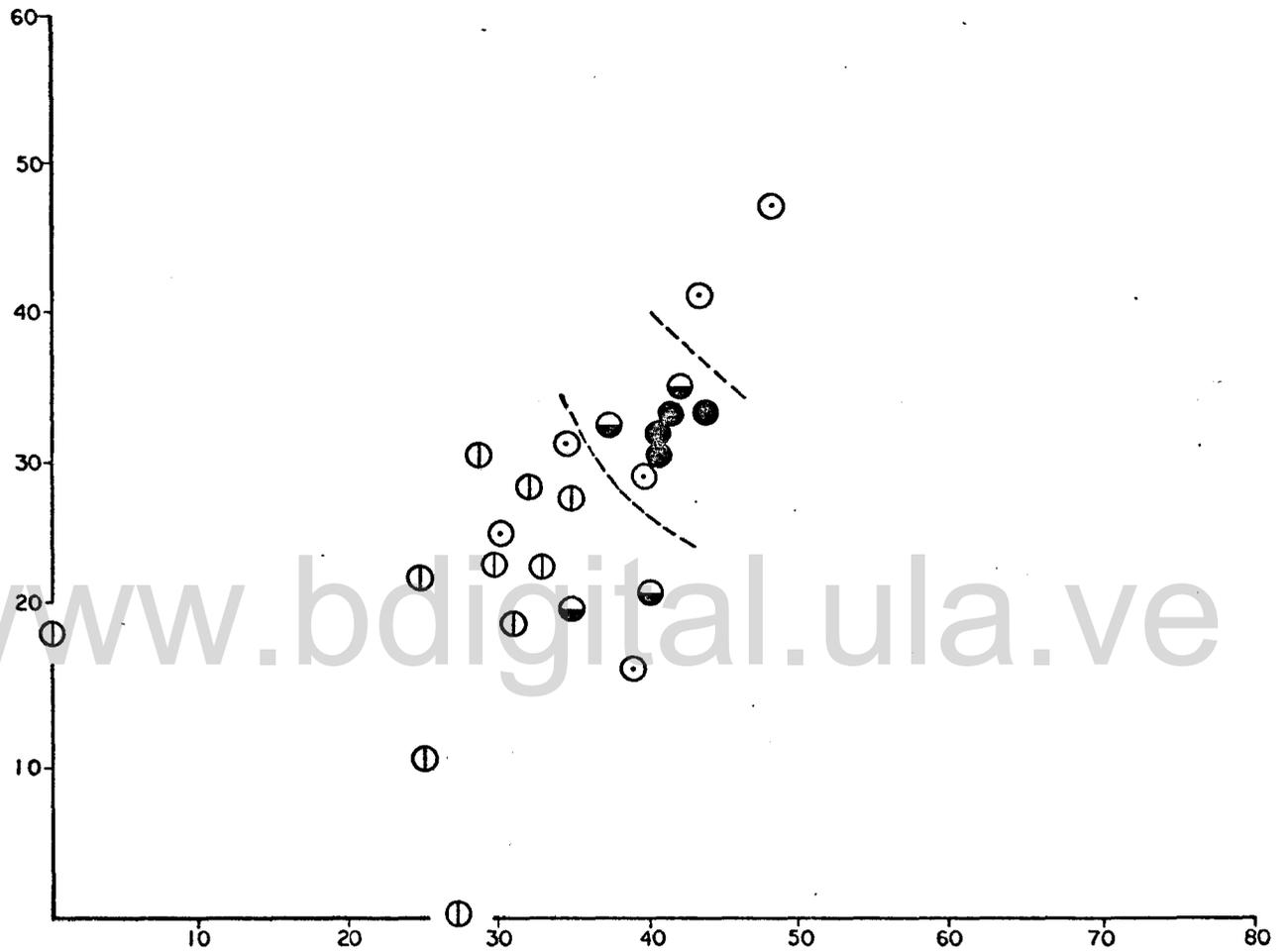


Figura Ordenamiento x/y para Magnesio del suelo de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, los círculos corresponden a 4 categorías cuantitativas (kg/ha): ○ = 400 - 1000; ⊙ = 1000 - 1500; ◐ = 1500 - 2000 y ● = > 2000.

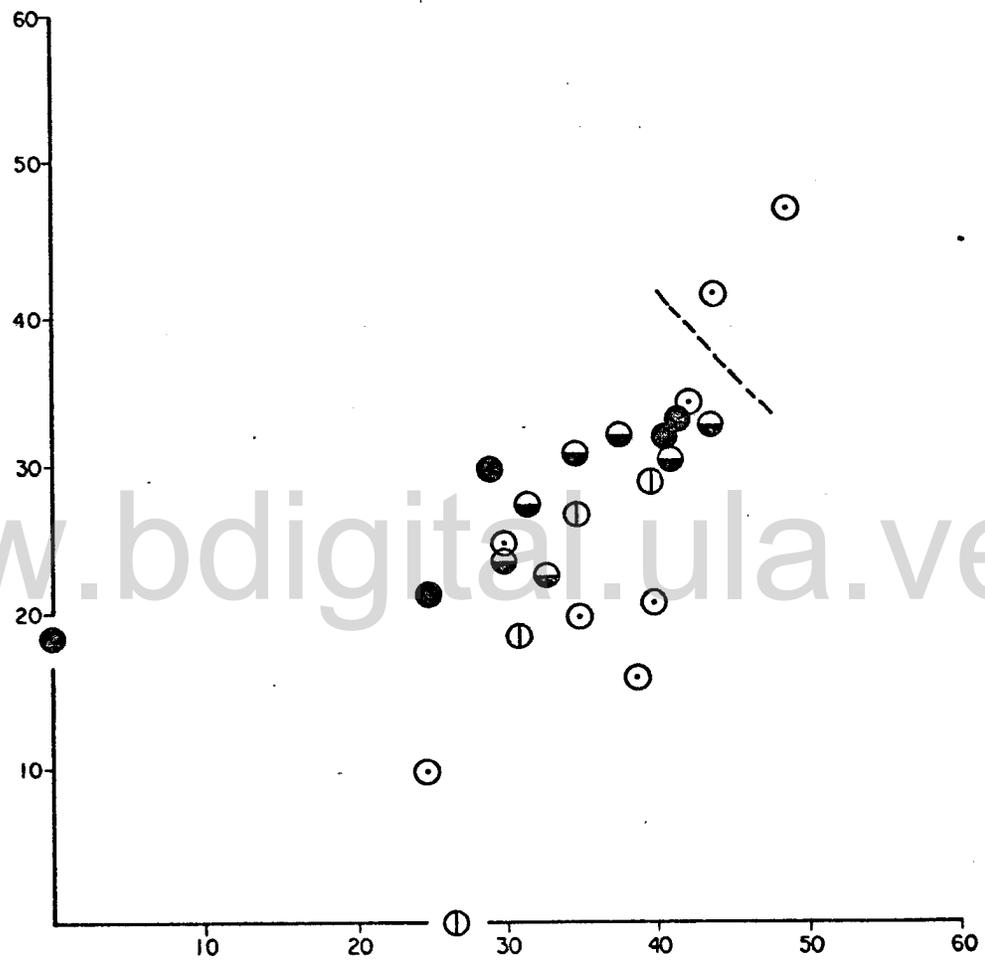


Figura Ordenamiento x/y para Potasio, se analizan 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, los valores cuantitativos representados (kg/ha) son: ○ = 500; ○ = 500-750; ◐ = 750-1000 y ● = > 1000.

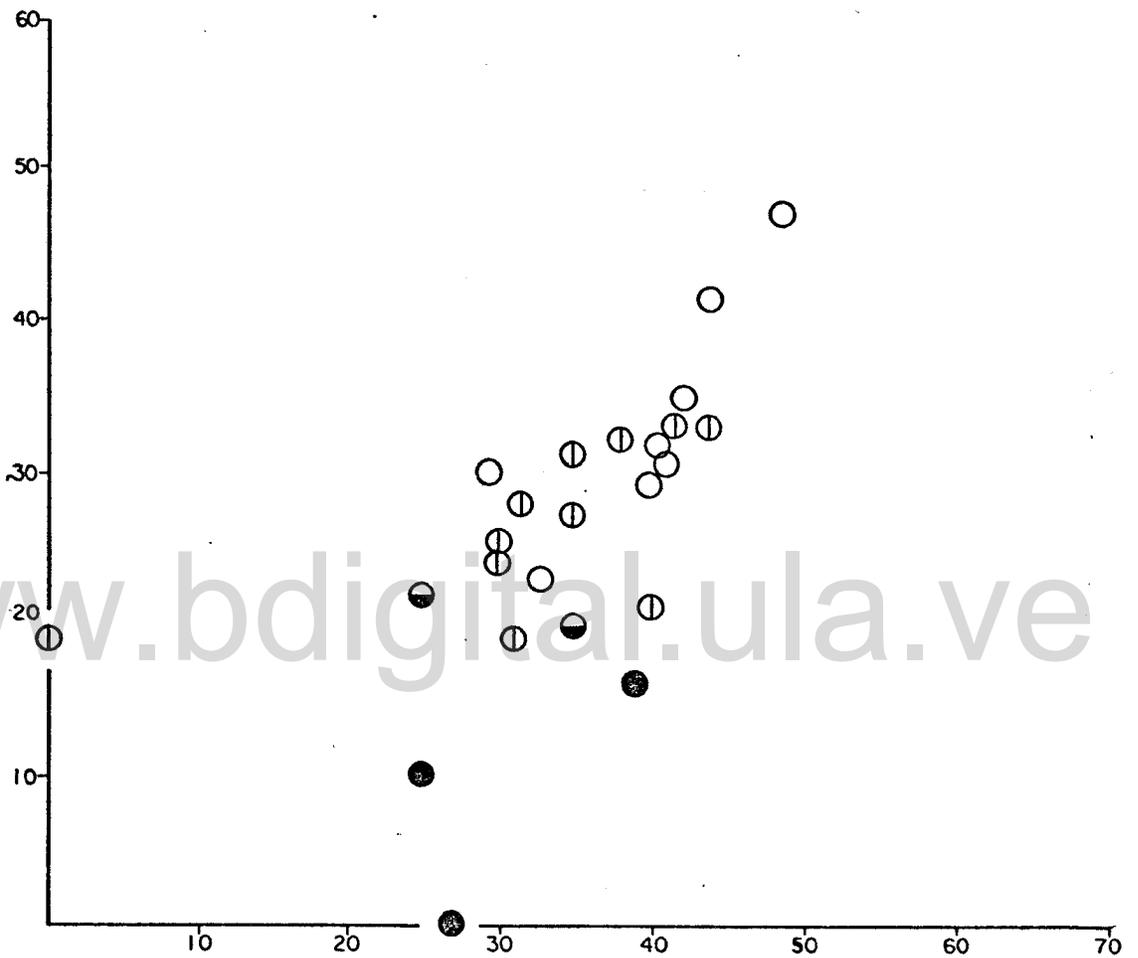


Figura Ejes x/y de ordenamiento para Sodio del suelo de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, simbología en (kg/ha): ○ = 0-100; ○ = 100-200; ○ = 200-600 y ● = > 600.

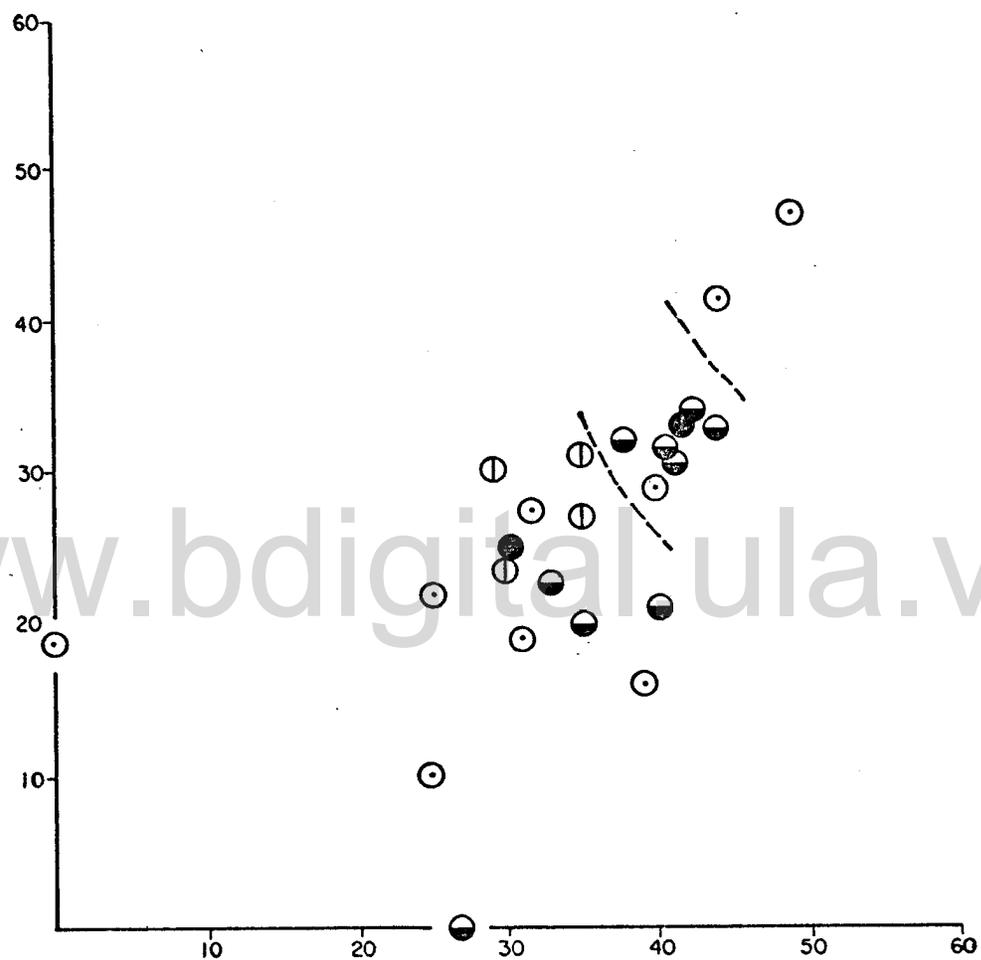


Figura Ordenamiento x/y para Nitrogeno de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, la simbología (kg/ha) es la siguiente:
 ○ = < 600; ⊙ = 600 - 800; ◐ = 800-1000; ● = > 1000.

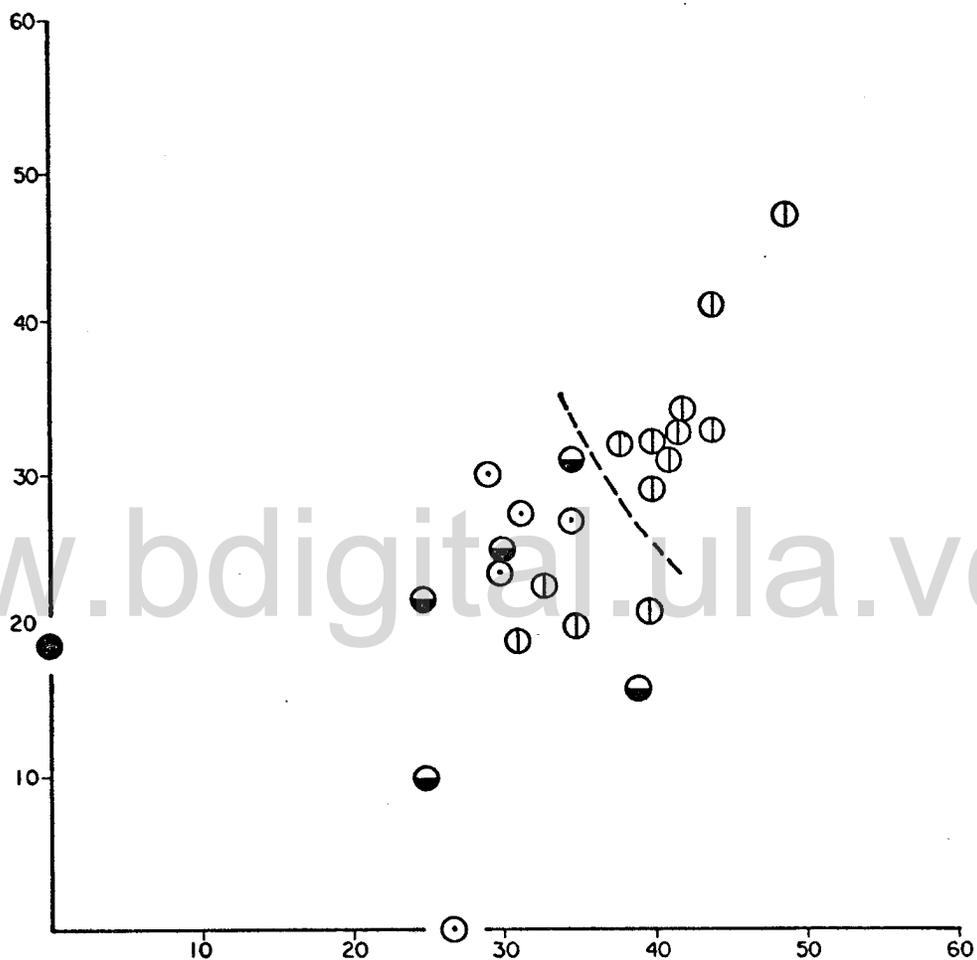


Figura Ordenamiento x/y para fósforo soluble de 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, datos cuantitativos en (kg/ha) con la siguiente simbología: ○ = 0-100; ◐ = 100-200; ◑ = 200-300; ● = ≥ 300.

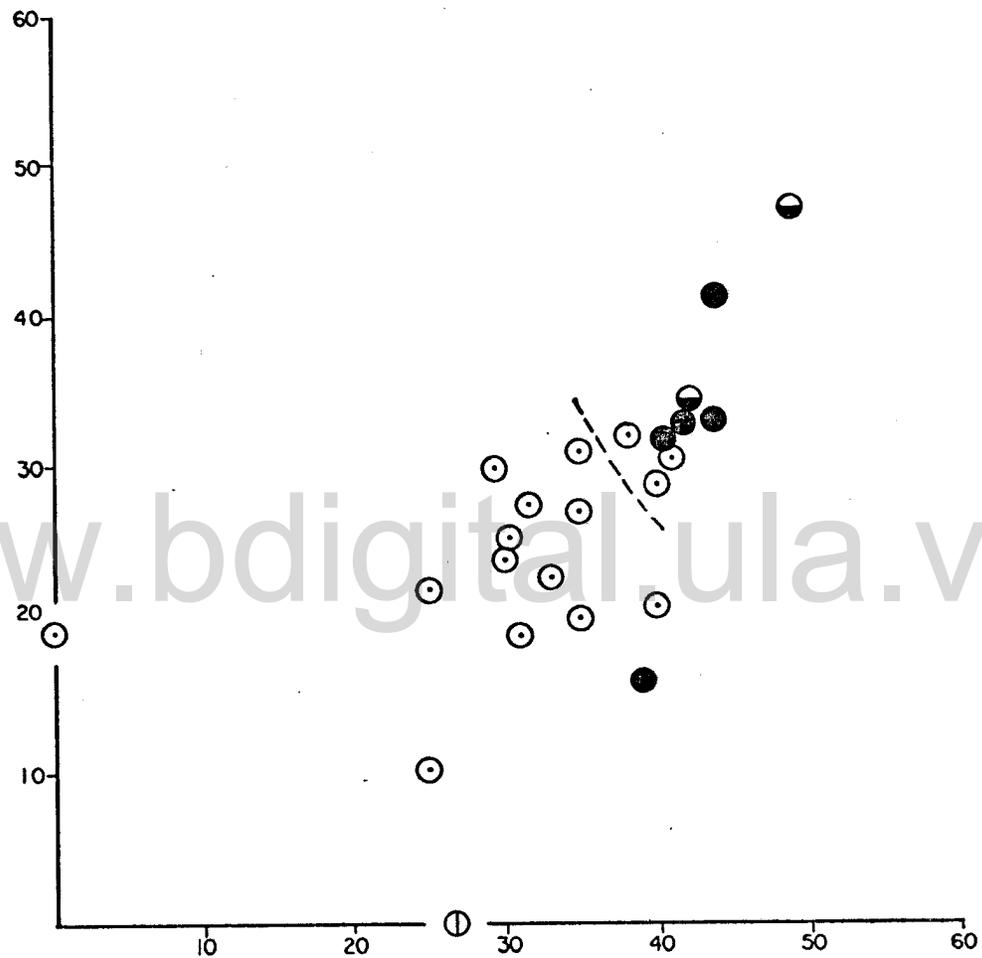


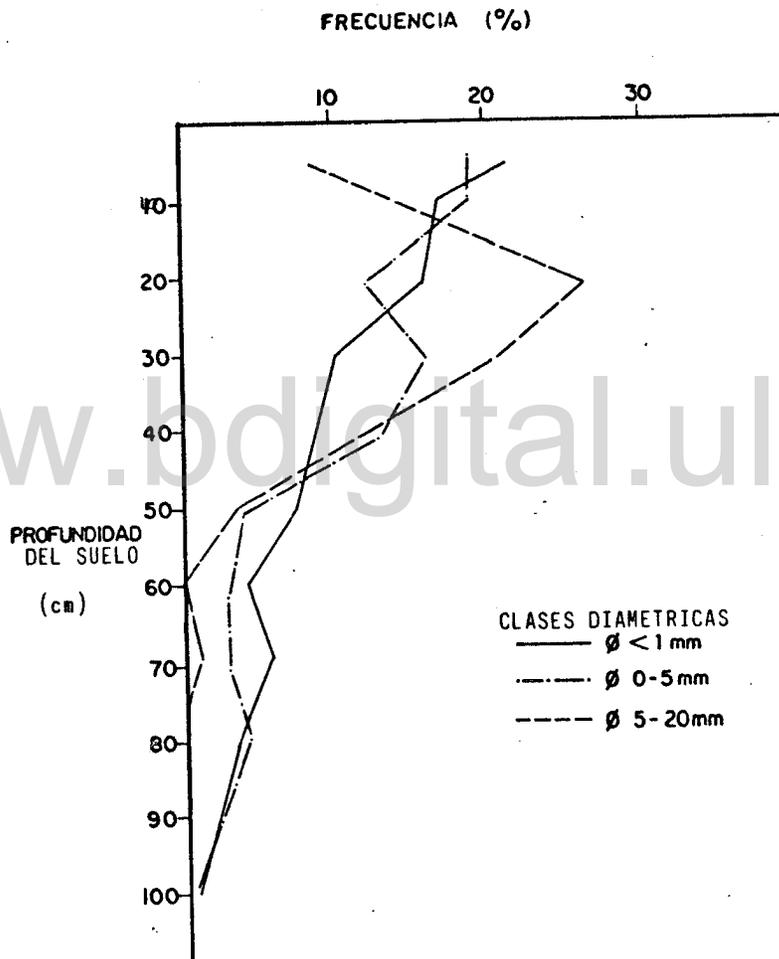
Figura Ordenamiento bidimensional para Calcio en 24 PPR de la Reserva Forestal de Caparo, la simbología (kg/ha) empleada es:
 ⊕ = < 2000 ; ⊖ = 2000 - 4000 ; ⊗ = 4000 - 6000 y ● = > 6000.

Anexo 17 Densidad aparente del suelo (0-150 cm de profundidad), en 25 parcelas permanentes. Reserva Forestal de Caparo.

Profundidad	PPR3	PPR4	PPR6	PPR7	PPR8	PPR9	PPR10	PPR11	PPR12	PPR13	PPR14	PPR15	PPR16
0 - 5	1.2	1.4	1.3	1.1	1.4	1.4	1.2	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3
5 - 30	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.6	1.5	1.6	1.5
30 - 60	1.4	1.7	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5
60 - 100	1.4	1.7	1.6	1.6	1.4	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7
100 - 150	1.4	-	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	-	1.4	1.4	1.6	1.5

Profundidad	PPR17	PPR18	PPR19	PPR20	PPR21	PPR24	PPR25	PPR26	PPR27	PPR28	PPR29	PPR30
0 - 5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.2	1.3	1.1	1.4	1.3
5 - 30	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6	1.3	1.6	1.5	1.5	1.5
30 - 60	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.3	1.5	1.6	1.5	1.6
60 - 100	1.7	1.6	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.5	1.7
100 - 150	1.6	1.5	1.4	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.5	1.3	1.4

ANEXO 18



Raíces de Teca y de Hibanthus sp. Distribución de frecuencias por clase diamétrica.