

SYST  
A6 P45

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES  
CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES DE POSTGRADO  
PROGRAMA DE MANEJO DE BOSQUES

EVALUACION DE UNA PLANTACION DE APAMATE

"METODO CAPARO" MEDIANTE TECNICAS MULTIVARIANTES.

Por Ing. For. José A. Peña S.

Profesor Tutor: Mauricio Jerez R. (M. Sc.)

S E R B I L L A  
Tulio Febres Cordero

DEDICACION

ASESORES: Dr. Lawrence Vincent.  
Prof. Delfina Padilla.

Trabajo de grado presentado  
como requisito parcial para  
optar al título de Magister  
Scientiae en Manejo de Bosques.

Mérida-Venezuela  
Abril de 1996

## **DEDICATORIA**

**A mis padres, José Encarnación y Angeliana del Rosario.**

**A mi esposa Nelly.**

**A mis hijos, Gabriel, Dillana, Virginia y Andrea.**

**A mis Hermanos, Gaudis, Gerardo, Carlos, Betty, Leyda y en especial a Ada.**

**A mis primos, amigos y cuñados.**

**GRACIAS POR SU PRESENCIA EN MI VIDA**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN) por brindarme la oportunidad.

Al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes por el apoyo brindado al financiar el presente trabajo.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Profesor Mauricio Jerez R. por su incondicional ayuda tutorial y consejos oportunos que permitieron orientar correctamente el presente trabajo.

Al Dr Lawrence Vincent y la Profesora Delfina Padilla por su valiosa y acertada colaboración en el asesoramiento del trabajo.

Al personal directivo, administrativo y obrero del Centro de Estudios Forestales de Postgrado, en especial a José (Cheo), Laura y Germán por la atención prestada.

Al personal de campo del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

Finalmente el autor desea expresar su agradecimiento a todos aquellos que creyeron esto posible.

Muchas Gracias.

## RESUMEN

### EVALUACION DE UNA PLANTACION DE APAMATE (*Tabebuia rosea*) "METODO CAPARO" MEDIANTE TECNICAS MULTIVARIANTES

El presente trabajo consistió en aplicar las técnicas estadísticas de análisis multivariante apropiadas, a fin de analizar y conocer la influencia de un conjunto de factores edáficos y de técnicas de implantación en el desarrollo del apamate (*Tabebuia rosea*) plantado bajo el "Método Caparo".

El estudio propuesto se realizó en el ensayo tipo de plantón LE-7402 de apamate, establecido en el año 1974, mediante el programa de investigación ULA-CORPOANDES. Este ensayo presenta un diseño experimental en bloques completos al azar y se incluyen en él seis tipos de técnicas de implantación, que conjuntamente con las características de los suelos, la competencia y la información de tipo biológico de la especie, conforman el grupo de variables de estudio. El ensayo se encuentra ubicado en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, al suroeste del Estado Barinas, Venezuela.

Para el estudio se recolectó en el campo datos de tipo cualitativo y cuantitativo. La organización, procesamiento y análisis de los datos, se llevó a cabo mediante técnicas multivariantes de análisis factorial discriminante (AFD), análisis de componentes principales (ACP), análisis de regresión múltiple (ARM) y análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).

El AFD, fue utilizado para conocer si las diferentes profundidades de muestra de las variables edáficas consideradas, corresponden a diferencias reales o solo a una división subjetiva. El ACP, se aplicó con el fin de generar un grupo pequeño de variables edáficas que puedan expresar la información del conjunto original de datos y eliminar variables que aportan poca información, para así, seleccionar las más adecuadas en estudios y análisis similares posteriores. La regresión múltiple aplicada en la presente Investigación, buscó explicar el comportamiento del apamate (*Tabebuia rosea*) con base en los componentes principales de las variables edáficas en las tres profundidades de muestra y un indicador de la competencia; el AFCM se aplicó con el fin de detectar las interrelaciones resultantes entre las categorías de las variables técnicas de implantación, índice de competencia, tipo de suelo y describir la relación entre éstas y las variables respuesta (sobrevivencia, altura, diámetro y área basal).

Con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos en la Investigación, se analizaron los resultados de cada uno de los métodos multivariantes aplicados y se elaboraron los modelos estadísticos correspondientes.

De los resultados del AFD se deduce que existen diferencias reales en cuanto a las características físicas y químicas de las tres profundidades de muestras de suelos analizadas. El ACP conjuntamente con el ARM mostraron que la textura del suelo y los elementos químicos como nitrógeno, materia orgánica, calcio y fósforo son las variables edáficas que más influyen en el comportamiento en cuanto a crecimiento de altura, diámetro y área basal del apamate plantado bajo el Método Caparo. Los resultados obtenidos del AFCM indican que las técnicas de implantación que presentan tipo de plantón en stump, son las mejores en relación a la altura, diámetro, área basal y presentan la mayor sobrevivencia.

## CONTENIDO

	Pág
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	4
III HIPOTESIS	5
IV ANTECEDENTES	6
V REVISION DE LITERATURA	10
VI DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	17
VII METODOLOGIA	22
7.1. Delimitación del área de estudio	22
7.2. Esquema general para la toma de datos	22
7.2.1. Trabajo de campo	22
7.2.2. Procedimiento para la organización y análisis de datos (análisis estadístico)	28
VIII RESULTADOS Y ANALISIS	32
8.1. Estadísticas básicas de las variables en estudio	32
8.2. Análisis factorial discriminante (AFD)	41
8.3. Análisis de componentes principales (ACP)	47
8.3.1. ACP para la primera profundidad de muestra de suelos (P1) de 0 - 30 cm	48
8.3.1.1. Número de componentes a retener	48
8.3.1.2. Estudio de las variables	52
8.3.1.3. Análisis de gráficos	53
8.3.2. ACP para la segunda profundidad de muestra de suelos(P2) de 30 - 60 cm	57
8.3.2.1. Número de componentes a retener	57
8.3.2.2. Estudio de las variables	59
8.3.2.3. Análisis de gráficos	61
8.3.3. ACP para la tercera profundidad de muestra de suelos (P3) de 60 - 90 cm	65
8.3.3.1. Número de componentes a retener	65
8.3.3.2. Estudio de las variables	67
8.3.3.3. Análisis de gráficos	68
8.4. Análisis de regresión múltiple (ARM)	72
8.5. Análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM)	80
8.5.1. Selección de los valores propios y los ejes a retener	83
8.5.2. Indicadores del AFCM.	84
a-. Cosenos cuadrados	85
b-. Contribuciones relativas	85
8.5.3. Análisis de gráficos	87
8.5.4. Análisis de los ejes principales	87
8.5.4.1. Análisis del primer eje	89
8.5.4.2. Análisis del segundo eje	89
8.5.4.3. Análisis del tercer eje	91
8.5.4.4. Análisis del cuarto eje	91
8.5.4.5. Análisis del quinto eje	91
IX ESTUDIO DE PARCELAS	95
X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
XI BIBLIOGRAFIA	102
XII GLOSARIO DE TERMINOS	107
ANEXOS	111

## LISTA DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1	Diseño de tratamientos y replicaciones del ensayo LE-7402.....	23
2	Técnicas de implantación y número de tratamientos ensayo LE-7402.....	24
3	Número de grupos de apamate ubicados en el área de influencia de cada barreno.....	27
4	Clasificación y descripción de las variables de estudio.....	29
5	Estadísticas básicas de las variables edáficas para las tres profundidades de muestra.....	33
6	Estadísticas básicas de las variables respuesta por técnicas de implantación.....	35
7	Matriz de correlación simple de las variables de estudio.....	37
8	Matriz de correlación parcial de las variables de estudio.....	40
9	Resultados de las funciones discriminantes (Autovalores, Porcentaje relativo, Correlación canónica) del análisis factorial discriminante (AFD).....	43
10	Porcentaje de correcta clasificación del Análisis factorial discriminante (AFD) para las tres profundidades de muestra.....	43
11	Resultados de la Lamba de Wills, chi-cuadrado y nivel de significancia del AFD.....	44
12	Valores propios y porcentaje de variación del análisis de componentes principales (ACP) para la primera profundidad de muestra P1 (0cm - 30cm).....	49
13	Vectores propios del ACP para P1.....	51
14	Correlaciones lineales y correlaciones al cuadrado entre las variables originales y los componentes principales para P1.....	53
15	Valores propios y porcentaje de variación del análisis de componentes principales (ACP) para la segunda profundidad de muestra P2 (30cm - 60cm).....	57
16	Vectores propios del ACP para P2.....	59
17	Correlaciones lineales y correlaciones al cuadrado entre las variables originales y los componentes principales para P2.....	60
18	Valores propios y porcentaje de variación del análisis de componentes principales (ACP) para la tercera profundidad de muestra P3 (60cm - 90cm).....	65
19	Vectores propios del ACP para P3.....	66
20	Correlaciones lineales y correlaciones al cuadrado entre las variables originales y los componentes principales para P3.....	67
21	Ánálisis de regresión múltiple para la variable dependiente sobrevivencia (SOB).....	74
22	Ánálisis de varianza para validar el modelo de regresión de la variable dependiente SOB.....	75
23	Ánálisis de regresión múltiple para la variable dependiente altura (H).....	76
24	Ánálisis de varianza para validar el modelo de regresión de la variable dependiente H.....	76
25	Ánálisis de regresión múltiple para la variable dependiente (DAP).....	77
26	Ánálisis de varianza para validar el modelo de regresión de la variable dependiente DAP.....	78
27	Ánálisis de regresión múltiple para la variable dependiente área basal (AB).....	78
28	Ánálisis de varianza para validar el modelo de regresión de la variable dependiente AB.....	79
29	Clasificación en categorías de las variables para el análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).....	82
30	Valores propios y porcentaje de variación total para los primeros cinco ejes del AFCM.....	85
31	Calidad de representación de las clases del AFCM.....	86
32	Contribuciones relativas de las clases del AFCM.....	88
33	Técnicas de implantación y características físicas-químicas de las muestras de suelo (barrenos) para los grupos con sobrevivencia cero (grupo vacío).....	96

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Diseño del ensayo tipo de plantón LE-7402.....	7
2	Ubicación Reserva Forestal de Caparo.....	18
3	Ubicación del ensayo tipo de plantón LE-7402.....	19
4	Proyección del plano principal para las tres profundidades de muestra (P1, P2, P3) del análisis factorial discriminante (AFD).....	46
5	Gráfico biplot del plano principal (componentes 1 y 2) para la primera profundidad de muestra (P1) del análisis de componentes principales (ACP).....	55
6	Gráfico de correlaciones para los ejes 3 y 4 en P1 del ACP.....	56
7	Gráfico biplot del plano principal (componentes 1 y 2) para la segunda profundidad de muestra (P2) del análisis de componentes principales (ACP).....	62
8	Gráfico de correlaciones para los ejes 3 y 4 en P2 del ACP.....	64
9	Gráfico biplot del plano principal (componentes 1 y 2) para la tercera profundidad de muestra (P3) del análisis de componentes principales (ACP).....	69
10	Gráfico de correlaciones para los ejes 3 y 4 en P3 del ACP.....	70
11	Proyección de las variables categóricas de los ejes 1 y 2 (plano principal) del análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).....	90
12	Proyección de las variables categóricas de los ejes 3 y 4 (plano principal) del análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).....	92
13	Proyección de las variables categóricas de los ejes 1 y 5 (plano principal) del análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).....	94

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO	PAGINA	
1	Matriz original de datos para la primera profundidad de muestra P1.....	112
2	Matriz original de datos para la segunda profundidad de muestra P2.....	114
3	Matriz original de datos para la tercera profundidad de muestra P3.....	116
4	Histogramas de frecuencia de la variable respuesta sobrevida Vs técnicas de implantación (SOB Vs T).....	118
5	Histogramas de frecuencia de la variable respuesta altura Vs técnicas de implantación (H Vs T).....	119
6	Histogramas de frecuencia de la variable respuesta DAP Vs técnicas de implantación (DAP Vs T).....	120
7	Histogramas de frecuencia de la variable respuesta área basal Vs técnicas de implantación (AB Vs T).....	121
8	Programa elaborado en el paquete estadístico SAS para el análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM).....	122
9	Planillas de campo.....	126
10	Mapa base de suelos señalando la malla de barrenos ubicados en el ensayo LE-7402 del Área Experimental de la Reserva Forestal de caparo.	138

## I.- INTRODUCCION

Hoy en día, con el auge que ha tenido la microcomputación y con la aparición de los paquetes estadísticos sofisticados elaborados para trabajar en microcomputadoras, el uso de los métodos multivariantes se ha incrementado considerablemente en las diferentes ramas del saber (Márquez, 1989). Estas técnicas, también han encontrado gran aceptación en diversos campos como en la ecología vegetal, suelos, agronomía y en el campo forestal, donde se utilizan con la finalidad de explicar, en la forma más satisfactoria, las relaciones entre la vegetación y su medio ambiente, identificar relaciones fitosociológicas y tipos de vegetación (West, 1966; Goodall, 1973; Robertson, 1978).

En silvicultura, los estudios dirigidos a la búsqueda de correlaciones o asociaciones entre vegetación (tipo de bosque) y ambiente (tipo de sitio) juegan un papel importante, porque esas correlaciones permiten emplear la vegetación como indicadora del ambiente y viceversa. Ello simplifica y acelera los estudios de evaluación de la tierra y de la capacidad productiva del bosque. Las asociaciones entre tipo de vegetación y el hábitat tienen importancia por su capacidad predictiva (Tuxen, 1973).

El presente trabajo, fue realizado en un ensayo de especies establecido en 1974 bajo el Método Caparo. Este método se desarrolló como solución al problema de la dosificación de luz que se presentaba en las plantaciones bajo cubierta en líneas. Las especies de alto valor comercial son heliófitas, por lo que necesitan luz, sobre todo en sus etapas iniciales de desarrollo (Jerez y Vincent, 1991).

Las evaluaciones realizadas en los ensayos establecidos bajo el Método Caparo, en sus diferentes fases, han mostrado resultados satisfactorios lo que justifica cada vez más los trabajos de investigación que sobre este método se realizan, contribuyendo de esta forma al manejo de los bosques en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo (Barrios, 1986).

El Método Caparo, es una modalidad de plantación en líneas en la cual se utiliza el fuego, resultando una innovación de la plantación bajo cubierta. La quema controlada, además de originar una mayor apertura del dosel, produce una capa de cenizas que actúa como fertilizante favoreciendo el desarrollo de la plantación, principalmente en la etapa inicial. La aplicación del Método Caparo incluye el socalado, la quema controlada, la apertura de las plicas de plantación y la implantación propiamente dicha (Pimentel, 1982).

En la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, se establecieron para el año 1974 tres ensayos de tipo de plantón, para apamate (*Tabebuia rosea*), pardillo negro (*Cordia thaisiana*), y saqui-saqui (*Bombacopsis quinata*) correspondientes a la fase operativa de ensayo, cuyo objetivo principal fue el de resolver problemas específicos del manejo forestal en un periodo breve; en este caso era la decisión acerca del tipo de plantón y tamaño de raíz / hoyo.

En este trabajo se analizó de manera simultánea, a través de los métodos multivariantes, las relaciones y la influencia de un conjunto de variables (edáficas, técnicas de implantación, competencia) sobre el desarrollo del apamate plantado bajo el Método Caparo. Para ello se procedió a restituir y evaluar el ensayo LE-7402 plantado con esta especie, con el fin de obtener las variables respuesta (sobrevivencia, altura, diámetro a la altura de pecho y área basal).

El ensayo LE-7402 de apamate, presenta un diseño experimental en bloques al azar que incluye seis técnicas de plantación. Estos tratamientos, conjuntamente con los factores edáficos y un indicador de la competencia, forman el grupo de variables que se analizó, con el fin de explicar las variables respuesta de la especie en estudio.

Para el estudio, se utilizaron tres métodos estadísticos multivariantes, el análisis factorial discriminante (AFD), componentes principales (ACP) y el análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM). Se aplicó un modelo de análisis de regresión múltiple utilizando como variables independientes los componentes principales que explicaron la mayor variabilidad, con el objetivo de discriminar el comportamiento de la especie en función de las variables analizadas.

## **II. OBJETIVOS**

El objetivo principal fue seleccionar y probar algunas técnicas estadísticas apropiadas de análisis multivariante para conocer y analizar la influencia de un conjunto de factores edáficos y técnicas de implantación en el desarrollo del apamate plantado en el ensayo LE-7402 del Método Caparo.

**Los objetivos complementarios fueron:**

- Restituir el ensayo de especies LE-7402 (apamate) del Método Caparo con el fin de extraer información valiosa para el manejo.
- Identificar un subconjunto de variables (lo más pequeño posible) que aporte la máxima información sobre el comportamiento de las variables respuesta.
- Identificar relaciones entre variables que sean de utilidad práctica para futuros trabajos en el área de investigación forestal.

### **III.- HIPOTESIS**

**La hipótesis principal es:** la respuesta observada en el crecimiento (diámetro y altura) de las especies está influenciada por un conjunto de factores edáficos, biológicos y por las técnicas de implantación utilizadas.

**Las hipótesis específicas son:**

- Las técnicas de plantación influyen en el crecimiento en altura y diámetro de las especies forestales más allá de las fases iniciales.
- Los factores edáficos considerados influyen en el crecimiento del apamate plantado bajo el Método Caparo.
- La competencia es un factor importante para explicar el crecimiento de la especie.

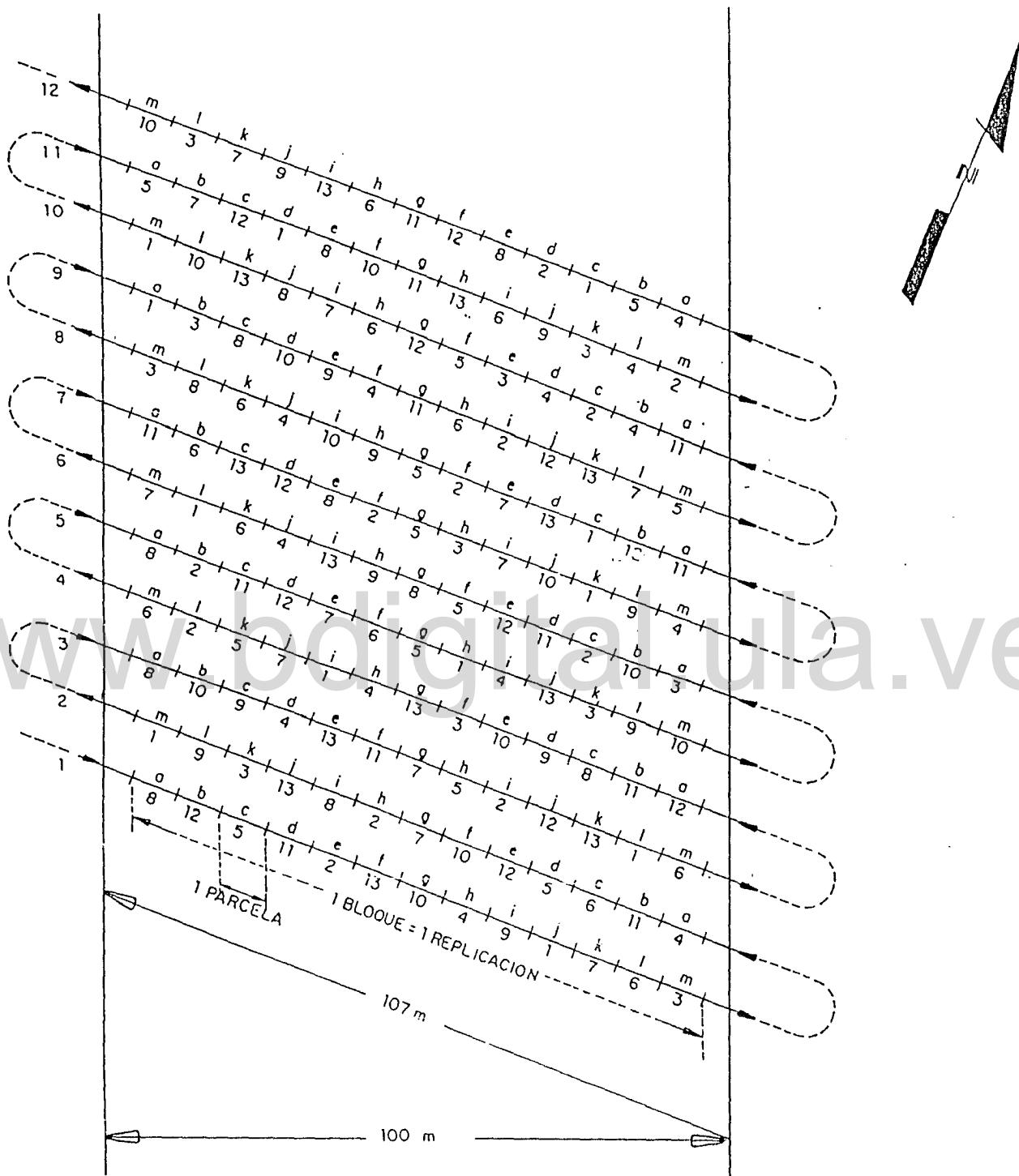
#### IV.- ANTECEDENTES

Ante la carencia de información silvicultural necesaria para el manejo con fines de producción de las reservas forestales de los altos llanos occidentales, región donde la industria de la madera constituye un renglón importante, la Corporación de Los Andes y la Universidad de Los Andes firmaron en marzo de 1970 un contrato anual con miras a establecer un programa de investigación con fines de manejo en la Unidad I Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas, Venezuela (Torres, 1975).

Los ensayos de especies y la experimentación empezaron a llevarse a cabo con base en la tipificación del bosque, la cual, según Vincent (1970), permite diferenciar tipos de bosque de acuerdo a ciertas características fisionómicas y fisiográficas.

En mayo de 1974, se establecieron tres ensayos de tipo plantón para pardillo negro, saqui-saqui y apamate en plantaciones Método Caparo. El ensayo se realizó siguiendo un diseño de bloques completos al azar. En cada ensayo se incluyó además un tratamiento con un tipo de plantón de cada especie de los otros dos ensayos, es decir, en el ensayo de pardillo negro se incluyó un tratamiento con saqui-saqui y uno con apamate que sirve de referencia o patrón para poder comparar entre especies. En el ensayo de apamate se incluyeron otras especies como pardillo blanco y cedro. El número de tratamientos (especie, tipo de plantón y tamaño del hoyo) correspondiente a cada ensayo, varía según la especie y la información existente (ULA-CORPOANDES, 1975).

EL ensayo LE-7402 usado como base para este estudio presenta un diseño experimental en bloques al azar, cada alineación de 107m de largo constituye un bloque (12 en total) y dentro de los bloques las parcelas, cuya distribución en términos de replicación se hizo aleatoriamente (Figura 1).



FUENTE: ULA.- CORPOANDES, 1975

NOTA: VER CUADROS 1 y 2 PARA ENTENDER LEYENDA (ver pp. 23 y 24).

**Figura 1. Diseño experimental del ensayo tipo de plántón LE-7402 de apamate de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.**

Los ensayos están ubicados en el Rodal 2 del Área 3, el cual fué tipificado en marzo de 1972, explotado en marzo de 1973 y envenenado en febrero de 1973 con Dow T334 al 5% en gasoil, fue socalado con tumba de palmas en febrero de 1974 y quemado en marzo de 1974. El ensayo LE-7401 se estableció en mayo de 1974 y los ensayos LE-7402 y LE-7403 en Junio de 1974. Los tres ensayos corresponden al tipo de bosque Selva subsiempre verde de sub-banco ya que se consideró este tipo como el más importante para la plantación Método Caparo (ULA-CORPOANDES, 1975).

Las primeras evaluaciones realizadas al ensayo en estudio LE-7402 de apamate, se efectuaron en julio de 1974, enero de 1975 y julio de 1975; donde se utilizó análisis de varianza. Las variables evaluadas fueron, la altura, porcentaje de mortalidad y forma del árbol para cada especie. Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera: Pardillo blanco (cepellón), pardillo negro (stripling) y saqui-saqui presentaron forma del fuste regular; las demás especies, incluyendo el apamate, presentaban forma del fuste mala. En cuanto a la altura, el pardillo blanco (cepellón) presentó la mayor altura con diferencias significativas al 5% con todas las demás especies/tipo de plantón. El saqui-saqui (stump) presentó la menor altura, sin diferencias significativas con las demás especies/tipo de plantón excepto pardillo blanco (stump) y apamate (stump). El pardillo blanco (stump) presentó la mayor mortalidad sin diferencias significativas con las demás especies/tipo de plantón, apamate en stump y cedro en cepellón y en stripling, presentaron la menor mortalidad (ULA-CORPOANDES, 1975).

Otras evaluaciones al ensayo de estudio, fueron las que realizó Pimentel (1982), resultando la mayor altura para pardillo negro (stripling) y cedro (stripling); la menor altura para saqui-saqui (stump) y apamate (stripling), las demás especies/tipo de plantón presentaron valores intermedios. En relación a la forma del fuste, todas las especies,

Indiferentemente de la técnica de implantación, presentaron buena forma. En cuanto a la sobrevivencia, apamate (stump), es el tipo de plantón que mejor valor alcanzó en esta variable, mientras cepellón y stump en pardillo blanco mostraron los valores más bajos.

Barrios (1986) realizó evaluaciones al ensayo en estudio (LE-7402) a través de un programa perteneciente a la empresa ASPROFOR. De la evaluación realizada determinó que el apamate (stump) presentaba la mayor altura promedio (18,60m) con un incremento de 1,5 m/año y sobrevida de 79,5%; mientras que el apamate (stripling) presentaba alturas promedio de 12,03 m e incremento de 1.0 m/año, con 47% de sobrevida.

Torres (1975) aplicando un análisis de varianza de clasificación doble, para detectar la existencia o no de diferencias significativas entre las variables (mortalidad, altura y diámetro) de las especies procedencias de los ensayos establecidos en 1973 por el Método Caparo, concluyó que las especies/tipo de plantón con mejor comportamiento fueron *Cedrela angustifolia* (stripling), *Tabebuia rosea* (stump) y *Cordia thaisiana* (cepellón).

Es importante señalar, que las técnicas estadísticas aplicadas por diferentes autores, no han tomado en consideración de manera directa las variables de suelo y las relaciones entre éstas variables, las cuales pueden incluirse en un análisis multivariante y de esta manera obtener resultados más confiables en cuanto a su influencia en el desarrollo de las plantaciones.

## V.- REVISION DE LITERATURA

Existe la inquietud de explicar el comportamiento de la vegetación como un subsistema dinámico a través de un modelo de comportamiento. En esta búsqueda del modelo se hace sentir la necesidad de emplear métodos cuantitativos más objetivos que permitan la relación y la comparación de resultados. Así se configuró todo un campo de aplicación de técnicas estadísticas multivariadas a los estudios de la vegetación (Matteucci y Colma, 1982).

En los actuales momentos se dispone de dos procedimientos para estudiar la estructura de los datos con el fin de simplificarlos y relacionarlos, la clasificación y la ordenación. Las técnicas de clasificación se basan en el agrupamiento de muestras que tienen propiedades en común, mientras que las de ordenación disponen las muestras a lo largo de ejes de variación continua (Suárez, 1990).

Desde el punto de vista práctico, el tipo de análisis que se elija dependerá del objetivo del estudio y en menor grado de las preferencias del investigador. Cuando el objetivo del estudio es la cartografía o descripción de la vegetación, la clasificación resulta más adecuada.

Si el objetivo es determinar relaciones entre la vegetación y el ambiente, la ordenación a menudo simplifica las interpretaciones (Goodall, 1973).

Según Ogaya (1979) ambos procedimientos, clasificación y ordenación, si bien difieren en los métodos y estrategias que utilizan, en el fondo persiguen los mismos objetivos básicos, que esquemáticamente pueden resumirse en:

- 1-. Reducción o simplificación de datos.
- 2-. Reconocimiento de patrones o tendencias en la vegetación. Detección de interrelaciones entre las variaciones vegetacionales y los factores del medio ambiente.

3-. Predicción sobre la naturaleza y características poblacionales por inferencias basadas en los resultados de los análisis efectuados en muestras de la misma.

Las técnicas de clasificación consisten en agrupar las muestras o las especies según sus características. Se denominan individuos a los objetos clasificados, que en este estudio son grupos formados por cinco árboles; características, a las propiedades que describen a los individuos y que asumen un valor o estado, que en el estudio son las variables de análisis; población, al conjunto completo de individuos; y clases, a los grupos de individuos que tienen propiedades en común y que difieren de los individuos de las otras clases (Matteucci y Colma, 1982). Entre las técnicas más empleadas están las de aglomeración de unión promedio, propuesto por Sokal y Michener (1958); análisis de información, propuesto por Williams (1966); método de la suma de los cuadrados de Orloci, propuesto por Orloci (1967); análisis de asociación, introducido por Williams y Lambert (1959) y el método de Edwards y Caballi-Sforza, propuesto por los mismos autores en 1965 (Matteucci y Colma, 1982).

Con las técnicas de ordenación se obtienen secuencias o gradientes al disponer los individuos (muestras o atributos) a lo largo de ejes de variación continua. La ordenación trata de reducir el número de dimensiones, expresando la variación de la vegetación en unos pocos ejes, en los cuales se recupera la máxima información posible. La ordenación puede utilizarse como una herramienta matemática para reducir la dimensionalidad en un espacio vegetacional, en el cual las relaciones y tendencias se determinan a partir de datos vegetacionales y se refieren a los individuos ordenados. La ordenación también puede utilizarse para encontrar relaciones entre las variaciones de la vegetación y los patrones ambientales; es decir, relacionar el espacio vegetacional con el espacio ambiental (Matteucci y Colma, 1982). Entre las técnicas más comúnmente utilizadas se puede destacar el análisis por componentes principales (A.C.P), propuesto por H. Hotelling, quien realizó en 1933 la

primera publicación sobre este tema (Philippeau, 1990). Análisis factorial de correspondencias (A.F.C), propuesto por el profesor J.P. Benzecri a principios de 1960; análisis factorial de correspondencias múltiples, es una simple extensión del método anterior (Dervin, 1991). Análisis de coordenadas principales, introducido por Gower (1966), que desarrolló una variante del método A.C.P; ordenación polar, diseñada por Bray y Curtis en 1957 (Matteucci y Colma, 1982).

Como el objetivo de este trabajo es conocer, relacionar y analizar un conjunto de factores, que influyen en el desarrollo de una especie arbórea, mediante el uso de las técnicas multivariantes, resulta necesario utilizar uno de los procedimientos anteriormente descritos para estructurar los datos, a fin de simplificarlos, siendo los más adecuados los métodos de ordenación, ya que éstos, permiten alcanzar parcialmente los objetivos propuestos, definiéndolo como una primera etapa de la investigación. En este sentido, se han hecho numerosos estudios a nivel internacional utilizando las técnicas de ordenación. Entre los trabajos más recientes destacan los realizados por Robertson (1978), quien empleó técnicas de clasificación y ordenación para analizar los bosques maduros al sur de Illinois, calculando un valor de importancia a partir de un valor medio entre la densidad relativa y el área basal relativa. Whitten (1982) utilizando las mismas técnicas, estudió la vegetación de los bosques pluviales de la isla de Siberut, en Indonesia, y su relación con los diferentes comportamientos ecológicos del mono *Hilobates klossii* sobre datos florísticos y estructurales. El resultado de la clasificación determinó ocho tipos de bosques en diferentes terrenos, que coinciden con la presencia de la especie animal. Kenkel (1986) utilizó las técnicas de clasificación y ordenación en rodales de *Pinus jack* de Canadá, para analizar la variación espacial de estas comunidades mediante la clasificación de la vegetación y las especies y las relaciones entre ellas.

Golden (1979) investigando en bosques del pie de monte en Alabama, analizó la vegetación forestal y su relación con el medio ambiente en áreas alteradas por cambio de uso de la tierra, aplicando el método de Ward. Clasificó ocho grupos y diez tipos de vegetación, coincidentes con las características topográficas y las condiciones adáficas; los resultados demostraron que los patrones vegetacionales están directamente relacionados con las características topográficas y la historia antropológica de estas áreas. Amiro y Courin (1981), que emplearon el mismo método en Canadá, lograron clasificar nueve tipos de comunidades vegetales identificadas mediante las características más sobresalientes del estrato arbóreo, y demostraron que las mismas tienden a ser reguladas por la topografía, suelo y la distancia de las áreas de los centros de contaminación.

Burton et al (1991) usaron métodos multivariantes para seleccionar los mejores sitios de investigación forestal, basándose en estudios de gradiente a gran escala de la región de Grandes Lagos en Michigan y Minnesota. Los sitios se examinaron usando análisis de cluster, análisis de coordenadas principales y análisis de correspondencia. De una lista de 31 sitios potenciales se redujo a cinco sitios de investigación similares y varios sitios alternativos.

Prieto y Sánchez (1992) utilizando el análisis de Cluster, clasificaron 135 parcelas de los bosques de la reserva de Muniellos, España, en ocho grupos y las especies en estas parcelas en 28 grupos. El análisis resultante permitió investigar las interrelaciones entre grupos de parcelas y grupos de especies.

Tardif y Bergeron (1992) estudiaron el efecto de las inundaciones sobre la vegetación, en cinco rodales de fresno negro (*Fraxinus nigra*) en el lago Duparquet; al noreste de Quebec, a través de la técnica de ordenación decorana (DCA), demostraron que la elevación y drenaje son los factores principales que afectan la distribución y dinámica de las plantas.

El método de análisis por componentes principales (ACP), es una de las técnicas multivariantes más difundidas, pero en el campo forestal son muy pocos los trabajos que se han realizado. Entre ellos se pueden mencionar los realizados por Liu y Keister (1977), donde utilizaron la técnica como un procedimiento estadístico multivariante, para desarrollar ecuaciones y definir la forma del tronco de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en el bosque Estatal Alexander, Louisiana, USA. Shibata y Kodama (1980), utilizando la misma técnica, evaluaron el crecimiento de *Pinus densi-thunbergii*, a la edad de 15 años, en un arboretum de coníferas de Kameyama, Japón. Newcomer y Myers (1984) investigaron sobre las características de la forma aérea de siete especies de maderas duras, con el fin de obtener parámetros confiables para predecir la forma total del árbol, en el bosque experimental de la Universidad de Pennsylvania. Asimismo, McClenahan y Brown (1988) utilizando el método de ACP y basándose en propiedades físicas y químicas de los suelos así como también variables ambientales y biológicas determinaron que la contaminación del aire, es un factor influyente en el crecimiento de altura en *Pinus strobus*; en las plantaciones de pino del área recreacional en el Valle Nacional de Cuyahoga, Cleveland. Zhong y Hsiung (1993) analizaron las propiedades físicas y químicas de los suelos y las concentraciones de nutrientes (N,P,K,Mg y S) en 12 parcelas con edad y calidades de sitio diferentes en plantaciones de abeto, utilizando componentes principales y análisis discriminante, con el propósito de realizar una evaluación y diagnóstico del estado nutricional de los árboles en la plantación de Abeto chino (*Cunninghamia lanceolata*).

Las técnicas de análisis multivariante, ya sean procedimientos de ordenación o clasificación, han sido de gran utilidad en diferentes campos de investigación en nuestro país. Han sido utilizadas en estudios de regionalización geográfica, usando información original y reducida a través de análisis factorial y análisis de componentes principales, para diferenciar

regiones homogéneas (Delgado, 1976). También se han empleado con gran aceptación en la ecología vegetal y en suelos, donde la utilizan para explicar las relaciones entre la vegetación y el medio ambiente. Entre estos trabajos se puede mencionar el de Silva y Sarmiento (1976), que usando el método de análisis de componentes principales, estudiaron la variación fitosociológica de las sabanas en una región de los Llanos Occidentales, entre los Ríos Santo Domingo y Paguey, muestreando siete unidades edáficas con vegetación de sabana y efectuando dos tipos de ordenamiento, uno basado en datos de presencia/ausencia, otro en datos de cobertura de las especies.

Monasterio y Sarmiento (1968) aplicaron procedimientos de clasificación en sabanas existentes en la Estación Biológica de Los Llanos, Estado Guárico, con la finalidad de delimitar unidades de vegetación fitosociológicas y ecológicamente homogéneas. Se pudo distinguir un conjunto numeroso de variantes, separadas con base en el grado de asociación interespecífica que presentaban. La diferenciación de los grupos se debió a las características del suelo tales como profundidad, espesor, textura, presencia de elementos leñosos y a la forma del relieve, todas ellas relacionadas de alguna manera con el factor hídrico.

Ogaya (1979), agrupó parcelas homogéneas de acuerdo a determinados parámetros y usando el volumen de los grupos de especies comerciales como variable, logró, a través del mismo método, disminuir notablemente los errores de muestreo (28-51%, según grupos de especies y levantamiento), en comparación con los errores correspondientes a los estratos de una fotointerpretación.

Bockor (1978) empleó el método de clasificación de Ward, para agrupar parcelas en el bosque nublado de La Carbonera, logrando estratificarlo por su composición florística, con base en la presencia de un diámetro medio para cada especie. Diferenció dos tipos de bosque, uno presentaba un alto porcentaje de *Decussocarpus rospigliosii* en las clases

diamétricas altas y un segundo grupo con un diámetro medio significativamente bajo, donde no se encontraba la especie antes señalada. Este mismo método ha sido empleado por Flores (1989) en un bosque nublado del Parque Nacional Sierra Nevada, con el objeto de determinar las relaciones interespecíficas entre los grupos vegetales y su comportamiento en relación a diferentes condiciones del medio. Caracterizó dos tipos de agrupamiento, en función del área basal y la abundancia relativa por especie; dando como resultado que los mejores agrupamientos se obtuvieron para aquellas especies cuya frecuencia fue mayor o igual al 20%. Asimismo, este método fue utilizado por Suárez (1993) para estratificar y caracterizar la vegetación del arboretum El Frío, Bosques Guri.

Baruch (1984) por medio de técnicas de ordenación y clasificación, analizó la relación entre el clima, suelo, actividades humanas y la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal de una zona de páramo en Venezuela. El gradiente altitudinal seleccionado es caracterizado por decrecimiento de temperatura, precipitación, fertilidad del suelo y cobertura de las plantas. Suárez (1991), aplicando los mismos métodos, en un estudio realizado en la Reserva Forestal de Caparo, logró diferenciar tipos de comunidades con base en variables de vegetación y de suelo; reportó especies indicadoras para cada tipo de comunidad y su distribución en cuanto al gradiente de humedad encontrado.

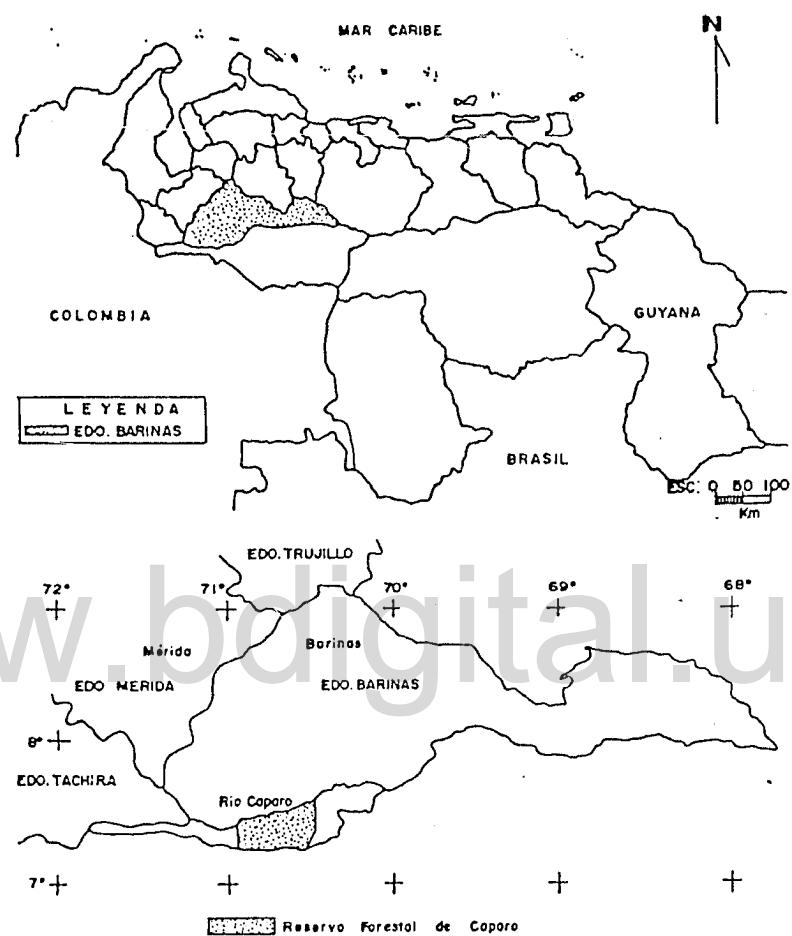
Entre otros trabajos se pueden mencionar los realizados por Vincent (1978) quien utilizó análisis discriminante para diferenciar entre clases de sitio con base en factores edáficos, en plantaciones de pino del oriente del país y el de Gómez y Fariñas (1985) que estudiaron el impacto de la explotación selectiva en Ticoporo usando métodos de ordenamiento, comparando compartimientos explotados con los no explotados.

## **VI.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.**

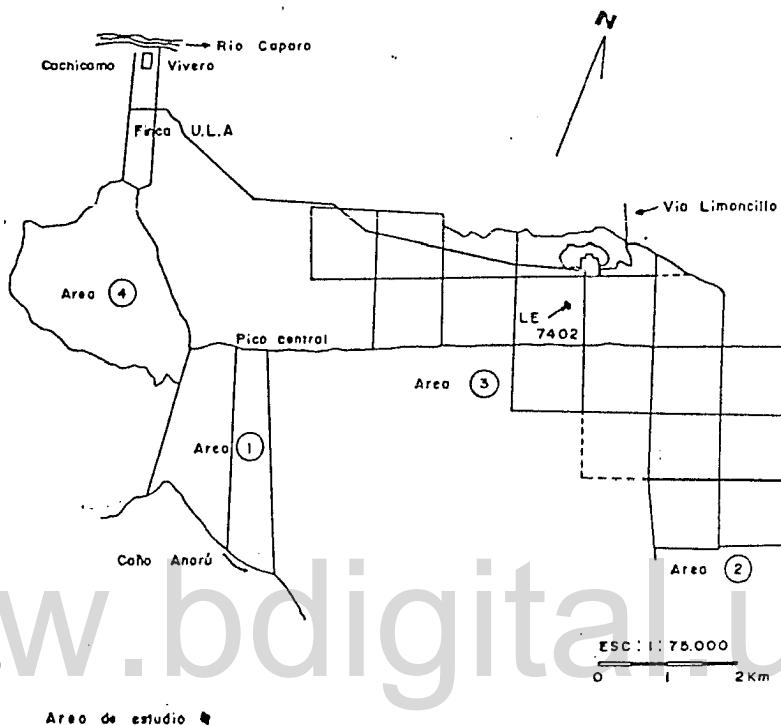
La Reserva Forestal de Caparo se encuentra en los Llanos Occidentales de Venezuela, al sudoeste del Estado Barinas, en jurisdicción del Distrito Ezequiel Zamora, Municipios Ignacio Briceño y Andrés Eloy Blanco y el área experimental de la reserva forma parte de la unidad I y está localizada al oeste de la misma (Figura 2). El ensayo de estudio esta ubicado en el Rodal 2, Area 3 del bloque 8 (Figura 3).

La precipitación media anual de la Reserva Forestal de Caparo es de 1750 mm. Las lluvias presentan marcada distribución estacional, definidas en un período que va desde marzo o abril, hasta diciembre, siendo el mes más lluvioso el de julio. La temperatura media anual es de 24.6 °C; la diferencia entre el mes más frío (junio) y el mes más cálido (febrero) es de 3.1 C; la variación diaria es mayor en los meses secos (12 - 15 °C) que en los meses lluviosos (4 - 10 °C). La humedad relativa del aire (media mensual) oscila entre 59% en enero y 89% en junio; la variación diaria va de un mínimo entre cinco y seis de la mañana a un máximo entre una y dos de la tarde. Los vientos dominantes se desplazan con dirección noreste, este y sudeste; datos correspondientes a la ciudad de Barinas, reportan, que la velocidad media de las masas de aire en movimiento oscilan entre 1.8 m/seg y 2.3 m/seg. Para el Area 3 de la Unidad I, algunos autores como Hase y Castillo (1979) señalan una velocidad media de los vientos de 0.7 m/seg a 0.9 m/seg. La evapotranspiración potencial alcanza 1515 mm/año (Franco, 1982).

La altitud de la Reserva Forestal de Caparo es de alrededor de 140 msnm en promedio. La Unidad I es completamente plana, solamente se presentan variaciones de



**Figura 2. Ubicación Relativa Nacional y Regional de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.**



Área de estudio

Fuente : ULA — CORPOANDES, 1975

**Figura 3. Ubicación del ensayo tipo de plantón LE-7402 de apamate en el Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.**

altura a corta distancia y de poca magnitud, causada por los mecanismos de la deposición fluvial. El área es inundable en la época de lluvia, y la permanencia de la inundación varía de acuerdo a la posición geomorfológica que determina el movimiento superficial del agua y del material dominante de los suelos (Franco, 1982).

Las condiciones ecológicas actuales están determinadas, fundamentalmente, por los procesos geomorfológicos. La diferenciación horizontal en el relieve y en la estratificación del suelo es producto de la deposición diferencial y de los cambios en el curso del río. Cada unidad geomorfológica presenta propiedades hidrológicas y edáficas características, que son determinantes para el desarrollo de la vegetación natural y para el uso agropecuario y forestal de las áreas (Franco y Folster, 1982; Vincent, 1970).

Los suelos son jóvenes de origen aluvial reciente. Geológicamente se formaron como depósitos por exceso de carga (albardones de orilla) o de desbordamientos de los ríos, como consecuencia de la acumulación de arena y limo cerca de los cauces (Folster, 1983 y Castillo, 1979). Los suelos son producto de un proceso de sedimentación fluvial típico de las llanuras aluviales de desborde, las cuales se caracterizan por presentar pequeñas variaciones en el relieve y grandes variaciones de textura, desde arenas hasta arcillas (Contreras , 1988). El factor determinante de los suelos en relación con los tipos de vegetación natural y/o plantaciones y su capacidad productiva es el drenaje. De manera general, se distinguen en la zona los suelos de banco, sub-banco y bajío. Los bancos son terrenos altos que no se inundan durante la época de lluvias y son suelos de textura franco-arenoso-limosa de color pardo o amarillento, débilmente estructurados, moderados o bien drenados, de reacción ácida moderada. Se notan las fluctuaciones del nivel freático y tienen buenas condiciones

físicas pero mediana fertilidad. Los suelos de bajo son caracterizados por una textura arcillosa, estructura deficiente, permeabilidad lenta, color gris a gris claro, moderadamente ácidos y presenta condiciones físicas y químicas desfavorables. Los suelos de sub-banco se consideran una transición entre los dos tipos anteriores. Según ULA-CORPOANDES (1975), el ensayo de estudio LE-7402 pertenece a la selva sub-siempre verde de sub-banco.

La vegetación en la Reserva Forestal de Caparo es compleja en cuanto a su estructura, composición florística, tipo de formación, siendo los principales factores que la determinan el carácter marcadamente estacional de las lluvias, las condiciones hídricas, geomorfológicas, edáficas y la permanencia de las inundaciones. Los tipos de vegetación que destacan por su importancia y dominancia ecológica son las selvas naturales y los herbazales (Finol, 1972). Existe además un tipo de vegetación arbórea de origen antrópico que tiene importancia por la superficie que cubre y por la función que cumple; que es la constituida por las plantaciones y ensayos forestales establecidos en el área a partir del año 1970. El carácter pionero en el manejo forestal que tiene la Unidad Experimental se debe precisamente al establecimiento de ensayos y plantaciones forestales tanto a campo abierto como en línea y bajo cubierta.

## VII. METODOLOGIA

### 7.1. Delimitación del Area de Estudio

El estudio propuesto se realizó en el ensayo LE 7402 de apamate, cuya superficie aproximada es de una hectárea y está ubicado en el Bloque 8, Rodal 2 del Área 3 en el Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

### 7.2. Esquema general para la toma de datos

La toma de datos se llevó a cabo en dos etapas: 1) Toma de datos cualitativos y cuantitativos (trabajo de campo) en el ensayo LE-7402 y 2) Organización, procesamiento y análisis de datos (análisis estadístico).

#### 7.2.1. Trabajo de campo

Se utilizaron planillas de campo, las que además de la altura total y circunferencia a la altura de pecho (cap) contienen, de acuerdo a la secuencia en que aparecen los árboles en la hilera, la subdivisión de la hilera en grupos de cinco árboles, el tratamiento aplicado inicialmente por grupo, el número de réplica y el nombre vulgar de la especie (anexo 9).

Cada parcela, conformada por cinco árboles constituye una réplica de un tratamiento, cada tratamiento consta de doce réplicas (Cuadros 1 y 2). La orientación de los bloques va de sur a norte y de este a oeste, luego continúa en forma de zigzag (Ver Figura 1, pp. 7). El espaciamiento inicial fué de siete metros entre líneas y 1,5 m entre árboles dentro de las líneas.

En cada uno de los grupos de cinco árboles (Réplica), se recolectaron los siguientes datos:

- Número de individuos vivos en el grupo. Se verificó la existencia o no del individuo en

Cuadro 1. Diseño de los tratamientos (1 - 12) y replicaciones (a - m) del ensayo tipo de plantón LE-7402 de apamate en el Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.

REPLICACION	TRATAMIENTO												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
1	8	12	5	11	2	13	10	4	9	1	7	6	3
2	1	9	3	13	8	2	7	10	12	5	6	11	4
3	8	10	9	7	13	11	7	5	2	12	3	1	6
4	6	2	5	7	1	4	13	3	10	9	8	11	12
5	8	2	11	12	7	6	5	1	4	13	3	9	10
6	7	1	6	4	13	9	8	5	12	11	2	10	3
7	11	6	13	12	8	2	5	3	7	10	1	9	4
8	3	8	6	4	10	9	5	2	7	13	1	12	11
9	1	3	8	10	9	4	11	6	2	12	13	7	5
10	1	10	13	8	7	6	12	5	3	9	2	4	11
11	5	7	12	1	8	10	11	13	6	9	3	4	2
12	10	3	7	9	13	6	11	12	8	2	1	5	4

Fuente: ULA-CORPOANDES, 1975.

Cuadro 2. Técnicas de implantación y números de tratamientos del ensayo LE-7402 de apamate en el Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.

TRATAMIENTO	TIPO DE PLANTON	TIEMPO EN VIVERO (años)	ALTIURA (m)	DIAMETRO CUELLO (cm)	HOYO (cm)	REMOCION DE FONDO
1	Apamate (Stripling)	1	1.20 - 1.50	1.50 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
2	Pardillo Negro	1	1.20 - 1.50	1.00 - 2.00	25 x 25 x 30	SI
3	Apamate (Stump)	1	0.40	1.50 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
4	Apamate (Stump)	1	0.40	1.50 - 2.00	40 x 40 x 40	SI
5	Apamate (Stump)	1	0.40	1.50 - 2.00	10 x 10 x 15	SI
6	Apamate (Stump)	1	0.40	1.50 - 2.00	30 x 30 x 30	NO
7	Apamate (Stump)	1	0.80	1.50 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
8	Pardillo Negro (Stripling)	1	1.20 - 1.50	1.00 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
9	Saqui-saqui (Stump)	1	1.20	1.00 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
10	Cedro (Cepellon)	3 meses	0.40	< 1	30 x 30 x 30	SI
11	Cedro en (Stripling)	1	> 1	1.00 - 2.00	30 x 30 x 30	SI
12	Pardillo Blanco (Cepellon)	3 meses	0.40	< 1	30 x 30 x 30	SI
13	Pardillo Blanco (Stump)	1	0.20	1.00 - 2.00	30 x 30 x 30	SI

Fuente: ULA-CORPOANDES, 1975.

función del espaciamiento inicial. Si el árbol presente no llegó a los 5 cm de diámetro, se registró como individuo suprimido.

- Circunferencia a la altura de 1,30 m (cap). Se midió la circunferencia al árbol potencial productor del grupo, que es aquel que presenta las mejores características en cuanto a grosor, altura y calidad de fuste; con una cinta métrica aproximando al mm.
- Altura total (m). Se seleccionó el árbol candidato de cada grupo de cinco y se le midió la altura con hipsómetro Haga.

En total se registraron en el ensayo 66 grupos llenos y seis vacíos. Los grupos que no estaban representados por ningún ejemplar de apamate (vacío) no se incluyeron en la matriz de datos para los análisis estadísticos, porque el DAP, altura y área basal no están definidos y podrían alterar o disfrazar algunos resultados en el momento de aplicar las técnicas multivariantes. Estos grupos que presentaron sobrevivencia cero (grupo vacío), ameritaron un estudio aparte.

La información de las variables edáficas se obtuvo de un trabajo realizado en el área de estudio sobre la variabilidad espacial de los suelos en Caparo (Márquez, 1994). La recolección de datos fue dividida en dos pasos, un muestreo anidado exploratorio y un muestreo sistemático final. Se efectuó un análisis anidado de varianza utilizando el programa NEST del paquete geoestadístico PC-GEOESTAT, el cual produce estimados del porcentaje de varianza asociado a las variables de suelos consideradas en el estudio. Los variogramas mostraron que, para el área, el intervalo de muestreo óptimo es de 30 m. Basado en este resultado se realizó un muestreo que consistió en una malla de barrenos cada 30 m.

En el área correspondiente al ensayo (1 ha) se hicieron nueve barrenos, los cuales fueron ubicados por intermedio de un mapa de suelos (Anexo 10). A estas muestras analizadas tanto en el campo como en el laboratorio, se les asignó un área de influencia,

aplicando el método de los polígonos de Thiessen, el cual consistió en unir con trazos rectos las muestras de barreno, tratando de formar triángulos cuyos lados sean de la mínima longitud posible; luego que los triángulos fueron dibujados se trazaron las mediatrices de todos los lados, con lo que se formaron los polígonos alrededor de cada muestra de barreno y se les midió su área. Así, cada muestra de barreno presentaba un área de influencia formada por grupos de cinco árboles y a cada grupo se le asignó la característica edáfica de su correspondiente muestra (Cuadro 3).

La investigación edáfica comprendió dos fases metodológicas:

a.- Método de campo

Consistió en utilizar la técnica del barrenado para extraer y luego analizar las muestras en tres profundidades diferentes, siguiendo los criterios y normas del manual de levantamientos de suelos (Soil Survey Staff, 1981). Las variables registradas fueron: textura a mano, según el procedimiento desarrollado por Thien (1979), porcentaje de moteo, profundidad del moteo y nivel freático.

b.- Método de laboratorio

Las muestras de suelo, previamente secadas al aire, fueron enviadas al laboratorio de suelos del Instituto de Geografía y de Los Recursos Naturales Renovables, para practicarle los análisis físicos y químicos correspondientes, utilizando metodologías estándar (Jackson, 1964; Black, 1965). La caracterización granulométrica fue hecha por el método de Bouyoucos. El pH se determinó en agua, usando una relación 1:2; la acidez de cambio se determinó utilizando ácido clorhídrico a 1 normal como extractante. El Fósforo se determinó por el método de Bray # 1. Los elementos Ca, Mg, K, y Na, después de extraerlos con acetato de amonio 1N pH7, se midieron en un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo 303. La capacidad de intercambio catiónico se determinó por el método de acetato de

Cuadro 3. Número de grupos de apamate ubicados en el área de influencia de cada barreno en el ensayo tipo de plantón LE-7402 de apamate en el Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.

<b>BARRENO</b>	<b>GRUPOS DEL ENSAYO LE-7402</b>	<b>TOTAL</b>
T1M14	131, 132, 155, 156	4
T2M14	134, 154	2
T3M14	149	1
T4M14	145, 146	2
T1M15	80, 104, 105, 106, 130	5
T2M15	101, 102, 110, 125, 126	5
T3M15	85, 86, 87, 94, 96, 98, 112, 122, 123, 139, 141	11
T4M15	91, 116, 117, 119, 142	5
T1M16	26, 52, 77, 78	4
T2M16	3, 24, 30, 47, 48, 49, 50, 57, 58, 75, 76	11
T3M16	8, 10, 11, 16, 17, 20, 33, 34, 37, 45, 59, 60, 61, 63, 89	15
T4M16	121, 13, 14, 38, 39, 66, 91	7
<b>TOTAL</b>		<b>72</b>

T1, T2, T3, T4 = Número de transecta.

M14, M15, M16 = Número de muestra del barreno.

amonio 1N y pH7 (I.G.A.C. 1979). El Nitrógeno se determinó por el método Microkjeldahl y el carbono orgánico por combustión húmeda.

En el caso de las técnicas de implantación, se consideraron las que fueron aplicadas en el momento de establecer el ensayo como: tipo de plantón, tiempo en vivero, altura inicial, diámetro inicial, tamaño del hoyo y remoción de fondo del hoyo.

El Cuadro 4 presenta la descripción de los datos y una clasificación de las variables antes mencionadas, en variables respuesta, variables independientes, continuas y discretas. El DAP, se calculó mediante la fórmula  $D = C / \pi$ , donde D = diámetro del árbol potencial productor, C = circunferencia a 1.30 m y  $\pi = 3.1416$ ..... constante. El área basal mediante  $AB = \pi / 4 * D^2$  y el índice de competencia, mediante la metodología modificada del índice para el Método Caparo representada por  $IC = \sum (d_j/d_i) * 1/D_{ij} - \sum (d_i/d_j) * 1/D_{ij}$ . Donde d<sub>i</sub>: diámetro a la altura de pecho del árbol sujeto (cm); d<sub>j</sub>: diámetro a la altura de pecho del árbol competidor (cm); D<sub>ij</sub>: distancia entre el competidor y sujeto (m).

Para determinar cuales árboles se consideran competidores se tomó en cuenta la metodología de las parcelas variables, la cual, a través de un prisma de factor conocido, permite establecer cuales árboles se encontraban dentro de dicha parcela (competidores), ubicando como centro de la misma al árbol candidato. El IC es adimensional.

#### **7.2.2. Procedimiento para la organización y análisis de los datos (análisis estadístico).**

Con los datos recolectados, se procedió a elaborar un archivo en hoja de cálculo, con el fin de almacenarlos y organizarlos. Este archivo sirvió de base para construir la matriz original de datos de las variables en estudio (Anexos 1, 2 y 3).

Antes de analizar el conjunto de variables mediante las técnicas estadísticas de análisis multivariante, se identificó el tipo de variable a estudiar (continua, discreta,

**Cuadro 4. Clasificación y descripción de las variables de estudio recolectadas en el ensayo LE-7402 de apamate del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.**

#### **4.1 Variables respuesta.**

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
SOB	Sobrevivencia por grupo de cinco arb.	Discreta
H	Altura del árbol candidato por grupo	Continua
DAP	Diámetro del árbol candidato por grupo	Continua
AB	Área basal por grupo	Continua

#### **4.2. Variables Independientes.**

NOMBRE	DESCRIPCION	TIPO
T	Técnicas de implantación (1)	Discreta
TS	Tipo de suelo (2)	Discreta
PMo	Profundidad de moteo	Continua
Pare	Porcentaje de arena	Continua
PArc	Porcentaje de arcilla	Continua
PLI	Porcentaje de llimo	Continua
Mo	Moteo	Continua
NF	Nivel freático	Continua
CIC	Capacidad de intercambio catiónico	Continua
P	Fósforo	Continua
pH	pH	Continua
Ca	Calcio	Continua
Mg	Magnesio	Continua
K	Potasio	Continua
Na	Sodio	Continua
N	Nitrógeno	Continua
MOR	Materia orgánica	Continua
CO	Carbono orgánico	Continua
IC	Índice de competencia	Continua

(1) T1= Tipo de plantón en stump, hoyo mediano, altura inicial 0.4 m, sin remoción.

T2= Stump, hoyo mediano, altura inicial 0.4 m, con remoción de fondo

T3= Stump, hoyo mediano, altura inicial 8m con remoción de fondo

T4= Stump, hoyo grande, altura inicial 0.4m con remoción de fondo.

T5= Stump, hoyo pequeño, altura inicial 0.4m con remoción de fondo

T6= Tipo de plantón strippling, hoyo mediano, altura inicial 1.35 con remoción

(2) TS1= Suelos bien drenados con texturas medianas.

TS2= Suelos bien drenados con texturas gruesas.

TS3= Suelos bien drenados con texturas finas.

TS4= Suelos moderadamente bien drenados con texturas medianas.

TS5= Suelos moderadamente bien drenados con texturas gruesas

TS6= Suelos moderadamente bien drenados con texturas finas.

TS7= Suelos mal drenados con texturas medianas.

TS8= Suelos mal drenados con texturas gruesas.

TS9= Suelos mal drenados con texturas finas.

independiente, dependiente o de respuesta, etc). Luego se procedió a realizar un análisis descriptivo y gráfico preliminar que consistió en analizar las estadísticas básicas, correlaciones entre las variables de estudio y realizar algunos gráficos importantes mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS (Cuadros 5, 6, 7, 8 y Anexos 4, 5, 6, 7). De esta manera se pueden observar ciertas características de interés, como son los máximos y mínimos, las medidas de dispersión y de tendencia central, la estructura de las correlaciones entre las variables, posibles relaciones entre las variables, necesidad de transformación de variables, detección de valores atípicos etc.

Posteriormente, se procedió a la aplicación de las técnicas de análisis multivariante, utilizando los paquetes estadísticos STAGRAPHICS bajo DOS, STAT-ITCF bajo DOS y el SAS bajo UNIX. En primer lugar, para cada profundidad de muestra (P1, P2, P3) de las variables edáficas, se realizó el análisis factorial discriminante (AFD). Luego se aplicó el análisis de componentes principales (ACP) en cada profundidad, y sobre los componentes principales más importantes y el indicador de la competencia, se elaboró el análisis de regresión múltiple, con el fin de tratar de explicar el comportamiento de las variables respuesta (sobrevivencia, altura, diámetro y área basal) en función de un conjunto mas pequeño pero influyente de variables de suelos. Por último se procedió a realizar el análisis factorial de correspondencia múltiple, incluyendo las variables categóricas, mediante un programa elaborado en el paquete estadístico SAS (Anexo 8). Los análisis estadísticos anteriores se eligieron con el objetivo de describir en forma gráfica el máximo de información contenida en una tabla rectangular, constituida por datos provenientes de medidas realizadas sobre dos conjuntos de caracteres, dispuestos uno en líneas (número de grupos de cinco árboles) y el otro en columnas (variables en estudio). De esta manera se estableció entre los dos conjuntos de caracteres una correspondencia o dependencia, reduciendo

las dimensiones del espacio de representación de los datos, tratando de no perder mucha información al momento de esta reducción. Asimismo, ayudaron a agrupar conjuntos de variables que presentaron mayor similitud entre sí, como también a relacionar las variables de respuesta (altura, dap, área basal, sobrevivencia) con las variables independientes (edáficas, técnicas de implantación, competencia). Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar un análisis con el propósito de saber cuál o cuáles variables son las más importantes en el desarrollo de las plantaciones de apamate establecidas por el Método Caparo.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**Cuadro 6. Estadísticas básicas de las variables edáficas para las tres profundidades de muestra (P1, P2, P3) recolectadas en el ensayo LE-7402 de apamate, Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.**

VAR	P1						P2						P3					
	PRO	MED	Sd	MIN	MAX	C.V	PRO	MED	Sd	MIN	MAX	C.V	PRO	MED	Sd	MIN	MAX	C.V
PMo (cm)	25.05	25.00	19.31	5.00	90.00	77.10	25.05	25.00	19.31	5.00	90.00	77.10	25.05	25.00	19.31	5.00	90.00	77.10
Pare (%)	43.67	34.00	16.39	26.00	68.00	37.53	37.76	40.00	15.08	16.00	58.00	39.93	44.36	50.00	21.39	16.00	78.00	48.22
PArc (%)	20.55	22.00	6.64	12.00	30.00	32.33	25.55	26.00	5.54	18.00	42.00	21.71	22.64	24.00	7.53	10.00	36.00	33.25
PLi (%)	35.79	42.00	10.50	18.00	46.00	29.35	36.88	32.00	12.08	24.00	56.00	32.75	33.18	28.00	14.14	12.00	50.00	42.62
Mo (%)	4.27	0.00	6.62	0.00	18.00	155.00	4.27	0.00	6.62	0.00	18.00	155.00	4.27	0.00	6.62	0.00	18.00	155.00
NF (cm)	2.91	0.00	8.00	0.00	30.00	275.11	2.91	0.00	8.00	0.00	30.00	275.11	2.91	0.00	8.00	0.00	30.00	275.11
CIC (meq/100g)	9.61	10.00	2.69	5.20	14.40	27.97	10.55	10.80	1.88	8.00	16.80	17.82	9.15	10.00	2.42	5.60	12.80	26.40
P (ppm)	5.05	5.00	0.94	4.00	7.00	18.54	6.24	5.00	3.88	4.00	21.00	62.08	5.21	4.50	2.18	3.00	14.00	41.83
pH (1:2)	5.33	5.34	0.24	4.93	5.80	4.56	5.50	5.55	0.23	4.96	5.89	4.15	5.54	5.53	0.27	5.14	6.00	4.81
Ca (meq/100g)	1.49	1.64	0.81	0.35	2.97	54.82	1.72	1.83	0.51	0.92	3.35	29.46	1.26	1.08	0.52	0.48	2.17	41.30
Mg (meq/100g)	1.57	1.59	0.60	0.66	2.40	38.03	1.58	1.46	0.47	1.06	2.66	29.65	1.76	1.46	0.85	0.91	3.03	48.47
K (meq/100g)	0.14	0.12	0.03	0.09	0.22	25.30	0.11	0.10	0.02	0.09	0.19	21.08	0.09	0.09	0.02	0.07	0.14	20.03
Na (meq/100g)	0.13	0.10	0.10	0.01	0.47	73.15	0.17	0.18	0.09	0.03	0.34	51.36	0.21	0.12	0.18	0.05	0.62	84.36
N (%)	0.11	0.11	0.04	0.04	0.17	33.08	0.08	0.08	0.02	0.05	0.17	28.26	0.10	0.06	0.14	0.04	0.57	138.81
MOR (%)	1.61	1.61	0.87	0.23	2.84	65.43	1.07	0.72	0.65	0.35	2.17	61.40	0.62	0.44	0.53	0.08	1.77	84.39
CO (%)	1.05	1.05	0.49	0.13	1.68	53.65	0.78	0.61	0.64	0.10	2.90	81.62	0.53	0.31	0.49	0.04	1.64	91.86

VAR = Variables edáficas, identificadas en el cuadro 4.

P1 = Primera profundidad de muestra de suelo (0 cm - 30 cm).

P2 = Segunda profundidad de muestra de suelo (30 cm - 60 cm).

P3 = Tercera profundidad de muestra de suelo (60 cm - 90 cm).

PRO = Promedio.

MED = Mediana.

Sd = Desviación estandar.

MIN = Mínimo valor.

MAX = Máximo valor

CV = Coeficiente de variación.

de muestra (0 cm - 30 cm), tiene un valor mínimo de 5cm y un máximo de 90cm con un coeficiente de variación de 77.10%.

La distribución porcentual de las variables texturales (Arena, Limo y Arcilla), es bastante uniforme en las tres profundidades de muestra de suelos (P1, P2, P3).

El porcentaje de moteo (Mo), presentó su máximo valor (18%) en la profundidad de muestra P1 y el coeficiente de variación es alto (155), con una desviación estándar de 6,62. El nivel freático de los suelos tiene un promedio de 2,91cm, presentando su máximo valor en 30cm y desviación estándar de 8. Estos resultados de moteo y nivel freático indican que los suelos son susceptibles a las inundaciones.

La capacidad de intercambio catiónico es de mediana a baja, presenta valores promedios entre 9.15 - 10.55 meq/100gr en todo el perfil. Se observa que la misma va disminuyendo con la profundidad, debido a la disminución de materia orgánica o a la lixiviación de los cationes favorecidos por el aumento del % de arena.

Los valores promedios de pH revelan una ligera acidez en el suelo con un rango entre 4.93 - 6.00 en todo el perfil. A mayor profundidad esta acidez se hace menor, lo cual puede estar asociado a un posible lavado de cationes que ocurre en estos horizontes o a una acumulación de materia orgánica en los horizontes superficiales.

Los nutrientes como el potasio, nitrógeno, materia orgánica y carbono orgánico, presentaron sus mayores valores en la profundidad de muestra P1 y van disminuyendo su contenido a mayores profundidades. El magnesio y sodio al contrario de los anteriores, aumentan su contenido a mayores profundidades.

El Cuadro 6, muestra las estadísticas básicas de las variables respuesta por técnicas de implantación. Se puede observar que la técnica T4, presenta los mejores promedios de las variables respuesta, SOB = 4 (80%), DAP = 25.41 cm, AB = 18.33 m<sup>2</sup>/ha. La técnica T1, representa la mayor altura promedio 21.37 m, y valores aceptables en cuanto a SOB y DAP. La técnica T6, es la menos prometedora por presentar los resultados más bajos de las variables respuestas.

Los datos de las variables para las seis técnicas analizadas, presentan alta variabilidad , ésto puede deberse, a que algunos grupos están representados por árboles

Cuadro 6. Estadísticas básicas de las variables respuesta por técnicas de implantación, ensayo LE-7402 en el Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.

TEC	SOBREVIVENCIA						ALTURA (m).					
	MAX	MIN	PROM	MED	C.V	S. d	MAX	MIN	PROM	MED	C.V	S. d
T1	5.00	0.00	3.18	3.00	48.32	2.36	31	4.50	21.37	21.20	36.40	7.78
T2	5.00	0.00	2.46	2.00	77.10	3.60	25.5	4.00	16.52	18.30	43.80	7.23
T3	5.00	1.00	2.66	2.00	60.50	2.60	28.5	6.00	18.16	19.65	45.60	8.27
T4	5.00	0.00	3.41	4.00	42.20	2.08	32.5	6.00	19.89	23.00	39.10	7.78
T5	5.00	0.00	3.41	3.50	50.60	2.99	25.4	11.00	19.89	21.00	25.80	5.12
T6	4.00	0.00	2.25	2.00	50.60	1.29	23.8	5.00	14.81	16.00	49.20	7.28

TEC	D. A. P. (cm)						A. B. (m^2/ha)					
	MAX	MIN	PROM	MED	C.V	S. d	MAX	MIN	PROM	MED	C.V	S. d
T1	44.69	4.45	23.94	23.89	45.70	10.94	34.47	0.24	14.52	10.71	81.40	11.83
T2	40.00	4.32	19.04	19.67	60.40	11.51	30.60	0.23	10.40	6.14	96.10	9.99
T3	38.29	4.30	22.93	25.85	57.30	13.14	39.59	0.23	15.48	9.89	92.20	14.28
T4	38.04	10.31	25.41	25.12	40.80	10.36	46.10	1.94	18.33	13.29	83.10	15.23
T5	33.45	11.81	22.66	22.66	33.80	7.61	28.35	3.17	13.84	14.26	56.80	7.75
T6	34.41	5.00	16.53	16.11	58.30	9.64	19.07	0.55	8.05	8.09	88.10	6.65

TEC = Técnicas de implantación, identificadas en el Cuadro 4 (ver pp 29).

MAX, MIN, PROM, MED, C.V, y S.d = Estadísticas básicas, identificadas en el cuadro 5.

que se encuentran suprimidos, así como también a que otros grupos presentan árboles con alturas que superan los 30 metros.

En líneas generales, las medidas descriptivas numéricas presentadas en el Cuadro 6, señalan que las técnicas de implantación con mejores resultados, en cuanto a sobrevivencia, altura, diámetro y área basal, son las que se establecieron con tipo de plantón en stump.

#### 8.1.2. ANALISIS DE CORRELACION SIMPLE Y PARCIAL.

La correlación intenta determinar con qué precisión se describe o se explica el grado de asociación lineal entre variables. Si todos los valores de las variables satisfacen una ecuación exactamente, entonces las variables están perfectamente correlacionadas o hay correlación perfecta entre ellas.

La correlación significa codependencia, es decir, interrelación entre variables y es usada para describir la magnitud y dirección de la relación entre dos o más variables.

El Cuadro 7, presenta la matriz de correlación simple de las variables en estudio, es un tipo de correlación donde solo se analizan dos variables. Es especialmente importante estudiar la correlación de las variables respuesta con todas las demás. En el cuadro se observa, que existe un alto grado de asociación entre las variables respuesta (DAP, H, AB, y SOB), con valores superiores a 0.62. La correlación es también alta entre SOB y IC, H y IC, DAP y IC, AB y IC, todas con coeficiente de correlación superior a 0.70 pero con signo negativo, lo que indica que las variables respuesta están inversamente influenciadas por la competencia. Se observa también una correlación importante pero de menor orden entre AB y N (0.51), DAP y N (0.50), H y N (0.47), H

Cuadro 7. Matriz de correlación simple de las variables en estudio recolectadas en el ensayo LE-7402, R.F.C. Barinas, Vzla.

	SOB	H	DAP	AB	PMo	Pare	PArc	PLI	Mo	NF	CIC	P	PH	Ca	Mg	K	Na	N	MOR	CO	IC
SOB																					
H		0.62 0.00																			
DAP		0.63 0.00	0.92 0.00																		
AB		0.65 0.00	0.76 0.00	0.86 0.00																	
PMo		-0.22 0.07	-0.36 0.07	-0.27 0.03	-0.28 0.02																
Pare		-0.08 0.54	-0.09 0.54	-0.07 0.58	-0.09 0.48	0.14 0.26															
PArc		-0.01 0.96	-0.07 0.57	-0.09 0.47	-0.06 0.67	-0.03 0.80	-0.93 0.00														
PLI		0.12 0.32	0.18 0.15	0.16 0.19	0.17 0.18	-0.20 0.11	-0.97 0.00	0.82 0.00													
Mo		0.12 0.14	0.18 0.10	0.21 0.01	0.29 0.00	-0.51 0.70	0.05 0.97	0.00 0.53	-0.08												
NF		-0.11 0.40	-0.02 0.89	-0.03 0.79	-0.07 0.60	-0.17 0.17	0.38 0.00	-0.24 0.05	-0.44 0.00	0.42 0.00											
CIC		0.06 0.61	0.07 0.58	0.02 0.85	0.08 0.50	-0.36 0.00	-0.75 0.00	0.82 0.00	0.65 0.00	0.46 0.00	0.14 0.26										
P		0.18 0.14	0.13 0.14	0.23 0.10	0.30 0.01	-0.16 0.20	0.04 0.76	-0.18 0.15	0.05 0.68	0.08 0.51	-0.35 0.00	-0.31 0.01									
PH		0.08 0.52	0.15 0.23	0.07 0.56	0.09 0.47	-0.55 0.00	0.43 0.00	-0.46 0.00	-0.38 0.00	0.57 0.00	0.50 0.00	0.07 0.60	-0.18 0.15								
Ca		0.14 0.15	0.29 0.25	0.06 0.24	0.01 0.26	0.20 -0.59	0.76 0.19	0.15 -0.30	0.68 -0.10	0.51 0.72	0.00 0.61	0.01 0.19	0.16 0.16	0.83 0.83							
Mg		0.03 0.23	0.04 0.05	-0.02 0.05	0.07 0.03	-0.24 0.00	-0.80 0.13	0.82 0.01	0.74 0.41	0.25 0.00	0.00 0.00	0.88 0.13	-0.24 0.21	-0.10 0.00	0.06 0.00						
K		0.80 0.20	0.73 0.39	0.90 0.39	0.56 0.32	0.05 -0.63	0.00 -0.08	0.00 -0.02	0.00 0.13	0.04 0.33	0.98 0.37	0.00 0.18	0.05 0.27	0.42 0.32	0.66 0.54	-0.03 -0.03					
Na		0.23 0.07	0.05 0.14	0.06 0.11	0.03 0.09	0.00 -0.38	0.13 -0.50	0.01 0.28	0.41 0.61	0.01 0.16	0.00 -0.16	0.03 0.33	0.03 0.17	0.01 0.11	0.79 0.43	0.00 0.51	0.21 0.12				
N		0.24 0.24	0.47 0.47	0.50 0.50	0.51 0.51	-0.59 -0.59	0.06 0.06	-0.21 -0.21	0.03 0.03	0.62 0.62	0.27 0.00	0.09 0.45	0.44 0.00	0.46 0.00	0.71 0.67	-0.05 0.00	0.80 0.67	0.14 0.25			
MOR		0.05 0.11	0.00 -0.01	0.00 0.05	0.00 0.10	0.00 -0.07	0.62 0.84	0.09 -0.81	0.79 -0.80	0.00 0.25	0.03 0.42	0.45 -0.53	0.00 0.20	0.00 0.52	0.71 0.44	-0.61 -0.61	0.00 0.13	-0.28 -0.28	0.22 0.22		
CO		0.05 0.17	0.00 0.35	0.00 0.37	0.00 0.33	0.00 -0.19	0.62 0.57	0.09 -0.77	0.79 -0.40	0.00 0.13	0.03 0.18	0.45 -0.56	0.00 0.20	0.46 0.51	0.71 0.52	-0.61 -0.57	0.00 0.41	0.02 0.02	0.60 0.60	0.59 0.59	
C		0.18 -0.71	0.18 -0.89	0.02 -0.90	0.01 -0.74	0.13 0.23	0.00 0.06	0.00 0.07	0.00 -0.14	0.28 -0.15	0.16 0.08	0.00 -0.02	0.11 -0.18	0.00 -0.04	0.00 -0.15	0.24 0.01	0.00 -0.29	-0.06 -0.06	-0.38 -0.38	-0.07 -0.07	-0.31 -0.31
		0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.06	0.61 0.61	0.60 0.60	0.26 0.24	51.00 0.90	0.90 0.15	0.76 0.76	0.24 0.97	0.01 0.01	0.65 0.65	0.00 0.00	0.60 0.60	0.01 0.01				

Primera fila = Coeficiente de correlación. Segunda fila = Nivel de significancia.

y K (0.39), DAP y K (0.39), DAP y CO (0.37) H y Pmo (-0.36), H y CO (0.35), AB y CO (0.33), AB y K (0.32), AB y P (0.30).

En el mismo cuadro, se observa que las mayores correlaciones entre las características edáficas las presentan las variables texturales Pare y Pli (-0.97), Pare y Parc (-0.93), porque el contenido de arena en el suelo presenta una relación inversa con el contenido de arcilla y el limo.

El contenido de arena, presenta alta correlación pero negativa con la capacidad de intercambio catiónico (- 0.75), lo que indica que suelos arenosos presentan bajos valores de CIC, posiblemente esta asociación se deba a que estos suelos son bien drenados y permiten el lavado de cationes.

La correlación entre el contenido de arcilla y la capacidad de intercambio catiónico es 0.82, un aumento en el contenido de arcilla permite un aumento de cationes en el suelo. El contenido de arcilla y el contenido de magnesio, presentan alta correlación positiva (0.82), lo que demuestra que altos contenidos de arcilla se corresponden con altos valores de magnesio en el suelo. Estos resultados señalan que tan solo con conocer esta variable textural posiblemente se podría determinar la capacidad de intercambio catiónico y el magnesio en el suelo y no sería necesario medirlos directamente. La correlación entre CIC y Mg es alta y positiva (0.88) lo que corrobora lo antes planteado.

La materia orgánica presenta alta correlación positiva con el contenido de arena en el suelo (0.84), negativa con el contenido de arcilla (-0.81) y con el contenido de limo (-0.80). Estos resultados indican que en los suelos arenosos el contenido de materia orgánica es mayor y se comporta inversamente con suelos arcillosos y limosos.

Otras correlaciones interesantes se encuentran entre el pH y el calcio (0.83) a medida que el pH aumenta se incrementa el contenido de calcio y el suelo se hace al-

calino. El nitrógeno y potasio (0.80), indica que suelos con altos contenidos de nitrógeno presentan altos contenidos de potasio, por lo que tan solo conociendo una de éstas variables, se puede inferir el valor de la otra, sin necesidad de medirlo directamente.

Cuando en un análisis de varias variables, se toman en cuenta las correlaciones dos a dos, descartando la influencia de las demás, se habla de correlación parcial.

El Cuadro 8, presenta la matriz de correlación parcial para todas las variables consideradas, pero en la presente investigación, se estudió especialmente la correlación parcial de las variables respuesta (SOB, H, DAP, AB) con todas las demás variables. Se observa que las mayores correlaciones en este tipo de matriz se presentan entre el diámetro a la altura de pecho y el índice de competencia (- 0.58). Esto indica que a mayor competencia, el DAP promedio alcanzado es menor. Se observa también una correlación medianamente alta entre el área basal y la competencia (0.47) y la supervivencia con el índice de competencia (- 0.46). Estos resultados explican, que las variables respuesta están altamente influenciadas negativamente por la variable competencia.

Debe tomarse en cuenta, pero en menor grado, las correlaciones entre AB y N (0.44), AB y MOR (0.42), AB y P (-0.32), AB y CO (- 0.30). Esto implica que puede existir un aumento del área basal promedio en relación con suelos de alto contenido de materia orgánica y nitrógeno.

A su vez, es importante observar que la supervivencia presenta correlación baja-significativa con la capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno, magnesio, nivel freático y materia orgánica. El diámetro con nitrógeno, materia orgánica y potasio. El área basal con nivel freático y magnesio y la altura con el índice de competencia.

El porcentaje de moteo (Mo) y la profundidad de moteo (Pmo), conjuntamente con el nivel freático del suelo, parecen ser las variables más indicadoras de las propie-

**Cuadro 8. Matriz de correlación parcial de las variables en estudio, ensayo LE-7402 de apamate, Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Barinas, Venezuela.**

SOB	H	DAP	AB	PMo	Pare	PArc	PLi	Mo	NF	CIC	P	N	MOR	IC	CO	K	Mg
<b>SOB</b>																	
H	0.08																
DAP	-0.28	0.49															
AB	0.42	-0.08	0.70														
PMo	-0.19	-0.17	0.14	0.10													
Pare	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00												
PArc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00											
PLi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00										
Mo	-0.19	-0.11	0.12	0.03	-0.75	0.00	0.00	0.00									
NF	0.22	0.02	0.11	-0.28	0.81	0.00	0.00	0.00	0.72								
CIC	0.27	0.07	0.11	-0.30	0.68	0.00	0.00	0.00	0.80	-0.84							
P	0.26	0.05	0.13	-0.32	0.71	0.00	0.00	0.00	0.73	-0.88	-0.98						
N	-0.27	-0.05	-0.23	0.44	-0.55	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.76	0.88	0.93					
MOR	-0.22	-0.12	-0.21	0.42	-0.60	0.00	0.00	0.00	-0.58	0.80	0.92	0.95	-0.95				
IC	-0.46	-0.24	-0.58	0.47	-0.09	0.00	0.00	0.00	-0.09	0.24	0.28	0.29	-0.34	-0.37			
CO	0.25	0.07	0.10	-0.30	0.74	0.00	0.00	0.00	0.73	-0.88	-0.96	-0.98	0.82	0.93	0.26		
K	-0.12	-0.02	0.18	-0.08	-0.84	0.00	0.00	0.00	-0.83	0.77	0.62	0.60	-0.32	-0.42	0.02	0.63	
Mg	-0.26	0.02	-0.12	0.27	-0.79	0.00	0.00	0.00	-0.76	0.91	0.87	0.86	-0.72	-0.75	-0.22	0.86	-0.79

Las variables de estudio están identificadas en el Cuadro 4 (ver pp 29).

dades físicas y químicas de los suelos allí existentes, ya que son las que presentan mayor grado de asociación con el resto de las variables de estudio.

## 8.2. ANALISIS FACTORIAL DISCRIMINANTE (AFD).

El análisis discriminante comprende toda una metodología estadística multivariante, orientada fundamentalmente a alcanzar dos objetivos básicos (Márquez, 1989):

1.- Explorar las posibles diferencias que existen entre dos o más poblaciones y analizar las diferencias de dichas poblaciones. En este sentido, se trata de hallar funciones discriminantes que dependan de las variables originales y que separen las poblaciones tanto como sea posible.

2.- Conociendo ciertas características básicas de grupos de individuos pertenecientes a dos o más poblaciones determinadas, construir criterios o reglas de clasificación que permitan asignar un objeto o individuo desconocido a una de las poblaciones conocidas.

El objetivo general de practicar análisis en las tres profundidades de muestras de suelos (P1, P2, P3), es conocer si las diferentes profundidades consideradas corresponden a diferencias reales o solo a una división subjetiva.

Se consideraron dos supuestos básicos que se requieren para aplicar el análisis, como son:

- a.- Cada grupo se considera extraído de una población normal multivariante.
- b.- Las matrices de covarianza poblacionales de los grupos deben ser significativamente iguales.

Cada una de las funciones discriminantes está asociada a un valor propio; la magnitud de este valor determina el poder discriminante de la función respectiva. La función con mayor valor propio es la que tiene el mayor poder discriminatorio; el segun-

do mayor valor propio, la que tiene el segundo mayor poder discriminatorio. El número de funciones discriminatorias escogido se deja a criterio del investigador. Por lo general, se toman las dos primeras funciones discriminantes y su poder discriminatorio se transforma en porcentaje sobre el total (o varianza total), porcentaje éste que se acostumbra asentar en el gráfico del primer plano. Si hay muchos grupos ( $G$ ) de la variable explicada definidos a priori, el número de funciones discriminantes está determinado por  $G - 1$  (Garnica, 1993).

En este estudio del AFD, el número de grupos está representado por las tres profundidades de muestra de las variables de suelo ( $P_1, P_2, P_3$ ), lo que resulta en el presente análisis, trabajar con dos funciones discriminantes ( $G - 1$ ), por lo tanto un solo plano resume toda la masa de datos.

En el AFD, uno de los indicadores valiosos (quizás el primero en observar) que determina si el análisis ha logrado su objetivo de clasificación es el porcentaje de correcta clasificación (pcc). Si este porcentaje es alto, no importa la violación de los supuestos señalados anteriormente como a y b, pero si es bajo, no se podría asegurar si se debe a la violación de los supuestos o al uso de variables discriminantes débiles. Otra herramienta valiosa es el mismo gráfico o plano principal; si las  $G$  poblaciones de individuos quedan bien separadas entre sí, es que se ha logrado una buena clasificación.

El Cuadro 9, presenta las dos funciones discriminantes seleccionadas y la primera es la que tiene mayor poder discriminatorio, por presentar el mayor autovalor (1.4886). Las correlaciones canónicas en el AFD, son una medida de la relación que existe entre las variables discriminantes y la estructura de los grupos. Se observa una alta asociación de las variables con los grupos (0.77 y 0.63), ya que entre más cerca de

1 esté el valor, las variables explican mejor la estructura de los grupos. Pero es el porcentaje de correcta clasificación el indicador más valioso en el AFD, ya que determina si el análisis ha logrado su objetivo de clasificación.

Cuadro 9. Resultados de las funciones discriminantes (autovalores, porcentaje relativo y correlación canónica) del AFD aplicado a las profundidades de muestra (P1, P2, P3).

Función discriminante	Autovalores	Porcentaje relativo	Correlación canónica
1	1.4886427	69.69	0.77342
2	0.6474938	30.31	0.62691

El Cuadro 10, presenta la tabla de clasificación de las tres profundidades de muestra en estudio; se observa que la primera profundidad, clasificó bien sus variables en 83.33%, la segunda profundidad solo el 60.61% y la tercera en un 95.45%.

Cuadro 10. Porcentaje de correcta clasificación.

Grupo actual	Grupos predichos (conteo, porcentaje)			Total
	1	2	3	
1	(55) (83.33)	(11) (16.67)	(0) (.00)	(66) (100.00)
2	(12) (18.18)	(40) (60.61)	(14) (21.21)	(66) (100.00)
3	(1) (1.52)	(2) (3.03)	(63) (95.45)	(66) (100.00)

El Cuadro 11, muestra el estadístico chi-cuadrado con los correspondientes grados de libertad y nivel de significancia; y la Lambda de Wilks. Se ve que chi-cuadrado

$(0) = V = 267.38311$ , lo cual sirve para contrastar la hipótesis nula  $H_0$  : En el espacio discriminante completo ( $r$ ) las poblaciones son iguales, y la hipótesis alternativa  $H_1$  : En el espacio discriminante completo ( $r$ ) las poblaciones no son iguales. El nivel de significancia es  $P = 0.00000 < 0.01$ , lo que permite concluir que en el espacio discriminante completo ( $r$ ), existen diferencias significativas entre los grupos y se rechaza  $H_0$ . En otras palabras, el resultado indica que si existe poder discriminante significativo entre las variables de las tres profundidades de muestra.

Para chi-cuadrado (1) =  $V - V_1 = 94.60886$  permite contrastar la hipótesis nula  $H_0$  : Las ultimas ( $r - t$ ) funciones discriminantes no son estadísticamente significativas, y  $H_1$  : Las ultimas ( $r - t$ ) funciones discriminantes son estadísticamente significativas. El nivel de significancia es  $P = 0.00000 < 0.01$ , se concluye que las funciones discriminantes restantes, después de haber tomado la primera (en este caso solo existen dos funciones), también tiene poder discriminante significativo y se rechaza la  $H_0$ , y por lo tanto también se debe tomar en cuenta. Lo que indica que todas las funciones discriminantes elegidas presentan significativamente alto poder discriminante entre las variables de los tres grupos seleccionados ( $P_1, P_2, P_3$ ), corroborando que existen diferencias reales en cuanto a las características del suelo del ensayo en estudio.

Cuadro 11. Resultados de la lambda de Wilks y Chi-cuadrado con su correspondiente grados de libertad y nivel de significancia.

Función derivada	Lambda Wilks	Chi-cuadrado	G.L.	N. significancia
0	0.2439011	267.38311	24	0.00000 **
1	0.6069826	94.60886	11	0.00000 **

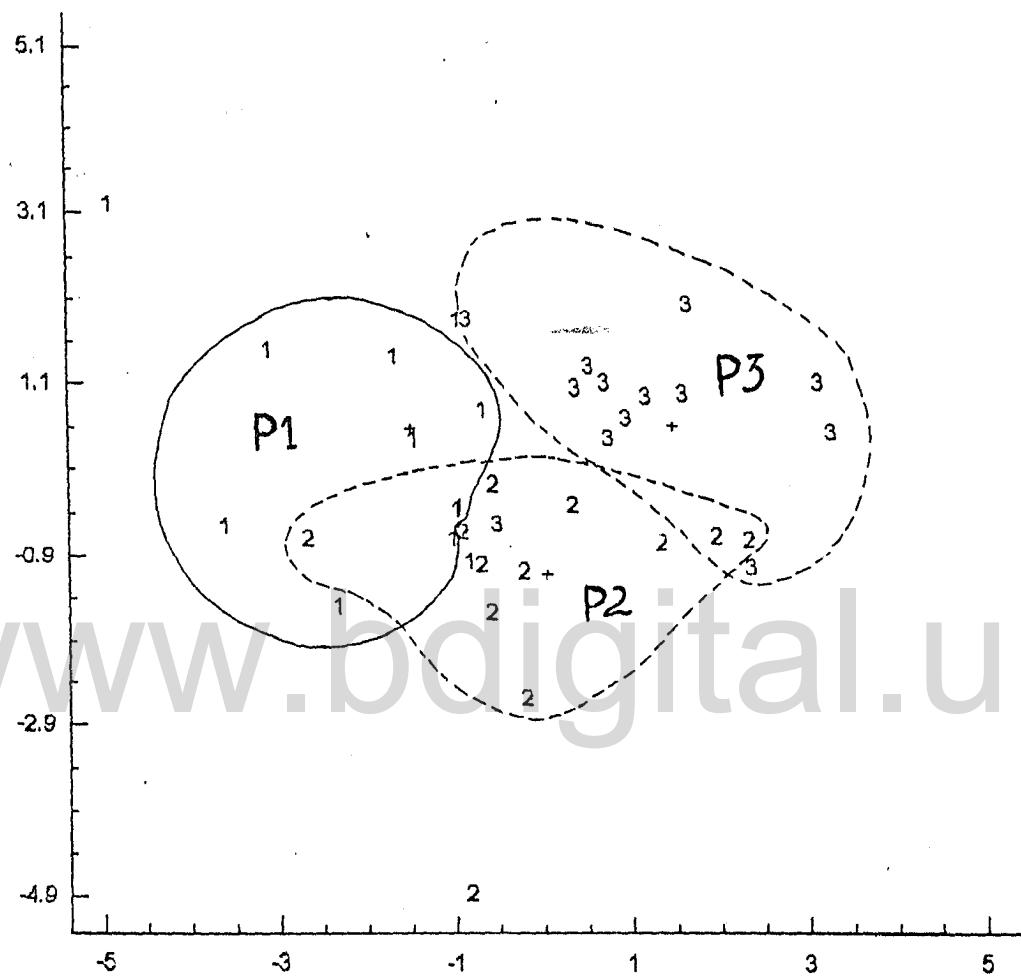
Siempre y cuando los Indicadores presentados en los cuadros anteriores, sean adecuados, la interpretación de la estructura de las variables o la proyección de la nube de individuos tiene sentido. En la Figura 4, compuesta por el plano principal, se proyectan los puntos-variables. En este plano se analizan las cercanías entre los puntos y se observa una clasificación bien definida para las profundidades de muestra P1 y P3. La profundidad de muestra P2, presenta muchas semejanzas en sus variables con respecto a P1 y P3, ya que once de sus variables se clasificaron en P1 y dos en P3.

En líneas generales, se puede concluir que como el porcentaje de correcta clasificación es alto en las tres profundidades 83.33%, 60.61% y 95.45%, respectivamente, entonces las tres profundidades seleccionadas se corresponden a diferencias reales existentes en el suelo. La profundidad P2, como es de esperarse tiene un menor grado de diferenciación por encontrarse en una posición intermedia entre las profundidades de muestra P1 y P3, por lo tanto sus características físicas y químicas en los extremos son similares por mezclarse con las características del extremo inferior de la profundidad P3 ó con el extremo superior de la profundidad P1.

Es importante señalar que cuando el porcentaje de correcta clasificación es alto, no importa la violación de los supuestos, los grupos podrían ser extraídos de una población no normal multivariante y las matrices de covarianza poblacionales de los grupos podrían significativamente ser diferentes (Gamica, 1993).

Los resultados del AFD, sugirieron que los análisis estadísticos multivariantes, donde intervengan variables de suelo, deben realizarse para cada una de las profundidades, ya que las variables de cada profundidad tienen alto poder discriminatorio y forman grupos aparte.

### Función discriminante 2



### Función discriminante 1

Figura 4. Proyección en el plano principal de los grupos clasificados (P1, P2, P3) según el análisis factorial discriminante (AFD).

### **8.3. ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP).**

El ACP es una técnica útil para reducir el número de variables en un conjunto de datos, que consiste en encontrar combinaciones lineales de aquellas variables que explican la mayor parte de la variabilidad. Con este método se puede crear un nuevo conjunto más reducido de variables, las cuales además estarán incorrelacionadas. Los componentes principales son derivados en orden decreciente de importancia, de forma tal que el primero es el que explica la mayor cantidad de variación total contenida en los datos originales. Este método no requiere de un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores y no necesita hacer supuestos acerca de la distribución de probabilidad de las variables originales. Sin embargo, si los componentes presentan distribución normal, entonces son independientes (Jerez, 1992).

El ACP consiste en la obtención de los componentes o ejes principales, incorrelacionados entre sí. El cálculo del primer componente, como una combinación lineal de las  $p$  variables iniciales, se hace en base a la consecución de la máxima varianza de los individuos; así, el primer eje representa una proporción de la varianza explicada de los individuos. Luego, el cálculo del segundo eje, no correlacionado con el primero, es también una combinación lineal de las variables y representa otra parte de la variación explicada de los individuos. El proceso se desarrolla hasta conseguir el  $p$ -ésimo componente o eje (donde  $p$  es el número de variables originales). Cada uno de los componentes recoge una parte de la variación de la nube original de los individuos.

Los objetivos más importantes de todo análisis por componentes principales son:

- 1.- Generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos.

2.- Reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando, como paso previo para futuros análisis.

3.- Eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales

El objetivo de aplicar los ACP en la presente investigación es el de generar un grupo pequeño de variables edáficas que puedan expresar la información del gran conjunto original, eliminando algunas variables que aportan poca información, con el fin de seleccionar las más adecuadas para futuros análisis o estudios similares posteriores.

Se utilizó la matriz de correlación para calcular los componentes principales, porque las varianzas son muy disímiles, debido a que las variables poseen diferentes escalas de medición y se quiere dar igual importancia para todas ellas. Se utilizó un paquete estadístico y se efectuaron los análisis para las tres profundidades de muestra (P1, P2, P3), porque los resultados del análisis factorial discriminante indicaron diferencias significativas entre las variables de cada profundidad de muestra.

### **8.3.1. Análisis de componentes principales (ACP) para la profundidad de muestra P1**

(0 cm - 30 cm).

#### **8.3.1.1. Número de componentes a retener.**

En los estudios de ACP, bien sean éstos basados en la matriz de correlaciones o en matriz de varianza-covarianza, no existen normas estrictas sobre cuántos componentes principales deben retenerse. El criterio en la presente investigación está basado en conservar aquellos componentes cuyos valores propios sean superiores a uno, criterio de Kaiser (citado por Pla, 1986) y que representen un alto porcentaje de la varianza explicada y sean importantes para el estudio.

Del ACP para la primera profundidad (P1), se desprende que de los 16 componentes obtenidos, solamente los primeros cuatro se pueden considerar de importancia, ya que en conjunto explican el 85.20% de la variabilidad total (Cuadro 12), valor que se considera aceptado, tomando en cuenta los objetivos de estudio. Por lo antes expuesto, solo se tomaran en cuenta los cuatro primeros componentes para los análisis siguientes.

El Cuadro 12, presenta los valores propios asociados a cada componente principal, el porcentaje de varianza explicado por cada componente y el porcentaje de varianza total acumulado. Se conservaron cuatro componentes principales de acuerdo a lo explicado en el punto 8.3.1.1. (retener los componentes con valores propios superiores a 1). Para el primer componente, el autovalor asociado es 6.0763 y el porcentaje de varianza explicado es 38.00 %. Para el segundo componente, dichos valores son 4.5284 y 28.30 %. El tercer componente presenta autovalor de 1.9845 y el porcentaje de varianza explicado es 12.40 %; mientras que para el cuarto componente es 1.0554 y 6.50 %, respectivamente. En total los cuatro primeros componentes representan el 85.20% de la variabilidad, resultado que se puede considerar bastante alto.

**Cuadro 12. Resultados de los valores propios y porcentaje de la variación de cada componente seleccionado según el análisis de componentes principales para la profundidad de muestra P1.**

COMPONENTES	VALOR PROPIO	VARIANZA EXPLICADA (%)
1	6.0763	38.00
2	4.5284	28.30
3	1.9845	12.40
4	1.0334	6.50

El Cuadro 13, indica los vectores propios correspondientes a los autovalores, es decir presenta los coeficientes asociados a cada componente principal. Para el primer componente, se observa, que el primer vector propio, que contiene los coeficientes de la combinación lineal que dará origen al primer componente principal, presenta los mayores valores para las variables contenido de arcilla (-0.3806), contenido de arena (0.3743), materia orgánica (0.3606), contenido de limo (-0.3434) y carbono orgánico (0.3164). Pero de estas variables, los contenidos de arcilla y limo tienen signo negativo. Así, para un tipo de suelo con altos contenidos de arcilla y limo, tendrá bajos contenidos de arena, materia orgánica y carbono orgánico. Esto es, valores grandes del primer componente, están asociados a valores grandes de las variables arena, materia orgánica y carbono orgánico. Igualmente, valores pequeños en el primer componente, corresponden a valores grandes en el contenido de arcilla y limo.

Este primer componente se podría definir como un indicador de texturas arenosas con altos contenidos de materia orgánica.

Para la interpretación del segundo componente, si se consideran los mayores valores absolutos se observa, que el contenido de calcio (0.3813), la profundidad del moteo (-0.3739), porcentaje de moteo (0.3489), nitrógeno (0.3487) y potasio (0.3205), determinan el valor de este componente. Pero la profundidad del moteo tiene signo negativo, en tanto que las restantes llevan signo positivo. Así, para un suelo con profundidad de moteo alto y bajos porcentajes en las tres restantes, el valor del segundo componente será bajo y para suelos con altos contenidos de calcio, nitrógeno y porcentaje de moteo, el valor del segundo componente será alto.

El segundo componente se podría definir como indicador de drenaje en el suelo y de contenido de nutrientes, específicamente nitrógeno y calcio.

El tercer componente trata de explicar al contenido de fósforo, con un valor positivo de 0.5740 y negativo para la variable nivel freático (-0.4472). El suelo que presente un alto valor para el tercer componente tendrá altos contenidos de fósforo y el nivel freático bajo. Este componente podría llevar el nombre, contenido de fósforo.

Para el cuarto componente, las variables "K" potasio y "Na" sodio, presentan los mayores coeficientes, -0.4782 y 0.6272, respectivamente. El potasio a diferencia del sodio, tiene signo negativo. Esto es, valores grandes del cuarto componente, están asociados a valores grandes en el contenido de sodio y a valores pequeños de potasio. Este cuarto componente se puede definir contenido de sodio.

Cuadro 13. Vectores propios entre los componentes seleccionados y las variables de estudio, según el ACP para la primera profundidad (P1).

VAR	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4
Pmo	-0.0441	-0.3739	-0.0829	-0.0097
ARE	0.3743	-0.1494	-0.1169	0.0353
ARC	-0.3806	0.1011	-0.0676	-0.1856
LIM	-0.3434	0.1693	0.2252	0.0622
Mo	0.0922	0.3489	-0.1817	-0.0493
NF	0.1766	0.1674	-0.4472	-0.2362
CIC	-0.2672	0.2902	-0.2674	-0.1089
P	0.0737	0.0507	0.5740	-0.1101
pH	0.2429	0.2682	-0.2338	0.2838
Ca	0.1933	0.3813	-0.0347	0.2313
Mg	-0.3117	0.2254	-0.1775	0.1194
K	0.1015	0.3205	0.1975	-0.4782
Na	-0.1348	0.2497	0.2101	0.6272
N	0.1628	0.3487	0.2482	-0.2919
MOR	0.3606	-0.0098	-0.0657	0.0659
CO	0.3164	0.0863	0.2318	0.1349

### 8.3.1.2. Estudio de las variables.

El Cuadro 14, presenta las correlaciones lineales y las correlaciones al cuadrado (coeficientes de determinación) entre las variables originales y los componentes principales, ambas permiten saber en forma numérica, como están estructuradas las variables.

Con respecto al primer componente, las variables arena (ARE), materia orgánica (MOR) y carbono orgánico (CO), tienen una correlación alta y positiva ( $>0.75$ ); las variables arcilla (ARC), limo (LIM) y magnesio (Mg) tienen una correlación alta y negativa ( $>-0.75$ ). Se observa también otras correlaciones importantes pero de menor peso que las anteriores en las variables CIC (-0.66) y pH (0.60). Tomando en cuenta el valor propio de este componente y las correlaciones al cuadrado; las ocho variables contribuyen con el 66.66% a la formación del primer componente.

El segundo componente está determinado por las variables calcio (Ca), moteo (Mo) y nitrógeno (N), tienen una correlación alta y positiva  $> 0.74$ , y por la variable profundidad del moteo (Pmo) que presenta correlación alta pero negativa ( $>-0.79$ ). Otra variable de interés en este componente es el potasio (K) y presenta correlación positiva  $> 0.68$ . Las cinco variables contribuyen con el 63.13% al segundo componente.

El tercer componente, tiene importancia en explicar al fósforo (P), sin tomar en cuenta el resto de las variables. La correlación con el componente es alta y positiva mayor  $>0.80$ . Altos valores del tercer componente indican alto contenido de fósforo en el suelo.

El cuarto componente trata de explicar al sodio (Na) y tiene correlación positiva  $> 0.63$ . Altos valores del cuarto componente indican alto contenido de sodio en el suelo.

Cuadro 14. Correlaciones entre las variables y los componentes principales y correlaciones al cuadrado (Estudio de las variables)

VAR	COMP 1	COMP 2	COMP 3	COMP 4
PMo	-0.1088	0.0118	-0.7957	0.6332
ARE	0.9226	0.8513	-0.318	0.1011
ARC	-0.9382	0.8801	0.2152	0.0463
LIM	-0.8465	0.7166	0.3602	0.1297
Mo	0.2273	0.0517	0.7425	0.5513
NF	0.4354	0.1896	0.3563	0.127
CIC	-0.6586	0.4338	0.6175	0.3813
P	0.1817	0.033	0.1079	0.0116
PH	0.5987	0.3585	0.5708	0.3258
Ca	0.4766	0.2272	0.8115	0.6585
Mg	-0.7682	0.5902	0.4797	0.2301
K	0.2501	0.0626	0.6821	0.4653
Na	-0.3322	0.1103	0.5314	0.2824
N	0.4014	0.1611	0.7421	0.5507
MOR	0.889	0.7903	-0.0208	0.0004
CO	0.7799	0.6082	0.1837	0.0337

www.bdigital.ula.ve

8.3.1.3. Gráficos.

Los gráficos permiten interpretar más fácilmente los resultados obtenidos anteriormente. En general, aquellas variables que se agrupan próximas al origen serán las que menos se correlacionan con los componentes principales, y serán poco explicadas por el componente. Las más alejadas del mismo y que se sitúen en una dirección cuyo ángulo con el eje es pequeño, su proyección será poco deformada y la variable estará bien representada sobre ese eje y por consiguiente será mejor explicada por el componente.

En la Figura 5, semuestra la representación biplot del plano principal, se ha registrado la correlación de cada variable con los dos primeros componentes principales. Tomando en cuenta lo expuesto en el párrafo anterior, se puede decir que el porcentaje

de arena (Pare), la materia orgánica (MOR) y el carbono orgánico (CO) son las variables mejor representadas en el componente 1 plano positivo, conjuntamente con el porcentaje de arcilla (Parc), limo (Pli), magnesio (Mg) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), ubicadas en el plano negativo. La profundidad del moteo (Pmo), porcentaje de moteo (Mo), calcio (Ca), nitrógeno (N) y potasio (K), son mejor representadas en el eje 2. En la Figura 6, se presentan las correlaciones entre las variables y los componentes tres y cuatro, en el mismo se aprecia que el P y el NF están mejor representados en el componente tres y la variable Na en el componente cuatro.

En líneas generales, se ha logrado una considerable reducción en la dimensionalidad del problema, ya que de las 16 variables edáficas correlacionadas, se transformaron en un nuevo conjunto menor (4) llamados componentes principales. Dichos componentes son combinaciones lineales de las variables originales, derivadas en orden decreciente de importancia, de tal manera que el primer componente sea el que explique la mayor cantidad posible de variación total contenida en los datos originales.

En resumen, las variables que contribuyen más a explicar la variabilidad del suelo, son las representadas en el plano principal formado por los dos primeros componentes, por ser el más representativo y el menos deformador. Generalmente hay que notar, que el plano principal se caracteriza por el contenido de materia orgánica, texturas arenosas, contenido de calcio, nitrógeno, potasio y por las variables que representan el drenaje del suelo (profundidad y porcentaje de moteo).

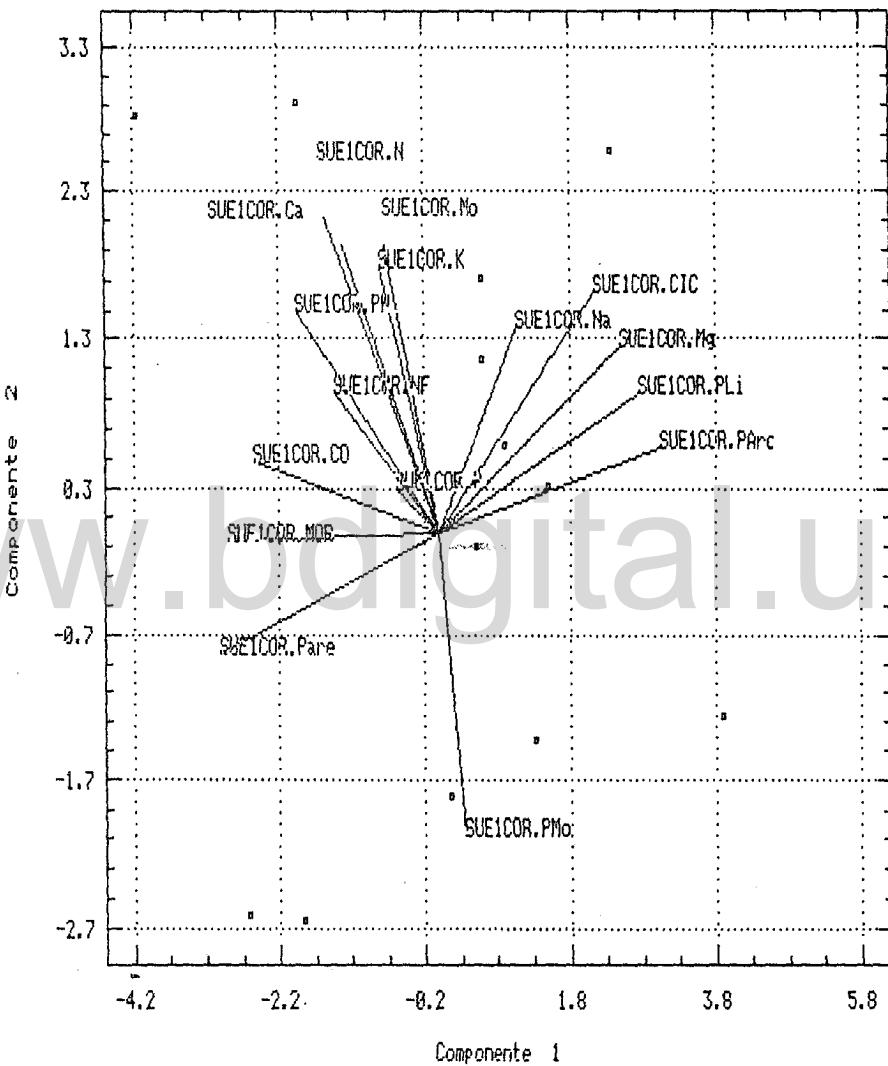


Figura 5. Representación biplot del plano principal para las variables edáficas de la primera profundidad de muestra (P1), según el análisis por componentes principales.

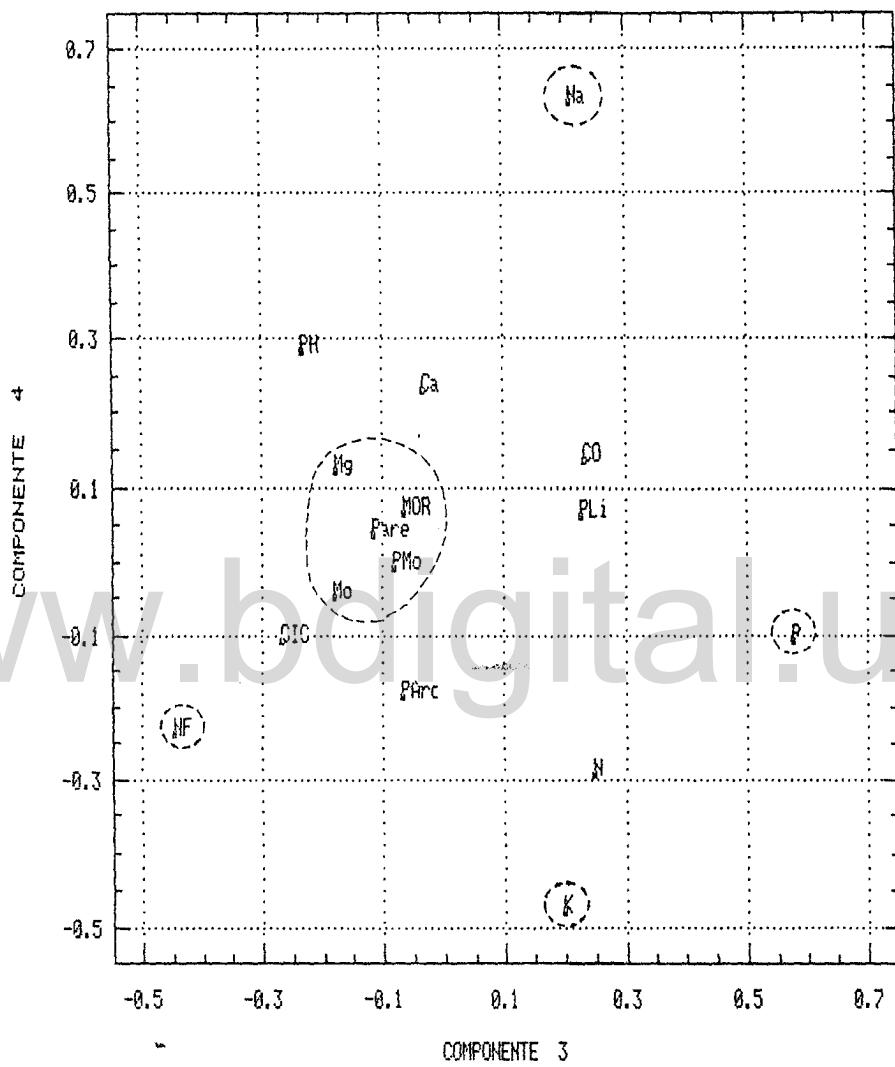


Figura 6. Representación gráfica para las variables edáficas de la primera profundidad de muestra (P1) componentes 3 y 4, según el análisis por componentes principales.

### **8.3.2. Análisis de componentes principales (ACP) para la profundidad de muestra P2 (30 cm - 60 cm).**

#### **8.3.2.1. Número de componentes a retener.**

El criterio sobre el número de componentes a retener es el mismo aplicado para la profundidad de muestra P1 (Punto 8.3.1.1). Por lo que se desprende que de los 15 componentes resultantes, solamente los primeros cuatro se consideran importantes. El cuadro 15, muestra el autovalor asociado a cada componente, el porcentaje de varianza explicado por cada componente y el porcentaje de varianza total. En conjunto explican el 83.5% de la variabilidad total, porcentaje que se considera suficiente y aceptable, para demostrar los objetivos propuestos.

Cuadro 15. Resultados de los valores propios y porcentaje de la variación explicada de cada componente seleccionado por el ACP para la segunda profundidad de muestra (P2).

COMPONENTES	VALOR PROPIO	VARIANZA EXPLICADA (%)
1	4.62	30.80
2	3.92	26.10
3	2.03	13.50
4	1.97	13.10
TOTAL		83.50

El Cuadro 16, presenta los vectores propios correspondientes a los autovalores, es decir, los coeficientes asociados a cada componente. Se observa que el primer vector, que contiene los coeficientes de la combinación lineal que dará origen al primer componente, muestra los mayores valores para el contenido de arena (0.4047) y porcentaje de moteo (0.4056). El porcentaje de moteo (Mo) tiene signo negativo, así, un suelo con altos contenidos de arena (ARE) y bajos para Mo, el valor del primer componente será alto y para un suelo con altos valores de moteo, el contenido de arena será bajo y el valor del componente será también bajo. Este componente podría identificar textura y drenaje. Por consiguiente, suelos con bajos contenidos de arcilla y limo serán bien drenados.

El segundo componente está determinado por nitrógeno (-0.4267), carbono orgánico (-0.4215), calcio (-0.4121), potasio (-0.3775) y fósforo (-0.3729) así, en un suelo con altos contenidos de estos nutrientes (N, CO, Ca, K y P) el valor del segundo componente será alto. El componente indica contenido de nutrientes en el suelo.

El tercer componente tiene alto coeficiente positivo para capacidad de intercambio catiónico (0.4142) y negativo para materia orgánica (-0.4572) y pH (-0.4445). Suelos con altos valores de CIC y bajos para MOR y pH, tendrá altos valores para el tercer componente. Los suelos con altos valores para MOR y pH, harán bajar este componente. El tercer componente es difícil de identificar, pero la capacidad de intercambio catiónico juega un papel importante en éste componente.

La interpretación del cuarto componente, si se observan los mayores valores absolutos, lo determinan las variables limo (0.4507) y nivel freático (-0.4197). El NF tiene signo negativo, lo que indica que suelos con altos valores de esta variable y bajos para

LIM, el valor del cuarto componente será bajo. Este componente se podría identificar como indicador de texturas limosas en el suelo.

**Cuadro 16. Vectores propios entre los componentes principales y las variables de estudio según el ACP para la profundidad de muestra (P2).**

VAR	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4
ARE	<b>0.4047</b>	0.0859	-0.0560	-0.3005
ARC	-0.3415	-0.0982	0.0428	-0.1737
LIM	-0.3435	-0.0538	0.0512	<b>0.4507</b>
Mo	<b>-0.4056</b>	0.0157	-0.2694	-0.101
NF	-0.2306	-0.1029	-0.1415	<b>-0.4197</b>
CIC	-0.2555	-0.2440	<b>0.4142</b>	0.1224
P	0.2058	<b>-0.3729</b>	-0.1974	0.1299
PH	-0.1263	-0.1420	<b>-0.4445</b>	-0.3819
Ca	-0.0077	<b>-0.4121</b>	-0.0480	-0.2076
Mg	-0.2558	-0.2580	0.2143	-0.0809
K	0.1352	<b>-0.3775</b>	0.2665	-0.1712
Na	-0.2982	-0.0816	-0.3994	0.2157
N	0.1339	<b>-0.4267</b>	-0.0546	0.2514
MOR	0.1843	-0.0720	<b>-0.4572</b>	0.3514
CO	0.1891	-0.4215	-0.0309	0.0129

### 8.3.2.2. Estudio de las variables.

El Cuadro 17, presenta las correlaciones lineales y los coeficientes de determinación de las variables, ambas permiten saber en forma numérica, como están estructuradas.

Con respecto al primer componente, ARE (0.87) y Mo (-0.87) son las variables que mejor se correlacionan y explican al componente. En este caso valores grandes de arena(ARE), se asocian con altos vaiores para el componente y bajos para el moteo (Mo). También tienen importancia pero de menor peso el contenido de arcilla (ARC) y el

Cuadro 17. Correlaciones entre las variables y los componentes principales y correlaciones al cuadrado ( Estudio de las variables).

VAR	COMP 1		COMP 2		COMP 3		COMP 4	
ARE	0.8704	0.7576	0.1700	0.0289	-0.0799	0.0064	-0.4214	0.1776
ARC	-0.7344	0.5394	-0.1943	0.0378	0.0609	0.0037	-0.2436	0.0593
LIM	-0.7368	0.5458	-0.1065	0.0113	0.0729	0.0053	0.6320	0.3994
Mo	-0.8723	0.7608	0.0311	0.0010	-0.3840	0.1474	-0.1417	0.0201
PF	-0.4959	0.2459	-0.2036	0.0415	-0.2018	0.0407	-0.5886	0.3464
CIC	-0.5494	0.3019	-0.4829	0.2332	0.5904	0.3486	0.1717	0.0295
P	0.4425	0.1958	-0.7381	0.5449	-0.2813	0.0791	0.1822	0.0332
PM	-0.2716	0.0738	-0.2812	0.0790	-0.6335	0.4014	-0.5355	0.2868
Ca	-0.0166	0.0003	-0.8157	0.6654	-0.0684	0.0047	-0.2912	0.0848
Mg	-0.5502	0.3028	-0.5107	0.2609	0.3055	0.0933	-0.1135	0.0129
K	0.2909	0.0846	-0.7471	0.5582	0.3798	0.1443	-0.2401	0.0576
Na	-0.6414	0.4114	-0.1615	0.0261	-0.5692	0.3240	0.3024	0.0915
N	0.2881	0.0830	-0.8446	0.7133	-0.0779	0.0061	0.3525	0.1242
MOR	0.3964	0.1571	-0.1425	0.0203	-0.6516	0.4246	0.4927	0.2428
CO	0.4067	0.1654	-0.8343	0.6960	-0.0441	0.0019	0.0181	0.0003

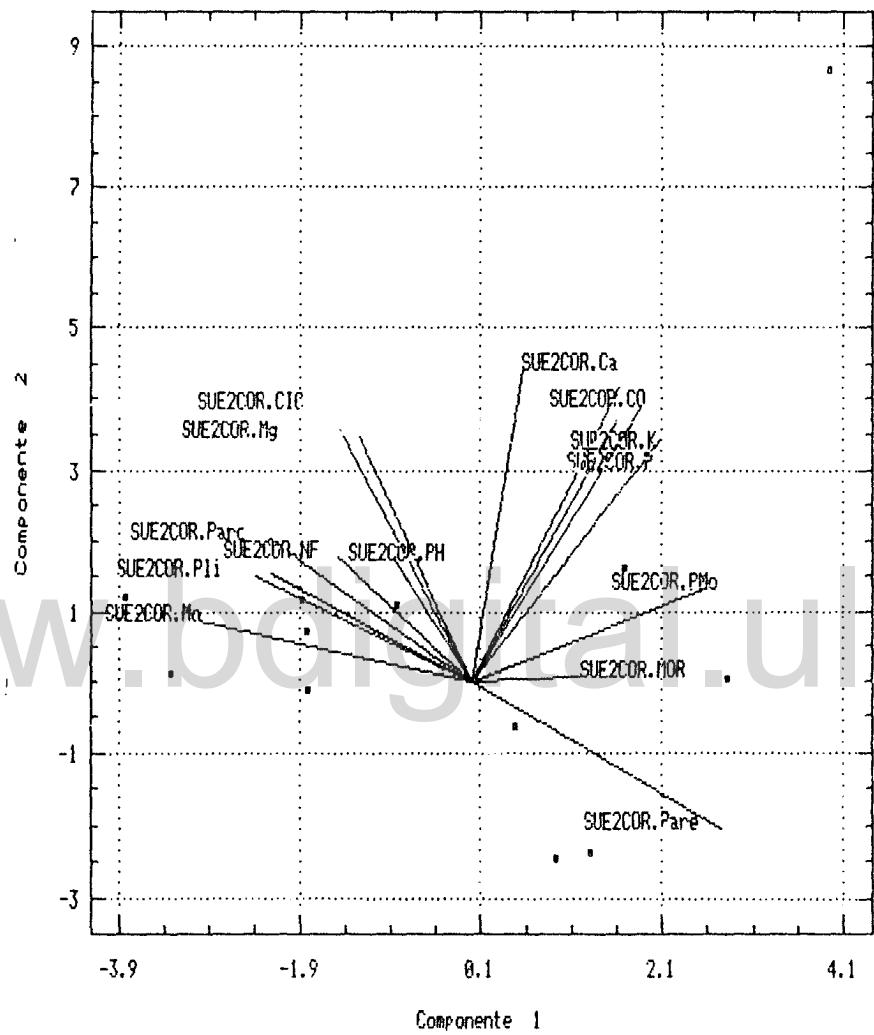
contenido de limo (LIM) -0.73 y -0.74, respectivamente. La distribución de las variables en este componente reflejan una alta inclinación sobre las variables texturales y señalan además cierta importancia del drenaje del suelo, por la calidad de representación que en el componente posee el porcentaje de moteo.

El segundo componente, básicamente indica contenido de nutrientes en el suelo. Las correlaciones de las variables reflejan que éste está formado por nitrógeno (-0.84), carbono orgánico (-0.83) y calcio (-0.81) y con importancia pero con menor peso que las anteriores se encuentran potasio (-0.74) y fósforo (-0.73).

El tercer componente se encuentra altamente correlacionado con el pH (-0.63), la materia orgánica (-0.65) y la capacidad de intercambio catiónico (0.59). De las tres variables, la CIC es la única que posee signo positivo, por lo que valores elevados del componente representan buena distribución de cationes en el suelo.

En el cuarto componente, se encuentran esencialmente el limo (0.63) y el nivel freático (-0.59). El NF tiene signo negativo, por lo que suelos con altos contenidos de limo (LIM), presentaran bajos niveles freáticos. El resto de las variables tienen poca importancia en explicar el componente.

En la Figura 7, se muestra la representación biplot del plano principal y se han registrado las correlaciones de cada variable con los dos primeros componentes, se puede decir que las variables indicadoras del contenido de arena, moteo y limo, son las que se alejan hacia los extremos y su angulo de dirección con el origen del eje es menor en el componente 1. Mientras que calcio, potasio, nitrógeno, carbono orgánico y fósforo, son mejor representadas en el componente 2. El resto de las variables se agrupan cerca



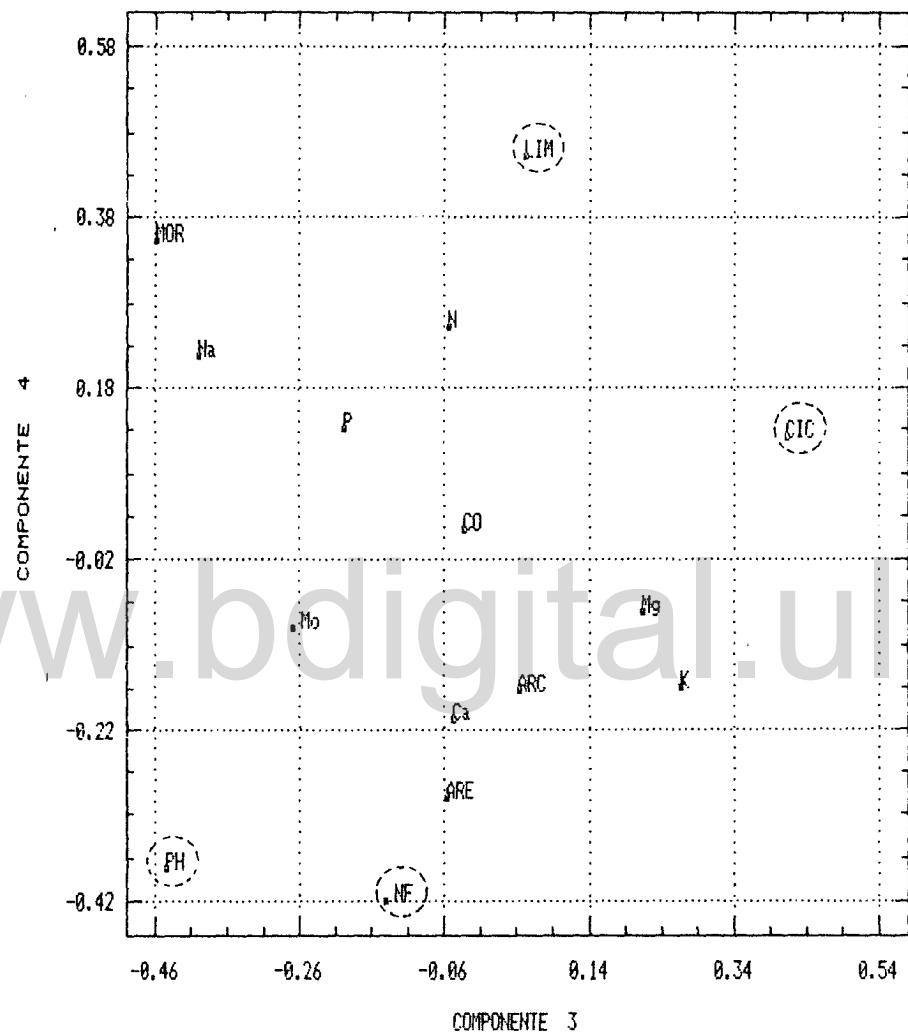
**Figura 7. Representación biplot del plano principal para las variables edáficas de la segunda profundidad de muestra (P2), según el análisis por componentes principales.**

del origen y el ángulo que forman con el centro es grande, por lo que estas variables no son muy bien representadas en el plano principal.

La Figura 8, señala las correlaciones de las variables en los planos 3 y 4. En el plano negativo del eje 3, las variables más alejadas y cuyo ángulo es menor con respecto al origen, se encuentran MOR, Na y posiblemente pH. En el eje 4, se encuentran bien representadas las variables NF y LIM. El resto de las variables se distribuyen cerca del origen el ángulo con el mismo es grande, por lo que no son bien representadas por los planos tres y cuatro.

Se puede concluir, que para la profundidad de muestra P2, las variables mas importantes son: ARE, LIM, Mo, Ca, K, N, P, MOR, Na, pH y NF, distribuidas en los primeros cuatro componentes.

En resumen, el primer componente significa suelos con altos contenidos de arena y bien drenados. El segundo componente es indicador de presencia de macronutrientes en el suelo. El tercero es difícil de definir, ya que los vectores propios, que son buenos indicadores para identificar los componentes, presentan sus mejores valores para la materia orgánica, pH y la capacidad de intercambio catiónico, y en el gráfico, las variables mejor representadas son materia orgánica y sodio. El cuarto componente se podría identificar como suelos con texturas limosas.



**Figura 8. Representación gráfica para las variables edáficas de la segunda profundidad de muestra (P2) componentes 3 y 4, según el análisis por componentes principales.**

### **8.3.3. Análisis de componentes principales (ACP) para la profundidad de muestras de suelo P3 (60 cm - 90 cm).**

#### **8.3.3.1. Número de componentes a retener.**

El criterio para la retención de los componentes es el mismo aplicado a la profundidad de muestra P1 (Punto 8.3.1.1). Del análisis realizado, solamente los cuatro primeros componentes se consideraron importantes para el estudio, ya que el resto no explicaba a ninguna variable en particular. En conjunto explican el 85.5% de la variación total, cifra que se considera razonable para un análisis de componentes principales. Siguiendo el criterio de Kaiser, solo los cuatro primeros autovalores presentan un valor mayor al promedio (=1), por lo que resulta retener los cuatro primeros componentes.

El Cuadro 18, muestra el autovalor (valor propio) asociado a cada componente principal, el porcentaje de varianza explicado por cada componente y el porcentaje de varianza total. Para el primer componente, el autovalor asociado es 7.33 y el porcentaje de varianza explicado es de 48.9 %; el segundo componente presenta autovalor de 2.33 y el porcentaje de varianza es de 14.8 %; para el tercero 1.88 y 12.5 %; mientras que para el cuarto componente, dichos valores son 1.39 y 9.3 % respectivamente.

Cuadro 18. Resultados de los valores propios y porcentaje de la variación para los primeros cuatro componentes del ACP para la tercera profundidad de muestra (P3).

COMPONENTES	VALOR PROPIO	VARIANZA EXPLICADA (%)
1	7.33	48.90
2	2.23	14.80
3	1.88	12.50
4	1.39	9.30
TOTAL		85,5

En el cuadro 19, se indican los autovectores correspondientes a los autovalores, es decir, presenta los coeficientes asociados a los cuatro primeros componentes. Para el primer componente las variables ARE, ARC, LIM, CIC, Mg y Na, tienen la mayor contribución y es relativamente similar; sin embargo, el coeficiente de la variable ARE a diferencia de los otros es positivo, por lo que valores grandes de esta variable, producen valores grandes del primer componente y valores pequeños en el resto de las variables. Las variables pH, Mo y Ca, tienen alguna importancia pero de menor peso que las anteriores. Este componente podría indicar texturas arenosas.

En el segundo componente las variables con más peso son K y CO, lo que indica que a valores grandes de las variables K y CO, se asocian valores altos del componente. Para el tercer componente las variables que contribuyen a su formación son MOR y N, con menos fuerza que las primeras se presenta NF. En el cuarto componente, P y Ca, son las que contribuyen a su formación, y con cierta importancia el NF, el resto tienen una contribución pequeña. Estos componentes se identificarían como indicadores de nutrientes en el suelo.

Cuadro 19. Vectores propios entre los componentes principales y las variables de estudio según el ACP para la profundidad de muestra P3.

VAR	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4
ARE	<b>0.3228</b>	0.2423	0.1649	0.0512
ARC	<b>-0.3351</b>	-0.1119	-0.1931	-0.0822
LIM	<b>-0.3053</b>	-0.3143	-0.1477	-0.0621
Mo	-0.2596	-0.1880	-0.2798	-0.1258
NF	-0.2319	0.1775	0.3741	-0.3831
CIC	<b>-0.3393</b>	-0.0336	-0.1912	0.0089
P	0.1146	-0.3158	0.0690	<b>-0.4551</b>
pH	-0.2686	0.0685	0.1088	0.0491
Ca	-0.2650	0.0662	0.2929	<b>0.4103</b>
Mg	<b>-0.3165</b>	0.0798	0.0115	0.3003
K	-0.0989	<b>0.5275</b>	-0.2736	0.2140
Na	<b>-0.3178</b>	-0.1759	0.1584	0.0896
N	-0.2251	0.1886	<b>0.4234</b>	-0.3395
MOR	-0.0043	0.2549	<b>-0.5258</b>	-0.3016
CO	-0.1921	<b>0.4869</b>	-0.0268	-0.3098

### 8.3.3.2. Estudio de las variables.

El Cuadro 20, presenta las correlaciones entre las variables originales y los cuatro componentes retenidos. Con respecto al primer componente, las variables ARE, ARC, LIM, CIC, Mg y Na, presentan correlaciones altas ( $>0.80$ ) con el componente; sin embargo, ARE es positivo, ésto representa que valores altos de esta variable, están asociados valores altos del primer componente y valores bajos de las variables ARC, LIM, CIC, Mg y Na. El componente no cambia la definición con respecto a las profundidades de muestra P1 y P2, es indicador de texturas arenosas.

El segundo, tercero y cuarto componentes explican su comportamiento en gran parte debido a, K, CO, MOR y P. Estos componentes se identificarían como indicadores de nutrientes en el suelo.

Cuadro 20. Correlaciones entre las variables de estudio y los componentes principales y correlaciones al cuadrado (Estudio de las variables) para la profundidad P3.

VAR	COMP 1		COMP 2		COMP 3		COMP 4	
ARE	0.8741	0.7640	0.3616	0.1308	0.2259	0.0510	0.0604	0.0037
ARC	-0.9075	0.8235	-0.1669	0.0279	-0.2646	0.0700	-0.0970	0.0094
LIM	-0.8269	0.6838	-0.4691	0.2200	-0.2023	0.0409	-0.0733	0.0054
Mo	-0.7029	0.4941	-0.2806	0.0787	-0.3833	0.1469	-0.1485	0.0220
Ny	-0.6279	0.3943	0.2649	0.0702	0.5126	0.2627	-0.4520	0.2043
CIC	-0.9188	0.8443	-0.0502	0.0025	-0.2620	0.0686	0.0105	0.0001
P	0.3103	0.0963	-0.4713	0.2221	0.0945	0.0089	-0.5369	0.2882
PH	-0.7273	0.6290	0.1022	0.0104	0.1491	0.0222	0.0579	0.0033
Ca	-0.7178	0.5152	0.0988	0.0098	0.4013	0.1610	0.4641	0.2343
Mg	-0.8572	0.7348	0.1191	0.0142	0.0157	0.0002	0.3543	0.1255
K	-0.2678	0.0717	0.7872	0.5196	-0.3749	0.1405	0.2525	0.0637
Na	-0.8606	0.7405	-0.2626	0.0689	0.2169	0.0471	0.1057	0.0112
N	-0.6096	0.3717	0.2815	0.0793	0.5801	0.3365	-0.4005	0.1604
MOR	-0.0117	0.0001	0.3804	0.1447	-0.7203	0.5188	-0.3558	0.1266
CO	-0.5203	0.2707	0.7267	0.5280	-0.0367	0.0013	-0.3655	0.1336

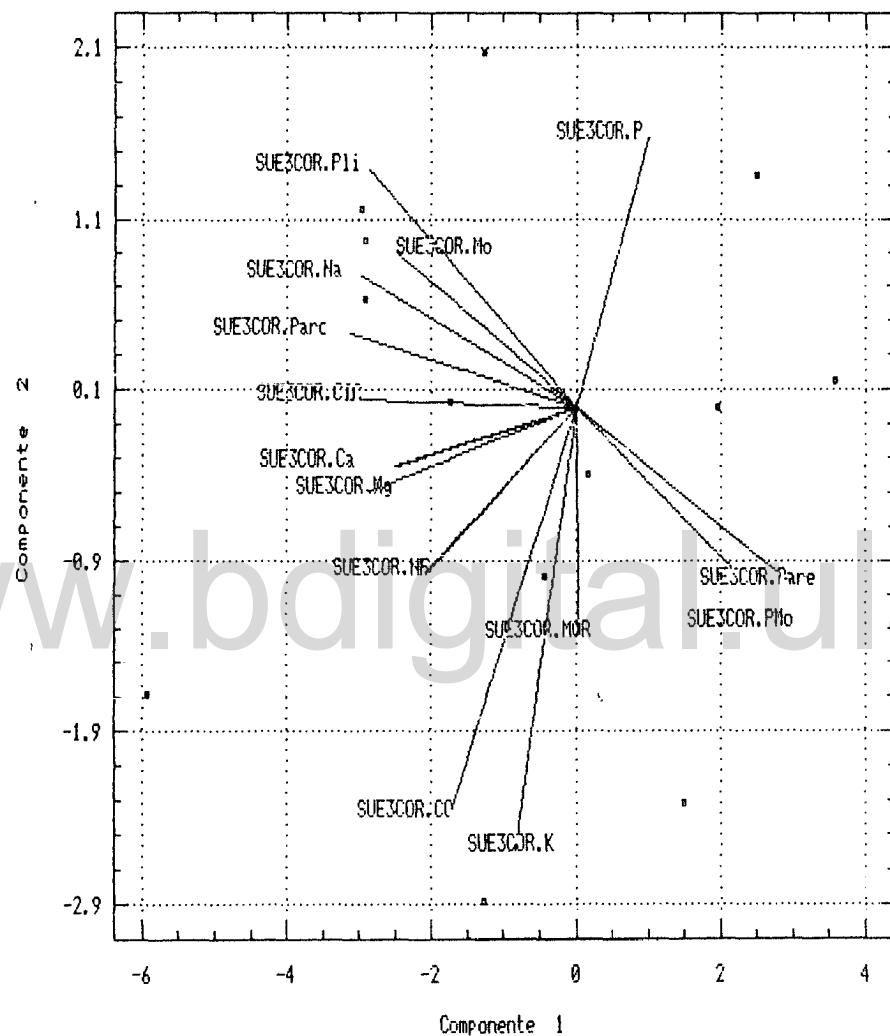
### 8.3.3.3. Gráficos

En general, variables próximas al origen serán poco explicadas por el componente, y las más alejadas del mismo son mejor explicadas por el componente. Asimismo, variables que tienen alta correlación entre ellas, estarán ubicadas muy cercanamente las unas de las otras.

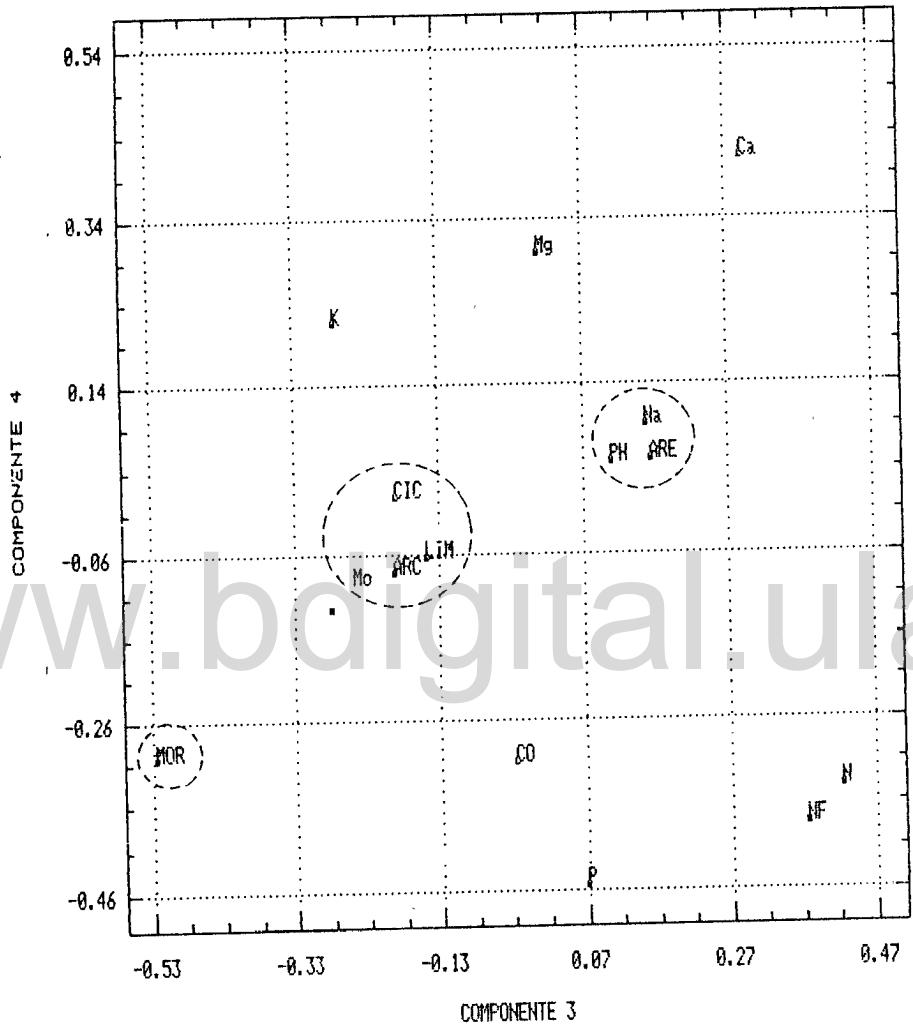
La Figura 9, presenta el gráfico biplot del plano principal conformado por los ejes uno y dos , las variables mejor explicadas por el componente uno del plano negativo son capacidad de intercambio catiónico (CIC), porcentaje de arcilla (Parc) y magnesio (Mg). Además el ángulo de éstas variables, con el origen de los ejes es pequeño. Del lado positivo se encuentra bien explicada la variable porcentaje de arena (Pare). En el segundo componente se observa que la única variable bien representada es el potasio (K). Las variables más relacionadas en este plano principal se sugiere clasificarlas en dos grupos: El grupo 1, conformado por CIC, Parc, Na, Mo y LIM. Grupo 2, se presentan pH, Mg, Ca, NF y N.

La Figura 10, presenta las coordenadas de las variables en los planos 3 y 4. En el plano negativo del eje 3, la variable MOR es la que explica mejor el componente, de acuerdo a los principios señalados en el párrafo anterior, y en el eje 4 se encuentra el P. El resto de las variables se distribuyen cerca del origen de los ejes o presentan ángulos grandes, por lo que no son bien representadas por los planos 3 y 4. Las variables más correlacionadas conforman dos grupos, uno para CIC, ARC, LIM y Mo y el otro por Na, pH y ARE.

En líneas generales las variables más importantes para la profundidad de muestra P3, las conforman las que componen al plano principal, ya que en los otros



**Figura 9. Representación biplot del plano principal para las variables edáficas de la tercera profundidad de muestra (P3), según el análisis por componentes principales.**



**Figura 10.** Representación gráfica para las variables edáficas de la tercera profundidad de muestra (P3) componentes 3 y 4, según el análisis por componentes principales.

planos tienen alguna importancia pero de menor peso que la anterior, por lo observado en los vectores propios y en el estudio de las correlaciones de las variables.

Si se comparan, los tres análisis de componentes principales, realizados para las diferentes profundidades de muestra, se observa, que el primer componente, de la profundidad de 0 cm - 30 cm, lo define las texturas arenosas con altos contenidos de materia orgánica, mientras que para la profundidad de muestra 30 cm - 60 cm, este componente es indicador de texturas arenosas y drenaje. Asimismo, en la profundidad de 60 cm - 90 cm el componente es indicador de texturas arenosas.

El segundo componente para la primera profundidad de muestra, indica drenaje y contenido de nutrientes en el suelo, para la segunda y tercera profundidad de muestra el componente básicamente indica contenido de nutrientes.

El tercer componente indica contenido de fósforo para la primera profundidad, capacidad de intercambio catiónico en la segunda profundidad y contenido de materia orgánica y nitrógeno en la última profundidad de muestra.

El cuarto componente en la primera profundidad explica al sodio, en la segunda al contenido de limo y al nivel freático y en la tercera profundidad representa al contenido de fósforo y calcio.

De lo antes expuesto se podría decir, que la definición de los componentes principales para cada profundidad de muestra son diferentes. Cada profundidad de muestra representa diferentes variables en el mismo componente.

#### **8.4. ANALISIS DE REGRESION MULTIPLE DE LAS VARIABLES RESPUESTA (SOB, H, DAP, AB) SOBRE LOS COMPONENTES PRINCIPALES PARA LAS TRES PROFUNDIDADES DE MUESTRAS DE SUELOS EN ESTUDIO Y UN INDICADOR DE COMPETENCIA.**

Si los primeros componentes explican la mayor parte de la variación total contenida en los datos originales, entonces muchas veces, bajo ciertas circunstancias es de gran utilidad usar estos componentes como datos de entrada para otros análisis.

En el caso de la regresión múltiple, cuando las variables independientes presentan alta colinealidad, tanto para la estimación de parámetros como para la selección de variables, es preferible hacer la regresión sobre los componentes principales que sobre las variables originales.

Dentro del contexto de la regresión múltiple, la selección de los componentes para la regresión, se realizó tomando en cuenta los cuatro primeros componentes que mejor podrían explicar la variable respuesta y que tienen alguna asociación, ya que el propósito de la regresión es explicar las variables, supervivencia, altura, diámetro y área basal.

En un análisis de regresión múltiple, se plantea la necesidad de estimar los parámetros para resolver ecuaciones de tipo:  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon$

$Y_i$  = Valor observado de la variable dependiente para la  $i$ -ésima unidad en la muestra.

$X_j$  = Valor observado de la  $j$ -ésima variable independiente.

$\beta_j$  = Coeficientes de regresión de la  $j$ -ésima variable.

$\epsilon_i$  = Error ( Desviación de los valores de  $Y$  de la superficie de regresión).

El procedimiento seleccionado para explicar las variables respuesta en base a los componentes principales fue la regresión múltiple paso a paso (Stepwise), ya que la misma permite ajustar una relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes, como la regresión múltiple general, con la diferencia que permite un procedimiento de selección de las variables, para controlar su entrada en la ecuación. Esto puede ser en forma progresiva hacia adelante (Forward) o hacia atrás (Backwards). Ello permite simplificar las ecuaciones y dejar en la misma aquellas variables con mayor y más significativa contribución. El procedimiento paso a paso utilizado fue hacia adelante, el cual va incluyendo variables una a una en la medida que su contribución sea significativa, a la vez que chequea, en cada paso, si las variables antes incluidas son aún significativas.

Para comprobar si las variables independientes, conformadas por los componentes principales más importantes (primeros cuatro componentes de cada profundidad de muestra) y un indicador de competencia (IC), pueden predecir los valores de las variables dependientes (sobrevivencia, altura, diámetro y área basal), se debe hacer lo siguiente: a.- Realizar el contraste de hipótesis: La hipótesis nula  $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$  contra la alternativa  $H_a : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$ . Si se rechaza la hipótesis nula es porque al menos uno de los coeficientes es significativamente diferente de cero a un nivel de significancia dado. b.- En el análisis de varianza, utilizado para validar el modelo, el cuadrado medio de la regresión (CMR) debe ser significativamente superior al cuadrado medio del error (CME) y c.- El nivel de significancia de los componentes principales y el índice de competencia que representan las variables independientes, debe ser altamente significativo o

significativo para un  $\alpha$  dado (0.05), con respecto a la variable dependiente. Si se cumplen estas normas en el modelo de regresión seleccionado, entonces buena parte de la variación de la variable dependiente está explicada por las variables independientes (Garnica, 1993).

El Cuadro 21, muestra el modelo de regresión para la variable dependiente sobrevivencia (SOB). En él se puede observar que el índice de competencia (IC) es la variable independiente seleccionada automáticamente por el modelo de regresión. La variable es altamente significativa  $0.000 < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula, ya que el coeficiente (-0.10) es significativamente diferente de cero. Estos resultados señalan que la variabilidad de la sobrevivencia está fuertemente influenciada por la competencia. El resto de las variables independientes conformadas por los componentes principales de las diferentes profundidades de muestra edáficas, no las incluyó el modelo de regresión paso a paso.

Cuadro 21. Modelo seleccionado por la regresión para la variable dependiente sobrevivencia (SOB) según el ARM aplicado a las variables independientes.

VARIABLE INDEPENDIENTE	COEFICIENTE	ERROR	VALOR "t"	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
CONSTANTE	2.71	0.14	18.82	0.00
REGRE.IC	-0.10	0.01	-6.97	0.00 **

El cuadro 22, presenta el análisis de varianza para validar el modelo. El cuadrado medio de la regresión (54.56) es significativamente superior al cuadrado medio del error (1.12) a un nivel de significancia dado de  $\alpha = 0.05$ . Las tres normas señaladas anteriormente se han cumplido, de manera que buena parte de la variación de la

sobrevivencia está explicada por la variable independiente (IC), con un coeficiente de determinación de 0.43.

Cuadro 22. Análisis de varianza para validar el modelo de regresión.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO MEDIO	F	P-valor
MODELO	54.56	1	54.56	48.54	0.0000
ERROR	71.92	64	1.12		
TOTAL (CORR.)	126.48	65			

R-cuadrado = 0.43

El Cuadro 23, presenta el modelo de regresión para la variable dependiente altura (H). Se observa que el análisis de regresión ha seleccionado automáticamente dos tipos de variables independientes para explicar el comportamiento de la variable dependiente como son; el Índice de competencia (IC) y el segundo componente de la primera profundidad de muestra. Este componente se define como indicador de drenaje y contenido de nutrientes en el suelo, específicamente nitrógeno, potasio y calcio. En el modelo se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  ya que los coeficientes (0.85 y -0.61) son significativamente diferentes de cero a un nivel de significancia dado de  $\alpha = 0.05$ . El nivel de significancia de las variables independientes son 0.0007 para el componente edáfico y 0.0000 para el Índice de competencia, son altamente significativos con respecto a la variable dependiente en estudio. El resto de las variables independientes conformadas por los componentes principales, que formaron parte del análisis de regresión múltiple paso a paso, automáticamente no fueron seleccionadas por el modelo de regresión.

Cuadro 23. Modelo de regresión para la variable dependiente altura (H) según el ARM aplicado a las variables independientes.

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR	VALOR <i>t</i>	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
CONSTANTE	15.74	0.56	28.08	0.0000
P1IND.EJE2	0.85	0.23	3.56	0.0007 **
REGRE.IC	-0.61	0.05	10.99	0.0000 **

El Cuadro 24, presenta el análisis de varianza para validar el modelo. Se observa que el cuadrado medio de la regresión es significativamente superior al cuadrado medio del error ( $1240 > 16.85$ ) con un nivel de confianza de  $0.000 < \alpha = 0.05$ . Las normas en este modelo de regresión se han cumplido por lo que la variación de la altura es explicada por el índice de competencia y el segundo componente principal edáfico (variables independientes), además presenta alto coeficiente de determinación (0.70).

Cuadro 24. Análisis de varianza para validar el modelo de la regresión.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADOS MEDIOS	F	P- VALOR
MODELO	2480.55	2	1240.28	73.60	0.0000
ERROR	1061.57	63	16.85		
Total (Corr.)	3542.12	65			

R-cuadrado = 0.70

El Cuadro 25, presenta el modelo de regresión de la variable dependiente D.A.P. Se observa que el segundo componente de la profundidad de muestra P1 y la

competencia, son las variables independientes seleccionadas automáticamente por la regresión paso a paso. De manera que la variable D.A.P. está influenciada por el drenaje, contenido de nitrógeno, calcio y la competencia. El nivel de significancia para las variables independientes son altamente significativos a un  $\alpha = 0.05$ , por lo que la variación del diámetro del apamate, debe ser explicada, por el Índice de competencia y por las características edáficas que definen al componente 2 de la primera profundidad.

Cuadro 25. Modelo de regresión para la variable dependiente D.A.P. según el ARM aplicado a las variables independientes.

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR	t-VALOR	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
CONSTANTE	17.67	0.78	22.77	0.0000
P1IND.EJE2	1.04	0.33	3.14	0.0026 **
REGRE. IC	-0.93	0.08	-12.06	0.0000 **

El Cuadro 26, muestra los parámetros estadísticos del análisis de varianza para el modelo de regresión. Se observa que el cuadrado medio de la regresión (2731.08) es significativamente superior al cuadrado medio del error (32.30), con un nivel de confianza de  $0.0000 < \alpha=0.05$ . Cumpliéndose así la tercera norma establecida. El coeficiente de determinación es alto (0.72), lo que corrobora aún más, la relación que existe entre las variables Independientes seleccionadas por el modelo y la variable dependiente.

El Cuadro 27, presenta los coeficientes, error estándar, valor de t y el nivel de significancia de la regresión para la variable dependiente área basal (AB). Se observa que las variables independientes seleccionadas por el modelo de regresión, son las

Cuadro 26. Análisis de varianza para validar el modelo de regresión.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CUADRADO MEDIO	F	P-VALOR
MODELO	5462.17	2	2731.08	84.53	0.0000
ERROR	2035.40	63	32.30		
Total (Corr.)	7497.57	65			

R-Cuadrado = 0.72

mismas escogidas para explicar las variables altura (H) y diámetro (DAP). Según los resultados del análisis de regresión se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), ya que los coeficientes son significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza de 0.0041 para el segundo componente de la primera profundidad y 0.0000 para el índice de competencia, lo que indica que buena parte de la variación del área basal, es explicada por éstas variables independientes.

Cuadro 27. Modelo de regresión para la variable área basal (AB) según el ARM aplicado a las variables independientes

VARIABLE INDEPEN.	COEFICIENTE	ERROR	VALOR "t"	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
CONSTANTE	9.87	1.09	9.05	0.0000
P1IND.EJE2	1.39	0.47	2.98	0.0041 **
REGRE.IC	-0.80	0.11	-7.40	0.0000 **

El Cuadro 28, muestra el análisis de varianza realizado para validar el modelo de regresión. Se observa que el cuadrado medio del modelo (2270.31) es significativamente superior al cuadrado medio del error (63.83) con un nivel de confianza de 0.0000. Dichos resultados demuestran que las variables independientes

seleccionadas por la regresión (Índice de competencia y componente 2 de la primera profundidad) son las más convenientes para explicar la variación de la variable dependiente.

Cuadro 28. Análisis de varianza para validar el modelo de regresión.

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	G.L	CUADRADOS MEDIOS	F	P-VALOR
MODELO	4540.62	2	2270.31	35.56	0.0000
ERROR	4021.29	63	63.83		
Total (Cont.)	8561.90	65			

R-cuadrado = 0.53

En resumen, los resultados del análisis de regresión múltiple, indican que las variables independientes, que explican mejor la variación de la sobrevivencia, altura, diámetro y área basal, del apamate plantado bajo el método caparo, son el índice de competencia y los factores edáficos que definen al componente 2 de la primera profundidad como son:

- a.- Drenaje, representado por la profundidad y porcentaje de moteo presente en el suelo.
- b.- Contenido de nitrógeno en el suelo.
- c.- Contenido de calcio en el suelo y.
- d.- Contenido de potasio en el suelo.

## 8.5. ANALISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLE (AFC).

Para estudiar la información categórica, se escoge el análisis factorial de correspondencia múltiple, que permite una visión general de la masa de información cualitativa, de variables nominales u ordinales, o cuantitativa, de variables discretas o continuas, pero transformada en clases, sin conocimiento preconcebido ni supuestos establecidos acerca de la naturaleza del problema.

Las proximidades entre variables y entre individuos pueden analizarse gráficamente, pero teniendo en cuenta que estas proximidades son más claras cuanto más alejados estén los puntos del centro de gravedad de la nube.

Con este tipo de análisis estadístico, se pretende observar las interrelaciones resultantes entre las categorías de las variables (técnicas de plantación, índice de competencia, tipo de suelo) y describir la relación de éstas con las variables respuesta (sobrevivencia, diámetro, altura y área basal).

El AFCM, analiza la tabla de datos, en forma disyuntiva completa, formada por n líneas (individuos) y j columnas (categorías del análisis correspondiente a las q variables). Debe destacarse que la tabla inicial se presentó de la forma  $n \times q$ , donde n son los individuos y q las variables del análisis.

El número de variables activas del AFCM, es siete ( $q=7$ ), distribuidas en 35 clases, ( $j=35$ ) (Cuadro 29). El número de valores propios es  $j - 1 = 34$ , y la inercia total viene expresada como  $(j - q) / q = (35 - 7) / 7 = 4$ , que es la parte de la variación de una variable inicial. Esto significa que los valores propios con porcentaje de variación inferiores a 4%, son probablemente poco importantes.

El objetivo esencial de este método es reducir las dimensiones del espacio de representación de los datos cualitativos a, por lo general, un plano, tratando de no perder mucha información en esta reducción. Cuando en el AFCM resultan importantes los ejes 3, 4, etc, se deben analizar, pero teniendo cuidado en la explicación de los mismos; porque puede complicar en lugar de simplificar el análisis descriptivo.

En los gráficos del AFCM, cuando dos puntos-individuos están cercanos, puede decirse que esos dos individuos revelan un comportamiento semejante, en el grupo de las variables importantes en el primer plano. Lo mismo vale para dos puntos-categorías cercanos; esas categorías tienen un comportamiento semejante para el grupo de individuos importantes en el primer plano. En los gráficos compuestos por el plano principal de los dos primeros ejes, se proyectan los puntos-categorías; en este plano se analizan las cercanías entre las categorías de una variable con las categorías de las otras. Cuando las diversas categorías de una misma variable presentan un orden natural, tiene sentido unir las diversas categorías por medio de trazos continuos, y en este caso, se estudia su recorrido.

El AFCM también es utilizado como análisis exploratorio para verificar la estructura de los datos. Si en el primer plano la repartición de los puntos-individuos es homogénea, entonces se podrá continuar con el análisis de los resultados.

En el Cuadro 29, se presenta el número de clases seleccionado para realizar el AFCM. Las clases de la variable sobrevivencia fueron creadas de acuerdo al número de individuos que podrían estar presentes en una determinada parcela formada por cinco árboles, señalados en el diseño estadístico para el ensayo LE-7402. Las clases de las técnicas de implantación se seleccionaron de acuerdo con el número de tratamientos

Cuadro 29. Clasificación de las variables de estudio en clases que fueron tomadas en cuenta para el análisis factorial de correspondencias múltiple (AFCM).

VARIABLES	Nro CLASES CREADAS	CLASES
SOBREVIVENCIA	5	S1 S2 S3 S4 S5
ALTURA (m)	6	H1 < 7 7 < H2 < 14 14 < H3 < 21 21 < H4 < 26 26 < H5 < 33 H6 > 33
DIAMETRO (cm)	6	DAP1 < 15 15 < DAP2 < 25 25 < DAP3 < 30 30 < DAP4 < 35 35 < DAP5 < 38 38 < DAP6 < 45
AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	5	AB1 < 5 5 < AB2 < 14 14 < AB3 < 20 20 < AB4 < 30 30 < AB5 < 47
TECNICAS DE PLANTACION	6	T1 T2 T3 T4 T5 T6
INDICE DE COMPETENCIA	3	IC < 0.5 BAJO 0.5 < IC2 < 1 MEDIO IC3 > 1 ALTO
TIPO DE SUELO	4	TS1 TS4 TS5 TS7

aplicados en el momento de establecer el ensayo. Las cuatro clases de la variable tipo de suelo (TS), son los diferentes tipos de suelos presentes dentro de la superficie del ensayo. Las clases para altura (H), diámetro (DAP), área basal (AB), se seleccionaron de acuerdo a lo recomendado por Armas (1994), el cual señala que el número de clases no debe ser inferior a 5 ni superior a 15. En el caso del Índice de competencia (IC), se crearon las clases tomando como base la fórmula aplicada para calcular dicha variable, donde valores negativos, no presentan competencia y valores positivos, existe competencia. Sin embargo, este método de selección para crear las clases de la variable Índice de competencia, no fue el más indicado según los resultados del análisis. La variable competencia se estudió mejor en el análisis de regresión múltiple.

#### 8.5.1. Selección de los valores propios y los ejes a explicar en el AFCM.

Seleccionar el número de valores propios a retener, no es una tarea simple; cualquier procedimiento clásico de test sobre los valores propios implicaría formular hipótesis a priori sobre la distribución de los elementos de la tabla. Estas hipótesis se verifican raramente y además, los cálculos serían muy difíciles. Sin embargo, en la presente investigación se podría aplicar algunas reflexiones como:

- 1.- Es necesario encontrar un equilibrio justo entre la pérdida de información y la simplificación aportada por un pequeño número de ejes principales. En efecto, si se reemplazan 10 variables por 8 ejes principales, el problema realmente no se ha simplificado mucho.
- 2.- Se puede dar el caso de que ciertos caracteres particulares de interés sólo puedan ser bien representados sobre ejes poco explicativos para el conjunto de puntos. Estos

puntos tienen entonces valores débiles para el coseno cuadrado sobre los primeros ejes. Es necesario entonces tratar de no desechar demasiado rápido los ejes.

3.- Con el fin de evitar que una ligera fluctuación de los datos perjudique la elección de los valores propios a retener, será también necesario tener en cuenta la forma decreciente de estos valores propios.

En general, en los estudios de análisis factorial de correspondencia múltiple, se escogen los dos primeros valores propios (máximo los cuatro primeros), aunque el porcentaje de variación sea pequeño, pues lo que interesa es simplificar la información (Garnica, 1993).

En este estudio, en particular se seleccionaron además del plano principal los ejes 3 y 4, porque se consideraron importantes ya que en ellos se explican variables de interés para el estudio. El primer valor propio es igual a 0.72 (con un 13.09% de la inercia total); el segundo, es igual a 0.63 (con un 9.97% de la inercia total); el tercero, es 0.55 (con un 7.64% de la inercia total); el cuarto, es 0.53 (con un 7.09% de la inercia total). Los cuatro primeros vectores propios representan un 37.79% de la inercia total. Pero un rápido vistazo al cuadro 31 de los cosenos cuadrados, muestra que S4, S5, DAP3, AB1 y T2, están mejor representadas en el eje 5, razón por la cual se decidió conservar cinco ejes, que en total representan 43.92% de la inercia total (Cuadro 30).

#### 8.5.2. Indicadores del análisis factorial de correspondencia.

Existen dos indicadores valiosos que manifiestan la importancia que tienen las categorías (y de hecho las variables), los cosenos cuadrados y las contribuciones relativas.

Cuadro 30. Valores propios y porcentaje de la fuerza total para los primeros cinco ejes según el análisis factorial de correspondencias múltiple (AFCM).

EJE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE (%)
1	0.72	13.09
2	0.63	9.97
3	0.55	7.64
4	0.53	7.09
5	0.50	6.13

a.- **Los cosenos cuadrados** permiten describir la calidad de representación, sobre el eje en consideración, de cada una de las categorías. Cuanto más grande sea este indicador, mejor será la calidad de representación.

En el Cuadro 31, se listan las categorías mejor representadas en los cinco primeros ejes, en él se puede observar que en el eje 1 las mejor representadas son S1, S2, H1, H2, DAP1, AB1, AB4, AB5, T6, IC1, IC2 Y TS1. En el eje 2, S3, H3, H6, DAP2, DAP5, AB2 Y T3. En el eje 3, H5, DAP4, AB3 y T4. En el eje 4, las mejor representadas son H4, T1, T5, IC3 y TS5, y en el eje 5, S4, S5, DAP3, DAP6 y T2.

b-. **Las contribuciones relativas** de los puntos a la fuerza explicada por el eje en consideración, es otro indicador que describe cuales son las categorías que más contribuyen a la formación del eje. La suma de las contribuciones de todas las categorías vale 100 en un mismo eje (con un margen de error debido al redondeo). Este indicador es útil en el momento de la lectura de los gráficos, cuando se trata de interpretar las proximidades entre las clases.

Cuadro 31. Cosenos cuadrados (calidad de representación) entre los ejes principales y las variables distribuidas en clases del AFCM.

VAR	EJE1	EJE2	EJE3	EJE4	EJE5
S1	<b>0.26</b>	0.03	0.00	0.07	0.07
S2	<b>0.16</b>	0.04	0.01	0.05	0.12
S3	0.00	<b>0.35</b>	0.11	0.00	0.00
S4	<b>0.16</b>	0.01	0.02	0.06	<b>0.19</b>
S5	0.18	0.00	0.10	0.05	<b>0.31</b>
H1	<b>0.36</b>	0.10	0.00	0.09	0.02
H2	<b>0.28</b>	0.01	0.03	0.14	0.00
H3	0.00	<b>0.31</b>	0.10	0.02	0.01
H4	0.02	0.14	0.03	<b>0.20</b>	0.00
H5	0.19	0.01	<b>0.22</b>	0.05	0.03
H6	0.20	<b>0.22</b>	0.13	0.01	0.00
DAP1	<b>0.72</b>	0.07	0.03	0.00	0.01
DAP2	0.03	<b>0.61</b>	0.01	0.00	0.00
DAP3	0.03	0.00	0.08	0.09	<b>0.14</b>
DAP4	0.13	0.08	<b>0.14</b>	0.08	0.10
DAP5	0.13	<b>0.22</b>	0.04	0.00	0.14
DAP6	0.06	0.03	0.07	0.01	<b>0.19</b>
AB1	<b>0.63</b>	0.06	0.03	0.00	0.01
AB2	0.01	<b>0.49</b>	0.00	0.06	0.04
AB3	0.04	0.00	<b>0.18</b>	0.05	0.01
AB4	<b>0.09</b>	0.05	0.08	0.04	0.01
AB5	<b>0.27</b>	0.25	0.09	0.01	0.12
T1	0.04	0.02	0.06	<b>0.12</b>	0.06
T2	0.02	0.00	0.03	0.09	<b>0.10</b>
T3	0.00	<b>0.09</b>	0.00	0.05	0.01
T4	0.03	0.03	<b>0.14</b>	0.02	0.12
T5	0.01	0.07	0.13	<b>0.27</b>	0.04
T6	<b>0.09</b>	0.00	0.00	0.04	0.08
IC1	<b>0.12</b>	0.00	0.07	0.23	0.00
IC2	<b>0.15</b>	0.01	0.00	0.01	0.02
IC3	0.03	0.02	<b>0.09</b>	<b>0.28</b>	0.04
TS1	<b>0.11</b>	0.11	0.03	0.02	0.03
TS4	0.02	0.05	0.26	0.02	0.04
TS5	0.01	0.06	0.09	<b>0.10</b>	0.01
TS7	0.20	0.00	0.24	0.01	0.00

En el Cuadro 32 se listan los valores de este segundo indicador para todas las categorías de las variables activas del análisis, para los cinco ejes seleccionados. Según el orden de importancia las categorías que más contribuyen a la formación del eje 1 son: DAP1, AB1, H1, S1, H2, T6 y IC2. En el eje 2 DAP2, S3, AB2, H3, AB5, H6, T3 Y TS1. Para el eje 3, AB3, TS4, H5, DAP4, T4, TS7 y AB4. En el eje 4 las categorías de variables mejor representadas son T5, IC3, H4, T1, TS5. En el último eje encontramos S5, DAP6, DAP5 y T2.

#### 8.5.3. Gráficos.

Los gráficos permiten interpretar más fácilmente los resultados obtenidos anteriormente.

Son los primeros ejes, los que proporcionan la mayor parte de la información. El primer gráfico pedido es entonces, en general, aquél del primer plano factorial, que es el formado por los dos primeros ejes.

En los gráficos un punto cercano del eje es aquél que se sitúa en una dirección cuyo ángulo con el eje es pequeño (su coseno cuadrado será cercano a 1). En este caso, su proyección será poco deformada y el punto estará bien proyectado sobre este eje. Por consiguiente, un punto está alejado del eje cuando se sitúa en una dirección cuyo ángulo con el eje es grande (su coseno cuadrado será cercano a cero). En este caso, su proyección será muy deformada; el punto estará mal representado sobre este eje. Será necesario entonces interpretar los gráficos con prudencia.

#### 8.5.4. Análisis de los ejes principales.

El nombramiento de los ejes es un paso relativamente subjetivo, de acuerdo a la experiencia y conocimiento del investigador y también de acuerdo a lo que se crea que

Cuadro 32. Contribuciones relativas del AFCM entre los ejes principales y las variables distribuidas en clases.

VAR	EJE1	EJE2	EJE3	EJE4	EJE5
S1	<b>8</b>	1	0	3	4
S2	3	1	0	2	6
S3	0	<b>11</b>	4	0	0
S4	3	0	1	2	8
S5	4	0	4	2	<b>14</b>
H1	<b>9</b>	3	0	4	1
H2	<b>6</b>	0	1	6	0
H3	0	<b>9</b>	4	1	1
H4	0	4	1	<b>9</b>	0
H5	4	0	<b>7</b>	2	1
H6	5	<b>7</b>	6	1	0
DAP1	<b>13</b>	2	1	0	1
DAP2	1	<b>15</b>	0	0	0
DAP3	1	0	4	4	7
DAP4	3	2	<b>6</b>	4	5
DAP5	3	7	2	0	7
DAP6	1	1	3	0	<b>11</b>
AB1	<b>13</b>	2	1	0	0
AB2	0	<b>10</b>	0	2	1
AB3	1	0	<b>8</b>	2	1
AB4	2	2	3	2	1
AB5	6	<b>8</b>	4	0	6
T1	1	1	2	<b>5</b>	3
T2	0	0	1	4	<b>5</b>
T3	0	<b>3</b>	0	2	1
T4	1	1	<b>5</b>	1	6
T5	0	2	5	<b>12</b>	2
T6	<b>4</b>	0	0	2	2
IC1	3	0	3	10	0
IC2	1	0	0	0	0
IC3	1	1	3	<b>12</b>	2
TS1	3	<b>3</b>	1	1	1
TS4	0	1	<b>8</b>	1	1
TS5	0	2	<b>4</b>	<b>5</b>	1
TS7	3	0	6	0	0

es importante destacar dentro del análisis estadístico descriptivo. Se trata, en la medida de lo posible, de ajustar esta denominación a la realidad, con base en los valores de los dos indicadores (cosenos cuadrados y contribuciones relativas) y en base de los gráficos, que proporciona las coordenadas de los vectores propios.

#### 8.5.4.1. Análisis del primer eje. (13.09% de la variación total).

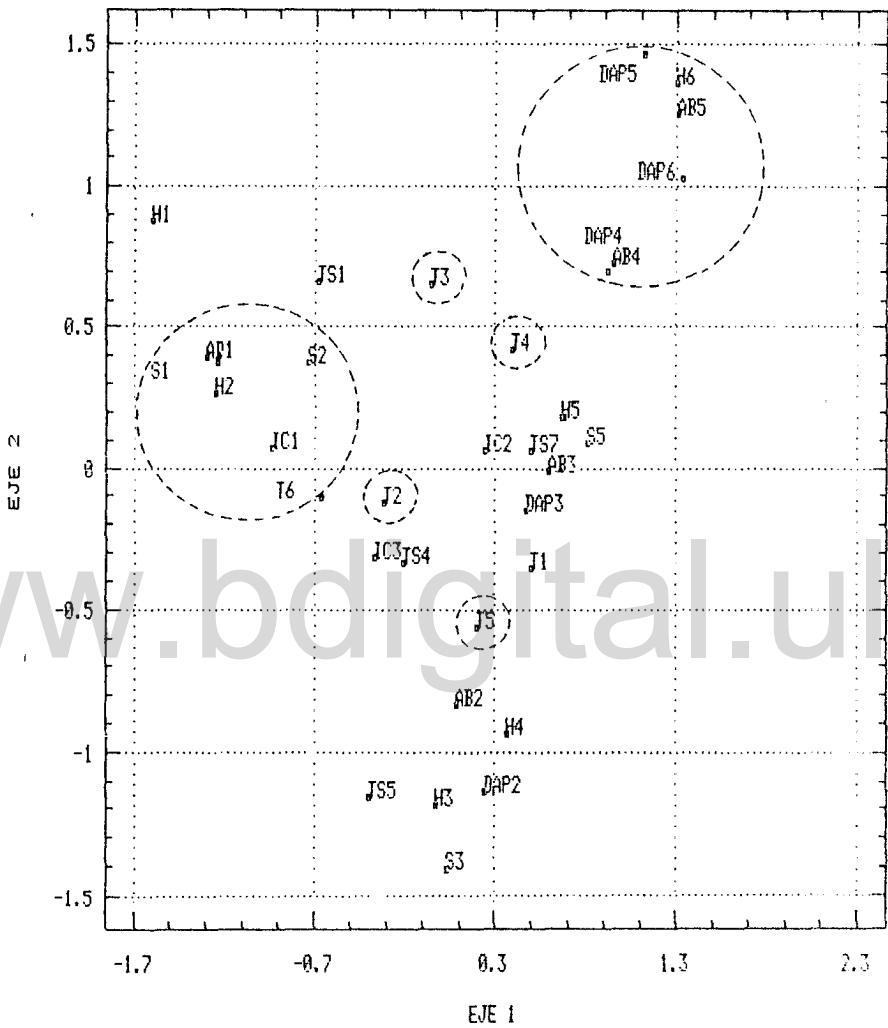
En la Figura 11, conformado por los planos 1-2, se observa que el eje 1 se explica especialmente por DAP1, AB1, H1, H2, S1, S2, T6 y se encuentran muy próximas entre si. Existen otras categorías como AB3, DAP3, IC1, IC2, TS7, S4 y S5, que podrían estar representadas en este eje, pero observando los indicadores del AFCM, demuestran, que las mismas son explicadas mejor en otros ejes y además se encuentran muy próximas al origen.

En conclusión el eje indica que la técnica de implantación T6, está asociada a bajos niveles de las variables sobrevivencia, altura, diámetro y área basal. El tipo de suelo y el Índice de competencia resultaron ser poco importantes en la definición del eje.

#### 8.5.4.2. Análisis del segundo eje (9.97% de la variación total).

En la misma figura, pero analizando el eje 2, resultaron ser importantes las clases de variables S3, H3, H4, H6, DAP5, AB5, AB2, DAP2, TS1, TS5, T3. De las categorías mejor representadas por el eje, que revelan un comportamiento semejante, con la técnica de implantación (T3) la manifestaron las variables DAP5, AB5, H6 Y TS1

En conclusión, los diámetros comprendidos entre 35 cm - 38 cm, las alturas mayores de los árboles y la mayor área basal, según el análisis estadístico, están fuertemente influenciados por los suelos bien drenados, de texturas medias y por la



**Figura 11.** Representación gráfica para las variables en clases en el plano principal (Ejes 1 y 2), según el análisis factorial de correspondencias múltiples.

técnica de implantación T3, la cual se caracteriza por presentar un tipo de plantón en stump, tamaño del hoyo mediano, altura inicial 0.4 m con remoción de fondo del hoyo.

#### 8.5.4.3. Análisis del tercer eje (7.64% de la variación total).

En la Figura 12, se observa que el eje 3, representa a las categorías H4, H5, DAP4, AB3, AB4, T4, TS4, TS7, T1, S3, H3, pero las más importantes según los indicadores del análisis, que poseen mejor calidad de representación en el eje son: H5, DAP4, AB3, T4, TS5 y TS7. En el eje, la técnica T4 y el tipo de suelo TS7, se oponen a las categorías de variables respuesta, mientras TS4, se corresponde con las mismas.

En conclusión, las categorías de las variables respuesta, representadas en el eje 3, dependen de las condiciones edáficas (TS4), caracterizado por ser suelos moderadamente bien drenados con texturas medias.

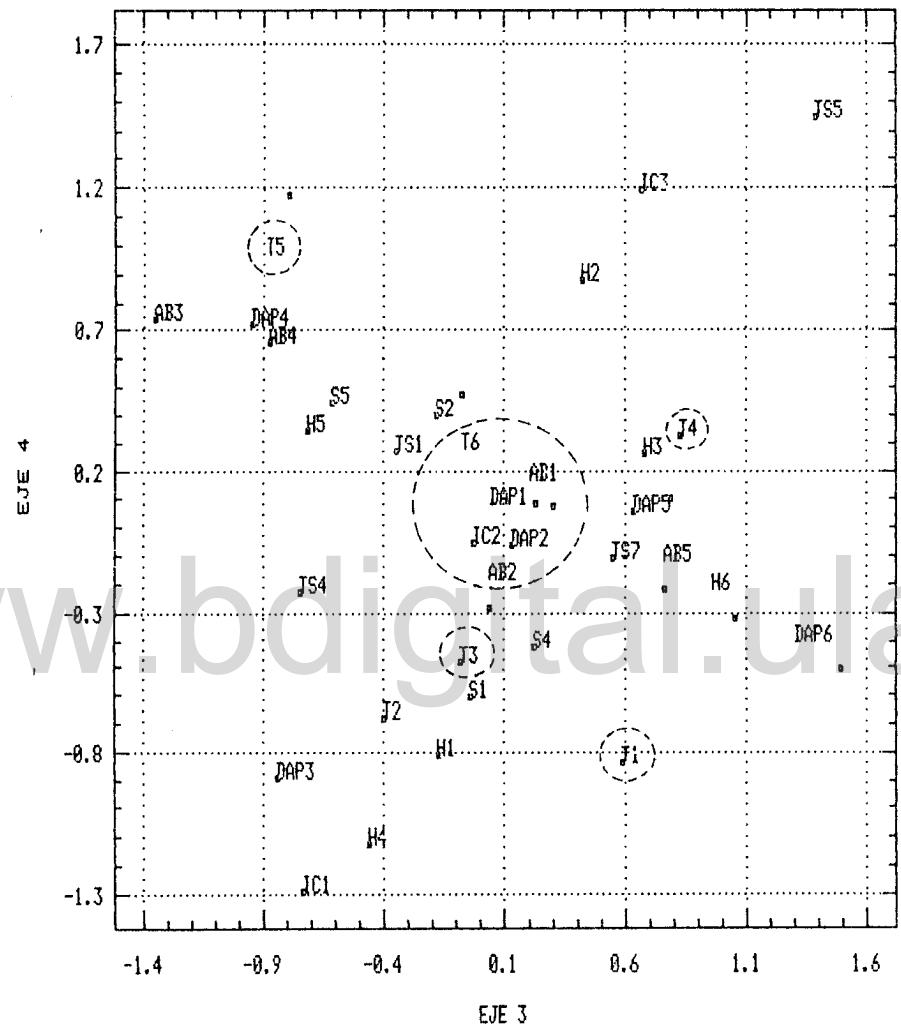
#### 8.5.4.4. Análisis del cuarto eje (7.09% de la variación total).

En este cuarto eje, las categorías mejor representadas son: IC3, T5, IC1, H4, T1 y TS5. La altura (H4), se encuentra influenciada positivamente por la técnica de implantación T1 y por el menor índice de competencia (IC1).

En conclusión, las alturas comprendidas entre 21 m - 26 m (H4), de los árboles de la especie apamate, plantado bajo el Método Caparo, según el AFCM, corresponden a condiciones de poca competencia y a la técnica de plantación T1, caracterizada por presentar un tipo de plantón en stump, tamaño de hoyo mediano ( 30cm \* 30cm \* 30cm), altura inicial de 0.4 m y sin remoción de fondo del hoyo.

#### 8.5.4.5. Análisis del quinto eje (6.13% de la variación total).

Sobre este eje, resultaron representadas las categorías de variables S5, DAP6, S4, DAP3, T2, T4, DAP5. Pero los indicadores del AFCM, señalan que la mejor calidad

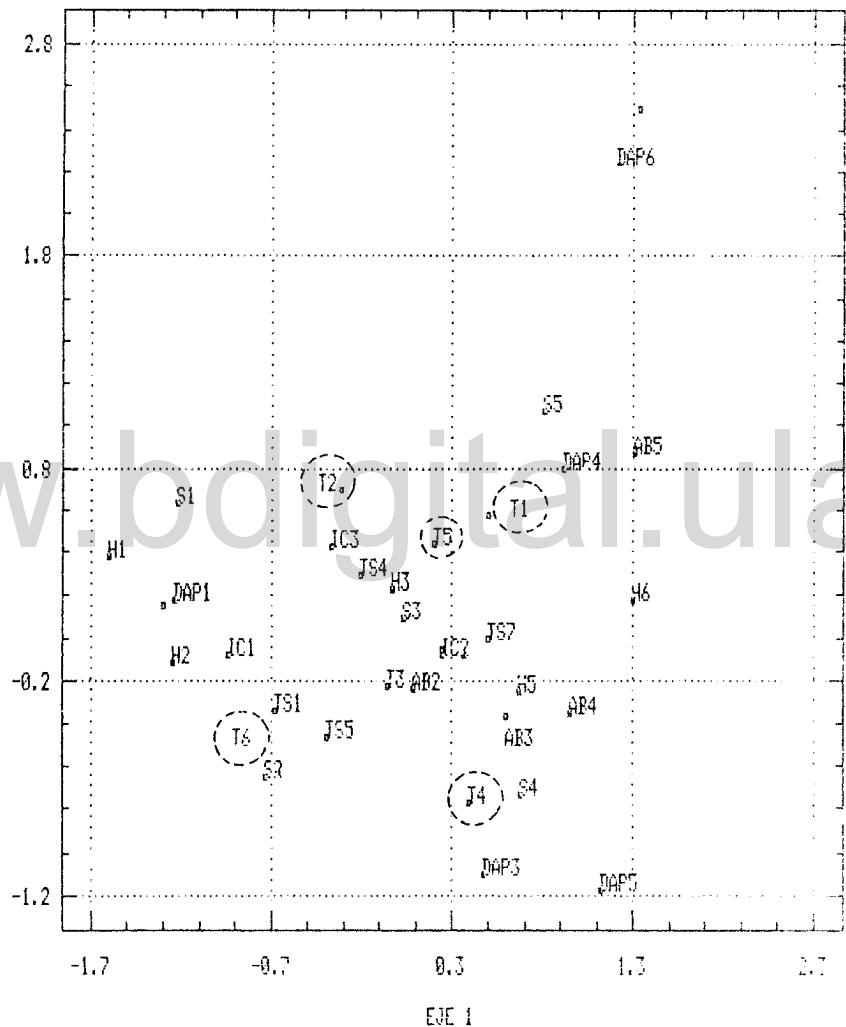


**Figura 12. Representación gráfica para las variables en clases en los ejes 3 y 4 según el análisis factorial de correspondencias múltiples.**

de representación, las presentan DAP6, S5, S4, DAP3 y T2. Observando los planos de los ejes (Figura 13), se ve que, DAP3 y S4 se oponen a las otras tres categorías.

La técnica de implantación T2, influye sobre los diámetros comprendidos entre 38cm - 45cm y sobre la mayor sobrevivencia (5).

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)



**Figura 13. Representación gráfica para las variables en clases en los ejes 1 y 5 según el análisis factorial de correspondencias múltiples.**

## **IX. ESTUDIO DE PARCELAS.**

El diseño experimental en bloques al azar del ensayo de estudio LE-7402, presenta un total de 72 parcelas de apamate distribuidas aleatoriamente dentro de los bloques. Del total de parcelas, se registraron 66 grupos llenos y seis vacíos. Las parcelas en las que no existe la presencia de un árbol vivo (vacía), por no presentar características en cuanto a altura, diámetro y área basal, se trataron como un caso de estudio aparte.

El Cuadro 33, muestra las características más resaltantes que presentaron estos grupos vacíos; se observa, que los mismos se encuentran ubicados en suelos tipo 1 y 2, lo que indica, que el comportamiento negativo en cuanto a la sobrevivencia no se deba a las exigencias de drenaje y textura del suelo, por presentar suelos bien drenados con texturas medias.

Estos seis grupos vacíos se establecieron con las técnicas de implantación T1, T2, T4, T5 y T6, excluyendo la T3, que según el análisis factorial de correspondencias multiple, es una de las técnicas de implantación que mejores resultados presentó en cuanto al comportamiento del apamate plantado bajo el Método Caparo.

En cuanto a las características químicas del suelo se observa, que cinco de los grupos están ubicados en el área de influencia del barreno identificado como T3M16. Esta muestra de suelos representa el 83.33% del total de los grupos vacíos y se caracteriza por presentar bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio, sodio, nitrógeno, materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico. Lo que indica, que posiblemente, los árboles de estas parcelas murieron por la falta de nutrientes en el

**Cuadro 33. Técnicas de implantación y características más importantes que presentaron los grupos vacíos (sobrevivencia cero), en el ensayo tipo de plantón LE-7402 del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.**

GRUPO	T	Mo	NF	CIC	P	pH	TS	Ca	Mg	K	Na	N	MOR	CO	NB
10	T6	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.1	1.8	1.1	T3M16
16	T1	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.1	1.8	1.1	T3M16
17	T5	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.1	1.8	1.1	T3M16
37	T2	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.1	1.8	1.1	T3M16
45	T2	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.1	1.8	1.1	T3M16
70	T4	0	0	9.2	5	5.34	1	2.16	2.08	0.09	0.47	0.05	1.5	0.9	T4M15

T = Técnica de implantación

Mo = Moteo

NF = Nivel freático

CIC = Capacidad de intercambio catiónico

P = Fósforo

TS = Tipo de suelo

Ca = Calcio

Mg = Magnesio

K = Potasio

Na = Sodio

N = Nitrógeno

MOR = Materia orgánica

NB = Número de barreno de la muestra de suelos

suelo, y por consiguiente, bajos contenidos de elementos químicos se relacionan con bajos valores de las variables respuesta (sobrevivencia, altura, diámetro y área basal) del apamate plantado por el Método Caparo.

La competencia con otras especies del sitio, es otro factor determinante en el comportamiento de estos grupos vacíos, ya que los mismos, presentaron alta competencia en el momento de medir este indicador mediante la metodología modificada del Índice para el Método Caparo.

Es importante señalar en este estudio de casos, que además de las características anteriores, existen otras condiciones no controlables (factores externos), que pueden influir negativamente en la sobrevivencia, como son:

- Calda natural de arboles y ramas.
- Plagas y enfermedades.
- Eliminación de algunos grupos, en el momento de aplicar las primeras limpias, en la fase inicial del ensayo.

En conclusión, la variable sobrevivencia, según el análisis de regresión múltiple aplicado, mostró resultados, que sugieren que dicha variable está altamente relacionada con el índice de competencia.

## **X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **10.1 CONCLUSIONES**

Los resultados de algunas de las técnicas estadísticas multivariantes (AFCM, ACP), son meramente descriptivos y referidos sólo a la información recabada en las evaluaciones realizadas al ensayo de apamate LE-7402, plantado bajo el Método Caparo.

Un resumen de las conclusiones de cada análisis multivariante se ofrece a continuación:

1.- Según el análisis factorial discriminante (AFD), realizado a las variables edáficas en las diferentes profundidades de muestra (P1, P2, P3), se demostró, que las variables presentan una buena discriminación por profundidades. Los resultados señalaron, que el porcentaje de correcta clasificación es alto, en las tres profundidades 83.33%, 60.61% y 95.45%, respectivamente. En líneas generales se sugiere, que en los análisis estadísticos, donde intervengan variables de suelo, deben realizarse, para cada profundidad, porque las variables tienen alto poder discriminatorio y forman grupos aparte.

En trabajos anteriores existe la tendencia a realizar promedios de las tres profundidades de muestra o extraer una sola muestra principalmente de la primera profundidad. También seleccionan diferentes muestras de cada perfil de suelo y en el momento de realizar los análisis de laboratorio de las variables químicas las mezclan y trabajan con el valor resultante de dicha mezcla. Estas metodologías deberían aplicarse con mucho cuidado, específicamente cuando se trabaja con variables edáficas de

diferentes profundidades de muestra, ya que según los resultados del análisis factorial discriminante, las variables de cada profundidad son estadísticamente diferentes.

2.- Para el análisis de componentes principales (ACP), se tomaron en cuenta las tres profundidades de muestra P1, P2 y P3. Este estudio, permitió obtener un grupo pequeño de las variables edáficas, importantes, llamadas componentes principales. Se logró una considerable reducción en la dimensionalidad del problema, ya que de un gran volumen de variables edáficas (16), solamente las que representan la textura del suelo (ARE, LIM, ARC) y los elementos químicos tales como N, MOR, Ca, Na y P, resultaron las más importantes, según el ACP aplicado. Pmo, Mo, K y NF, pueden tener cierta importancia, pero de menor peso que las anteriores.

3.- Los resultados del análisis de regresión múltiple (ARM), utilizado para predecir el comportamiento de las variables respuesta, en base a los componentes más importantes del ACP, muestran:

- La sobrevivencia, debe su comportamiento a la variable índice de competencia (IC) y su variabilidad es altamente significativa en relación con la variable independiente (IC) seleccionada por el modelo de regresión
- La altura (H), diámetro (DAP) y área basal (AB), presentaron niveles altamente significativos con el segundo componente principal de la primera profundidad de muestra y el indicador de competencia. Lo que demuestra que dichas variables respuesta están fuertemente influenciadas por el drenaje en el suelo, el contenido de calcio, nitrógeno y potasio, características estas que definen a dicho componente, conjuntamente con la competencia de las especies existentes en el área de estudio.

Según las técnicas estadísticas multivariantes utilizadas (ACP y ARM), muestran, que el desarrollo del apamate plantado bajo el Método Caparo, debe su comportamiento y variabilidad, a un conjunto pequeño de variables edáficas y en especial al índice de competencia.

4.- Según los resultados obtenidos del análisis factorial de correspondencia (AFCM), la técnica de implantación (T6), caracterizada por presentar un tipo de plantón en striping, tamaño del hoyo mediano, altura inicial de 1.35 m, con remoción en el hoyo, mostró, los niveles más bajos de las variables respuesta, tales como diámetros menores de 15 cm, altura de los árboles menores a 14 m, sobrevivencia menor a dos árboles por grupo y área basal menor a 5 m<sup>2</sup>/ha (DAP1, AB1, H1, H2, S1, S2).

La técnica de plantación T2 presentó, los mejores resultados en cuanto a sobrevivencia y diámetro (S5, DAP6).

El mayor área basal (AB5) comprendida entre 30 y 47 m<sup>2</sup>/ha y la mayor altura de los árboles (H6) > 33m, se correspondió con la técnica de implantación T3, que se caracteriza por presentar tipo de plantón en stump, altura inicial 0.8 m, con remoción de fondo del hoyo.

Según el análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM), la variable índice de competencia, sólo influyó negativamente en la variable respuesta altura (H), a mayor índice de competencia menor altura, seguramente el análisis presentó problemas por el pequeño número de clases creadas para la variable IC. Pero en el análisis de correlación, se pudo observar que el índice de competencia, tiene una fuerte asociación negativa con todas las variables respuesta, sobrevivencia (-0.71), altura (-0.89), diámetro (-0.90) y área basal (-0.74) y en el análisis de regresión múltiple se constató

que el índice de competencia es la variable más importante y responsable del comportamiento de las variables respuesta, en plantaciones Método Caparo.

En líneas generales, los mejores resultados de las variables respuesta, están fuertemente influenciados por las técnicas de implantación T2 y T3. Estas técnicas, presentan un tipo de plantón en stump, hoyo mediano y con remoción de fondo. Posiblemente pueden ser las técnicas de implantación responsables del mejor crecimiento de altura y diámetro de los árboles de la especie apamate plantada bajo el Método Caparo.

Con el uso y aplicaciones de los métodos de análisis multivariante, se ha logrado conocer e identificar un conjunto pequeño de variables independientes, que influyen y determinan el comportamiento del apamate plantado bajo el Método Caparo.

## **10.2. RECOMENDACIONES**

Continuar con este tipo de investigación, en los ensayos LE-7401 de pardillo y LE-7403 de saquisaqui, ya que existe la información edáfica detallada y se podría extraer información útil para el manejo forestal de esas especies.

Para futuros trabajos de investigación que impliquen variables edáficas, se recomienda realizar los análisis, tomado en cuenta las características de cada profundidad de muestra de suelo por separado.

Realizar experimentos y evaluarlos utilizando técnicas multivariantes, con el fin de proponer una metodología rápida y sencilla para la evaluación de plantaciones en Reservas Forestales.

## XI. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMIRO, B. y G. COURTIN.** 1981. Patterns of vegetation in the vicinity of an Industrially disturbed ecosystem, Sudbury, Ontario Canadian Journal of Botany, 59: 1623-1639.
- ARMAS, J.** 1994. Estadística sencilla descriptiva. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Departamento de Estadística, Mérida-Venezuela.
- BARRIOS, G.** 1986. Evaluación de las especies latifoliadas en la fase de eliminación y comprobación bajo cubierta y Método Limba en el área experimental de la Unidad I Reserva Forestal de Caparo, Barinas. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida - Venezuela.
- BARUCH, Z.** 1984. Ordination and classification of vegetation long an altitudinal gradient in the Venezuelan paramos. Vegetatio, 55: 115-126.
- BLACK, C.** 1965. Methods of soil analysis. Am Soc. of Agron. Madison Wisconsin. Vol II. 1770 p.
- BOCKOR, I.** 1978. Aplicación de un método de clasificación numérica para diferenciar tipos de bosques. Revista Forestal Venezolana, Nro 28: 23-37.
- BURTON, A.; C. RAMM y K. PREGITZER.** 1991. Use of multivariate methods in forest research site selection. Canadian Journal of Forest Research. 21 (11) : 1573-1580.
- CASTILLO, L.** 1979. Método de la estimación de la biomasa forestal y su aplicación a tres tipos de banco en la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Mérida. Universidad de Gottliegen, Instituto de Suelo y Nutrición Forestal.51 p.
- CONTRERAS, G.** 1988. Actualización de la clasificación de calidad de sitio para teca en la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida Venezuela. 51 p.
- DELGADO, M.** 1976. Métodos de análisis multivariante aplicados a la regionalización geográfica. Universidad de Los Andes, Facultad de Economía, Instituto de Estadística Aplicada y Computación. Mérida - Venezuela.
- DERVIN, C.** 1991. Como interpretar los resultados de un análisis factorial de correspondencia. Collection STAT- ITCF. Paris - France. 70 p.
- FINOL, H.** 1972. Estudio fitosociológico de la Unidad 2 y 3 de la Reserva Forestal de Caparo. Revista Forestal Venezolana, 22. Mérida - Venezuela.

**FLORES, F.** 1969. Aplicación de un método de clasificación numérica a la vegetación arborea en un sector cercano a la estación de montaña del Parque Nacional Sierra Nevada. Tesis M. Sc: Universidad de Los Andes. Mérida - Venezuela.

**FOLSTER, H.** 1983. Impact of plantation Forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient of young alluvial soil in west Venezuela. *Forest Ecology and Management*, 6 : 33 - 57 pp.

**FRANCO, W.** 1982. Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la Reserva Forestal de Caparo, Edo Barinas, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida - Venezuela. 183 p.

\_\_\_\_\_ y H. **FOLSTER**. 1982. Estudio de los suelos de la Reserva Forestal de Caparo. Estado Barinas, con énfasis en las propiedades físicas y el régimen hídrico de los mismos. VII Congreso Venezolano de la Ciencia del suelo. San Cristobal. Táchira- Venezuela.

**GARNICA, E.** 1993. Análisis multivariante de los presupuestos familiares. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, Mérida - Venezuela. 69 p.

**GOLDEN, M.** 1979. Forest vegetation of the Lower Alabama piedmont. *Ecology*. 60 : 770 - 782.

**GOMEZ, R. Y M. FARIÑAS.** 1985. Evaluación del impacto de la explotación selectiva en un compartimiento de la Reserva Forestal de Ticoporo. *Acta Científica Venezolana*. Vol. XXXV. Supl. 1.

**GOODALL, D.** 1973. Numerical methods of classification. Ordination and classification of communities. Parte V. Ed.Whittaker, R. The Hague, Netherlands. Pg. 577-615.

**GOWER, J.** 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*. 53: 325-338.

**HASE, F. y L. CASTILLO.** 1979. Método de estimación de la biomasa forestal y su aplicación a tres tipos de banco de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Mérida. Universidad de Göttingen, Instituto de Suelos y Nutrición Forestal. 51p.

**INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (I.G.A.C).** 1979. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. 4ta. Edición. Bogotá.

**JACKSON, M.** 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega. Barcelona. 662 p.

**JEREZ M.** 1992. Aplicación de las técnicas de componentes principales y análisis discriminante a los datos obtenidos a partir de un estudio de calidad de sitio realizado en plantaciones jóvenes de pino caribe en Uverito Edo Monagas en 1979. Análisis de datos, informe 2, sin publicar, 40p.

**JEREZ, M. y L. VINCENT.** 1991. Muestreo continuo de rendimiento en plantaciones en líneas "Método Caparo" en la Reserva Forestal de Caparo (Barinas, Venezuela). Comodato ULA- MARNR. Cuaderno 18. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida-Venezuela.

**KENKEL, N.** 1986. Structure and dynamics of Jack Pine stands near Elk Lake, Ontario: a multivariate approach. Canadian Journal of Botany. 64 : 486-497.

**LIU, C. y T. KEISTER.** 1978. Southern pine stem form defined through principal component analysis. Can. J. For. Res. vol 8,188:197.

**MARQUEZ, V.** 1989. Apuntes sobre análisis multivariante. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Instituto de Estadística Aplicada y Computación. Mérida-Venezuela.

**MARQUEZ, O.** 1994. Comunicación personal.

**MATTEUCCI, S. y A. COLMA.** 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. O.E.A. Washington, D.C. Serie de Biología. Monografía 22.

**McCLENAHEN, J. y J. BROWN.** 1988. Air Pollution and *Pinus strobus* Height Growth: a Soil/Site Modelling Approach. Forest Ecology and Management, 25, 221:237.

**MONASTERIO, M. y G. SARMIENTO.** 1968. Análisis ecológico y fitosociológico de la sabana de la estación biológica de los llanos. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Vol. XXVI : 113-114.

**NEWCOMER, J. y W. MYER.** 1984. Principal Component Analysis of Total Tree Form In Seven Central Pennsylvania Hardwood Species. Forest Science.vol 30,Nro 1, 64:70.

**OGAYA, N.** 1979. Análisis numérico en bosques tropicales su aplicación en inventarios forestales. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida-Venezuela.

**ORLOCI, L.** 1967. An Agglomerative Method for Classification of Plant Communities. Journal of Ecology, 55: 193-205.

**PHILIPPEAU, G.** 1990. Como interpretar los resultados de un análisis en componentes principales. Collection STAT-ITCF. Paris - France. 64 p.

**PLA, L.** 1986. Análisis multivariado, método de componentes principales. Departamento de producción vegetal. Área de Ciencias del agro y del mar, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, Falcon / Secretaría General de la Organización de Los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington D.C.1986.

**PIMENTEL, N.** 1982. Determinación de la productividad actual y comparación del comportamiento de las especies establecidas en plantaciones bajo el Método Caparo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo (Barinas, Venezuela). Tesis M.Sc: Universidad de Los Andes, Centro de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida - Venezuela.

**PRIETO, J. y A. SANCHEZ.** 1992. A new classification of the forests of the Muniellos Biological Reserve in northwest Spain. *Vegetatio* 102 : 33-46.

**ROBERTSON, P.** 1978. Comparisons of techniques for ordinating and classifying old-growth floodplain forest in southern Illinois. *Vegetatio*, 37 :43-51.

**SHIBATA, M. y S KODAMA.** 1980. Principal Component Analysis Regarding Growth and Stem-form Traits in Various Natural *Pinus densi-thunbergii* Uyeki Open-pollinated Families at Age Fifteen. *J.Jap. For. Soc.* 62 (12)449:458.

**SOIL SURVEY STAFF.** 1981. Soil survey manual. U.S.D.A. Washinton. D.C. 664 p.

**SOKAL, R. y C. MICHENER.** 1958. A Statistical Method for Evaluating Systematics Relationships, University Kansas Science Bulln, 38: 1409-1438.

**SILVA, J. y G. SARMIENTO.** 1976. La composición de las sabanas en Barinas en relación con las unidades edáficas. *Acta Científica Venezolana*, 27 : 68 - 78.

**SUAREZ, A.** 1990. Seminario de métodos multivariantes y su aplicación. Universidad de Los Andes, Centro de Estudios de Postgrado, Facultad de ciencias Forestales. Mérida - Venezuela.( mimeografiado).

**SUAREZ, A.** 1991. Análisis de la vegetación a través de métodos multivariantes en la Reserva Forestal de Caparo. Tesis M. Sc: Universidad de Los Andes, Centro de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida - Venezuela.

\_\_\_\_\_, 1993. Estratificación y caracterización de la Vegetación de el arboretum El Frío, Bosque Guri, a través del método de Ward. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida-Venezuela.

**TARDIF,J. y Y. BERGERON.** 1992. Analyse écologique des peuplements de frene noir (*Fraxinus nigra*) des rives du lac Duparquet, nord-ouest du Québec. *Can. J. Bot.* Vol 70 : 2294-2301.

**THIEN, S.** 1979. A flow diagram for traching texture by feel analysis. Journal of Agronomic Education. W.L. 5: 54 - 55.

**TORRES, A.** 1975. Ensayo de especies latifoliadas en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas, Venezuela. Tesis M. Sc: Universidad de Los Andes, Centro de Estudios de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida-Venezuela.

**TUXEN, R.** 1973. Ordination and Classification of communities. Dr. W. Junk by Publication, La Haya.

**ULA-CORPOANDES.** 1975. Programa de investigación forestal con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Informe 5, Tomo I, sobre las actividades del quinto año de labores (6-3-74 al 5-3-75). Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida-Venezuela.

**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, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida-Venezuela.

\_\_\_\_\_, 1978. Site-Classification for young Pine (*Pinus caribaea* Var *hondurensis*) in grassland, Venezuela. A Dissertation Presented for the Doctor of Philosophy Degree, the University of Tennessee, Knoxville.

**VINCENT, L. y C. BUSTAMANTE.** 1973. El método Limba ensayado en el proyecto caparo. Revista Forestal Venezolana. 23 : 101- 104.

**WEST, N.** 1966. Matrix cluster analysis of the montane forest vegetation of the Oregon Cascades. Ecology. 47 : 75-98.

**WHITTEN, A.** 1982. A numerical analysis of tropical rain forest, using floristic and structural data, and its application to analysis of gibbon ranging behaviour. Journal Ecology. 70 : 249 - 271.

**WILLIAMS, W y J. LAMBERT.** 1959. Multivariate methods in plant ecology. I. Association analysis in plant communities. Journal Ecology. 47: 83-101.

**ZHONG, A. y W. HSIUNG.** 1993. Evaluation and diagnosis of tree nutritional status in Chinese-fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantations, Jiangxi, China. Forest Ecology and Management, 62 : 245-270.

## XII. GLOSARIO DE TERMINOS.

### **ARBOL CANDIDATO**

Desde el punto de vista silvicultural (producción de madera) es aquel que por sus mejores características tiene mayor probabilidad de llegar a la cosecha final.

De acuerdo al programa P/PL2, el árbol candidato es aquel que presenta el mayor valor de circunferencia a la altura de pecho dentro de cada grupo. En caso de no existir árboles con DAP > 5 cm, el candidato es cualquier árbol suprimido.

### **ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)**

Es una técnica multivariante orientada a transformar un conjunto de variables correlacionadas en un nuevo conjunto (posiblemente menor) de variables incorrelacionadas, llamadas componentes principales. Dichos componentes son combinaciones lineales de las variables originales, derivadas en orden decreciente de importancia, de tal manera que el primer componente sea el que explique la mayor cantidad posible de la variación total contenida en los datos originales. De esta manera, con los primeros componentes, es posible sintetizar la mayor parte de la información.

### **ANALISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS (AFC)**

Es una técnica estadística que tiene por objetivo describir (en particular en forma gráfica) el máximo de información contenida en una tabla rectangular de datos. Esta tabla debe estar constituida de datos provenientes de "medidas" realizadas sobre dos conjuntos de caracteres. Estos dos conjuntos de caracteres están dispuestos, uno en líneas y el otro en columnas. El término correspondencia proviene del hecho que se intenta establecer entre dos conjuntos de caracteres una correspondencia.

### **ANALISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS MULTIPLES (AFCM)**

El análisis factorial de correspondencias múltiple (AFCM) es una simple extensión del análisis factorial de correspondencias (AFC). Mientras que el AFC establece correspondencia entre dos conjuntos de caracteres (líneas y columnas), el AFCM cruza un conjunto, aquél de las líneas, con un segundo conjunto, aquél de las modalidades de respuestas a "preguntas" varias. Se plantea a n individuos (las líneas) Q preguntas, que presentan cada una Jq modalidades. Las respuestas están bajo la forma de disyuntiva completa, es decir que, para cada pregunta, hay obligatoriamente la elección de una modalidad y solo de una.

### **ANALISIS FACTORIAL DISCRIMINANTE (AFD)**

Es una metodología estadística multivariante, orientada fundamentalmente a explorar las posibles diferencias que existen entre dos o más poblaciones y analizar la naturaleza de dichas diferencias; así como también construir criterios o reglas de clasificación, que permitan asignar un objeto o individuo desconocido a una de las poblaciones conocidas.

### **COEFICIENTE DE VARIACION**

Se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética. Es decir es la proporción o tanto por ciento de la media que representa la desviación estándar.

## **CONTRIBUCIONES RELATIVAS**

Estos valores permiten explicar los ejes principales a partir de ciertos caracteres-líneas (o columnas). Los elementos que contribuyen más fuertemente son los más explicativos para el eje principal considerado.

## **CORRELACION**

Grado de interconexión entre variables, que intenta determinar con que precisión tipo. describe o explica la relación entre variables en una ecuación lineal o de cualquier otro

## **CORRELACION MULTIPLE**

El grado de correlación existente entre tres o más variables se llama correlación múltiple.

## **CORRELACION PARCIAL**

Cuando en un análisis de varias variables, se toman en cuenta las correlaciones dos a dos, descartando la influencia de las demás.

## **CORRELACION SIMPLE O TOTAL.**

Es el grado de correlación cuando se analizan dos variables.

## **COSENO CUADRADO**

Es un indicador que mide la calidad de representación de cada punto sobre los ejes. Teniendo en cuenta este valor, se podrá observar con una visión crítica las representaciones gráficas.

## **DESVIACION ESTANDAR**

Viene dada por la raíz cuadrada positiva de la varianza.

## **GRUPO**

Conjunto constituido por cinco árboles presentes (vivos) o no, ubicados en forma sucesiva y continua de acuerdo al distanciamiento inicial de plantación.

## **GRUPO OCUPADO**

Un grupo dentro del cual se encuentra por lo menos un árbol vivo.

## **GRUPO VACIO**

Un grupo dentro del cual, no existe la presencia de un árbol vivo.

## **INERCIA TOTAL**

La inercia total de un estudio de análisis por componentes principales, basado en la matriz de correlaciones, es la suma de todos los valores propios de esta matriz ( $\sum V_j = p$ ) donde  $V_j$ = valores propios y  $p$ = componentes principales. La inercia total en un análisis factorial de correspondencias es  $(J - Q) / Q$ , donde  $J$ = al número de clases y  $Q$ = al número de variables.

## **MEDIA**

En una colección de datos, se define como la suma de todos esos datos dividida entre el número de sumandos.

## **MEDIANA**

Es el valor central o la media de dos valores centrales.

## **METODO REGRESSION STEPWISE (Regresión paso a paso)**

Es un método en el cual, el proceso comienza sin variables en el modelo. La primera variable que es la que mayor correlación presenta con la variable dependiente, entra si cumple el criterio llamado SLENTRY, que en el caso del SAS, el criterio es una probabilidad asociada al estadístico F cuyo valor por defecto es 0.50, en este caso la variable entra en el modelo solamente si la probabilidad asociada a F es menor o igual a 0.50. De no cumplirlo, el procedimiento termina sin variables en la ecuación. Si lo cumple, entonces entra y se selecciona una segunda variable que tenga la correlación parcial mas alta. Si pasa el criterio de entrada , entonces también se añade a la ecuación. El proceso termina cuando no hay mas variables que cumplan los criterios de entrada y salida.

## **MODA**

La moda de un conjunto de datos es el valor que ocurre con mayor frecuencia, es decir el valor más frecuente. La moda puede no existir, e incluso no ser única en caso de existir.

## **REGRESION**

A menudo deseamos estimar, basados en datos de una muestra, el valor de una variable Y correspondiente a un valor dado de la variable X. Esto se puede hacer estimando el valor de Y mediante una curva de mínimos cuadrados que ajuste los datos. La curva resultante se llama una curva de regresión de Y sobre X, ya que Y se estima a partir de X. La regresión es pues un método de medición, o mejor dicho de estimación indirecta de una variable dependiente en función de otras variables (independientes).

## **REGRESION MULTIPLE**

No siempre la estimación de una variable dependiente es satisfactoria cuando se emplea una sola variable independiente. En algunos casos se aumenta considerablemente la información cuando se toman datos de dos o mas variables independientes. En este caso cuando intervienen mas de dos variables independientes se habla de regresión múltiple.

## **REPRESENTACIONES GRAFICAS**

Son aquellas que contienen las proyecciones de todos los elementos líneas y columnas sobre los ejes principales pedidos.

### **VARIANZA**

Dada una serie de datos, se define la varianza de esos datos el promedio de los desvíos, elevados al cuadrado, de cada uno de esos valores con respecto a su media.

### **VALORES PROPIOS (AUTOVALORES)**

Son los que permiten cuantificar la parte de información explicada por los diferentes ejes. Es a partir de esos valores propios que se podrá decidir sobre el número de ejes que se desea conservar, es decir el número de ejes sobre los cuales se proyectará la nube de las líneas y la nube de las columnas. Cada valor propio representa la parte de la variación de la nube de puntos explicada por el eje correspondiente.

### **VECTORES PROPIOS (AUTOVECTORES)**

Son los que contienen en columnas los coeficientes que permiten calcular las ecuaciones de los ejes.

**ANEXOS**

**www.bdigital.ula.ve**

ANEXO 1. MATRIZ DE DATOS ORIGINALES PARA LA PROFUNDIDAD DE MUESTRA 1 (0-30CM).

GRU	TRA	REP	SOB	H	DAP	AB	TP	TH	HR	RFT	NB	Pmo	Paro	PArc	PLI	Mo	NF	CIC	P	PH	TB	Ca	Mg	K	Na	N	MOR	CO
				(m)	(cm)	m^2/ha										(%) (cm)	(meg/100g)	(ppm)	(12)			(meg/100g)	(meg/100g)	(meg/100g)	(meg/100g)	(%)	(%)	(%)
3	5	1	1	17.5	16.33	3.1558	1	0	0	1	T2M16	5	32	22	48	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.58	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
8	4	1	4	26.5	38.04	36.3004	1	2	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
11	7	1	1	6.5	4.3	0.2265	1	1	1	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
12	6	1	3	15.5	15.41	4.077	1	1	0	0	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
13	3	1	2	14.5	15.34	5.5115	1	1	0	1	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
14	4	2	3	16.5	25.12	9.3016	1	2	0	1	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
20	7	2	1	24.5	24.7	7.2329	1	1	1	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
24	3	2	4	19.5	23.75	13.9373	1	1	0	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.58	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
26	1	2	3	17.5	16.11	4.7263	0	1	2	1	T1M16	15	28	30	42	18	0	14.4	5	5.48	4	2.14	2.18	0.13	0.22	0.1138	0.45	0.21
30	4	3	4	26	28.36	14.1185	1	2	0	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
33	7	3	4	18.6	27	9.4528	1	1	1	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
34	5	3	3	11	11.81	3.6542	1	0	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
38	1	3	1	9	7.19	9.7395	0	1	2	1	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
39	6	3	3	20.6	24.7	9.1808	1	1	0	0	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
47	4	4	4	24	24.94	10.8418	1	2	0	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
48	1	4	3	21	22.91	8.0634	0	1	2	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
49	7	4	2	24	35.91	25.1868	1	1	1	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
50	5	4	5	24.5	24.92	16.7005	1	0	0	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
52	6	4	4	24	29.86	14.1789	1	1	0	0	T1M16	15	28	30	42	18	0	14.4	5	5.48	4	2.14	2.18	0.13	0.22	0.1138	0.45	0.21
57	7	5	2	28.5	37.15	16.6251	1	1	1	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
58	6	5	5	31	44.68	34.3525	1	1	0	0	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
59	5	4	2	25	33.45	22.6047	1	0	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
60	1	5	2	5	5	0.5436	0	1	2	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
11	4	5	2	6	10.31	1.9328	1	2	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
13	3	5	1	11.5	6.59	0.5134	1	1	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
6	3	6	5	18.3	15.12	5.7682	1	1	0	1	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.26
1	5	6	5	24.2	32.53	14.2051	1	0	0	1	T3M16	38	62	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05
5	4	8	4	32.5	36.82	34.4582	1	2	0	1	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
3	6	6	3	22.4	23.08	8.7278	1	1	0	0	T2M16	5	32	22	46	2	1	10	5	5.37	1	1.72	1.59	0.18	0.2	0.14	0.51	1.27
7	1	6	2	7.5	7.73	0.7097	0	1	2	1	T1M16	15	28	30	42	18	0	14.4	5	5.48	4	2.14	2.18	0.13	0.22	0.1138	0.45	0.21
3	7	6	1	6	5.6	0.3775	1	1	1	1	T1M16	15	28	30	42	18	0	14.4	5	5.48	4	2.14	2.18	0.13	0.22	0.1138	0.45	0.21
1	5	7	1	4.5	4.45	0.2416	1	1	0	0	T1M15	5	68	14	18	15	30	10.8	4	5.8	5	2.97	1.5	0.18	0.08	0.14	2.84	1.23
5	7	5	23.6	22.66	16.7157	1	0	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.06	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
3	7	1	4	4.46	0.2416	1	1	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
7	7	1	10.4	9.42	9.8603	1	1	1	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
1	7	2	11.4	10.47	1.2986	0	1	2	1	T3M15	38	52	14	24	0	0	5.2	6	5.13	2	0.8	0.8	0.12	0.07	0.0963	1.82	1.05	
4	7	5	15.8	17.95	13.2427	1	2	0	1	T4M16	40	66	12	22	0	0	6.8	4	5.56	2	1.27	0.66	0.1	0.01	0.0744	2.17	1.28	
1	3	4	16	17.63	12.6991	0	1	2	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
7	8	2	10	9.93	1.1627	1	1	1	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
5	3	5	25.4	30.58	28.2521	1	0	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13	
4	3	5	23.3	34.28	45.9493	1	2	0	1	T2M15	5	48	16	36	15	0	10	6	5.66	4	2.73	1.97	0.14	0.2	0.1706	2.06	1.68	
6	3	4	30	30.08	22.7255	1	1	0	0	T2M15	6	48	16	36	15	0	10	6	5.66	4	2.73	1.97	0.14	0.2	0.1705	2.06	1.68	
3	3	2	24.1	16.36	13.3031	1	1	0	1	T1M15	5	68	14	18	15	30	10.8	4	5.8	5	2.97	1.5	0.18	0.08	0.14	2.84	1.23	
1	3	2	23	27.34	9.7848	0	1	2	1	T1M15	5	58	14	18	15	30	10.8	4	5.8	5	2.97	1.5	0.18	0.08	0.14	2.84	1.23	

106	3	9	5	16	19.67	13.8618	1	1	0	1	T1M15	5	68	14	18	15	30	10.8	4	5.8	5	2.97	1.5	0.18	0.08	0.14	2.84	1.23
110	4	9	4	23	36.64	27.3914	1	2	0	1	T2M15	5	48	16	36	15	0	10	6	5.66	4	2.73	1.87	0.14	0.2	0.1706	2.06	1.68
112	6	8	3	20	17	6.0853	1	1	0	0	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13
116	7	9	4	15.4	15.92	7.6104	1	1	1	1	T4M15	25	34	20	46	0	0	9.2	5	5.34	1	2.16	2.08	0.09	0.47	0.0525	1.53	0.89
117	5	8	3	16	19.03	9.7093	1	0	0	1	T4M15	25	34	20	46	0	0	9.2	5	5.34	1	2.16	2.08	0.09	0.47	0.0525	1.53	0.89
122	3	10	2	21	21	6.1155	1	1	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13
123	5	10	3	17.7	18.35	7.0366	1	0	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13
125	6	10	5	27.7	30.98	32.9935	1	1	0	0	T2M15	6	48	16	36	15	0	10	6	5.66	4	2.73	1.87	0.14	0.2	0.1706	2.06	1.68
126	7	10	4	28	34.76	36.9984	1	1	1	1	T2M15	8	48	18	36	15	0	10	6	5.66	4	2.73	1.87	0.14	0.2	0.1706	2.06	1.68
130	1	10	4	23.6	24.16	18.2559	0	1	2	1	T1M15	5	68	14	18	15	30	10.8	4	5.8	5	2.97	1.5	0.18	0.08	0.14	2.84	1.23
131	5	11	5	21	25.58	16.4892	1	0	0	1	T1M14	10	34	24	42	2	0	10.8	7	5.32	1	1.86	1.65	0.17	0.13	0.1225	1.88	0.44
132	7	11	5	20.7	32.12	32.0422	1	1	1	1	T1M14	10	34	24	42	2	0	10.8	7	5.32	1	1.86	1.65	0.17	0.13	0.1225	1.68	0.44
134	1	11	2	23	34.41	19.0109	0	1	2	1	T2M14	95	46	16	38	0	10	8.8	5	5.07	1	1.84	1.57	0.12	0.12	0.1181	0.54	1.12
139	6	11	4	18.6	19.1	11.4609	1	1	0	0	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13
141	3	11	1	5	4.32	0.2265	1	1	0	1	T3M15	35	26	30	44	0	1	12.4	4	5.08	1	0.35	2.4	0.1	0.1	0.0613	0.23	0.13
142	4	11	2	12.6	13.72	2.5217	1	2	0	1	T4M15	25	34	20	46	0	0	9.2	5	5.34	1	2.16	2.08	0.08	0.47	0.0525	1.53	0.89
145	3	12	4	25.5	40	30.502	1	1	0	1	T4M14	25	32	24	44	15	0	11.2	6	4.93	4	1.23	1.34	0.14	0.08	0.14	1.37	0.79
146	7	12	5	25.3	38.29	39.4563	1	1	1	1	T4M14	25	32	24	44	15	0	11.2	6	4.93	4	1.23	1.34	0.14	0.08	0.14	1.37	0.79
149	6	12	5	22.4	32.91	24.1298	1	1	0	1	T3M14	45	30	28	42	0	0	10.4	5	4.96	1	0.93	1.49	0.22	0.1	0.1138	2.5	1.45
154	1	12	2	6	6.88	3.4881	0	1	2	1	T2M14	95	30	28	42	0	10	8.8	5	5.07	1	1.84	1.57	0.12	0.12	0.1181	0.54	1.12
155	5	12	2	13	11.84	11.023	1	0	0	1	T1M14	10	34	24	42	2	0	10.8	7	5.32	1	1.86	1.65	0.17	0.13	0.1225	1.68	0.44
156	4	12	4	12.6	13.24	4.9981	1	2	0	1	T1M14	10	34	24	42	2	0	10.8	7	5.32	1	1.86	1.65	0.17	0.13	0.1225	1.68	0.44

ANEXO 2. MATRIZ DE DATOS ORIGINALES PARA LA PROFUNDIDAD DE MUESTRA 2 (30-60cm)

GRU	TRA	REP	SOB	H (m)	DAP (cm)	AB m^2/ha	TP	TH	HI	RFH	ABC	MAC	NB	PMo	para	perc	pH	Mo (%)	NF (cm)	CIC	P (ppm) (1:2)	PH	TS	Ca	Mg	K	Na	N (%)	MOR (%)	CO (%)
3	5	1	1	17.5	16.33	3.1559	1	0	0	1	0.558	14	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
8	4	1	4	26.5	38.04	36.3	1	2	0	1	0.602	12	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
11	7	1	1	6.5	4.3	0.2265	1	1	1	1	0.394	10	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
12	6	1	3	15.5	15.41	4.077	1	1	0	0	0.674	22	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
13	3	1	2	14.5	15.34	5.5115	1	1	0	1	0.856	13	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
14	4	2	3	16.5	25.12	9.3016	1	2	0	1	0.612	23	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
20	7	2	1	24.5	24.7	7.2329	1	1	1	1	0.753	26	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
24	3	2	4	19.5	23.75	13.937	1	1	0	1	1.02	25	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
26	1	2	3	17.5	16.11	4.7263	0	1	2	1	0.555	16	T1M16	15	18	28	54	25	0	11.6	5	5.68	7	1.64	2	0.09	0.34	0.053	0.35	0.1
30	4	3	4	26	28.36	14.119	1	2	0	1	0.682	36	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
33	7	3	4	18.6	27	9.4526	1	1	1	1	0.369	23	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
34	5	3	3	11	11.81	3.6542	1	0	0	1	0.6	22	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
38	1	3	1	9	7.19	9.7395	0	1	2	1	0.761	30	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
39	6	3	3	20.6	24.7	9.1808	1	1	0	0	0.626	27	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
47	4	4	4	24	24.94	10.842	1	2	0	1	0.649	23	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
48	1	4	3	21	22.91	8.0634	0	1	2	1	0.996	29	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
49	7	4	2	24	35.91	25.187	1	1	1	1	0.557	20	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
50	5	4	5	24.5	24.92	16.701	1	0	0	1	0.945	33	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
52	6	4	4	24	29.86	14.179	1	1	0	0	0.879	38	T1M16	15	18	28	54	25	0	11.6	5	5.68	7	1.64	2	0.09	0.34	0.053	0.35	0.1
57	7	5	2	28.5	37.15	16.625	1	1	1	1	0.944	25	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
58	6	5	5	31	44.69	34.353	1	1	0	0	1.23	33	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
59	5	5	4	25	33.45	22.605	1	0	0	1	0.83	35	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
60	1	5	2	5	5	0.5436	0	1	2	1	0.399	20	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
61	4	5	2	6	10.31	1.9328	1	2	0	1	0.58	16	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
63	3	5	1	11.5	6.59	0.5134	1	1	0	1	1.127	30	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
66	3	6	5	18.3	15.12	5.7682	1	1	0	1	0.902	33	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
71	5	6	5	24.2	32.53	14.209	1	0	0	1	0.788	35	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
75	4	6	4	32.5	36.92	34.458	1	2	0	1	0.936	29	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
76	6	6	3	22.4	23.08	8.7278	1	1	0	0	1.233	32	T2M16	5	18	26	56	20	1	11.2	5	5.36	4	1.42	1.45	0.09	0.25	0.083	1.65	0.71
77	1	6	2	7.5	7.73	0.7097	0	1	2	1	1.254	36	T1M16	15	18	28	54	25	0	11.6	5	5.68	7	1.64	2	0.09	0.34	0.053	0.35	0.1
78	7	6	1	6	5.6	0.3775	1	1	1	1	0.843	35	T1M16	15	18	28	54	25	0	11.6	5	5.68	7	1.64	2	0.09	0.34	0.053	0.35	0.1
80	6	7	1	4.5	4.45	0.2416	1	1	0	0	0.746	24	T1M15	5	28	38	34	40	30	10.8	4	5.89	7	1.86	1.88	0.11	0.26	0.057	0.53	0.52
85	5	7	5	23.6	22.66	16.716	1	0	0	1	0.835	27	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
86	3	7	1	4	4.46	0.2416	1	1	0	1	0.622	25	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
97	7	7	1	10.4	9.42	9.8603	1	1	1	1	0.981	26	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
89	1	7	2	11.4	10.47	1.2986	0	1	2	1	1.164	28	T3M16	38	54	22	24	7	0	8	12	5.62	4	1.83	1.06	0.11	0.18	0.096	2.17	1.26
91	4	7	5	15.8	17.95	13.243	1	2	0	1	1.14	29	T4M16	40	40	28	32	10	0	11.6	4	5.59	4	2.1	1.14	0.1	0.03	0.07	0.56	0.33
94	1	8	4	18	17.63	12.699	0	1	2	1	1.16	29	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
96	7	3	2	10	9.93	1.1627	1	1	1	1	0.538	19	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
98	5	3	5	25.4	30.88	28.252	1	0	0																					

116	7	9	4	15.4	15.92	7.6104	1	1	1	1	0.919	23	T4M15	25	58	18	28	18	0	10	4	5.46	5	0.99	1.15	0.11	0.1	0.048	1.13	0.65
117	5	9	3	16	19.03	9.7093	1	0	0	1	1.414	20	T4M15	25	58	18	28	18	0	10	4	5.46	5	0.99	1.15	0.11	0.1	0.048	1.13	0.65
122	3	10	2	21	21	6.1155	1	1	0	1	0.788	29	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
123	5	10	3	17.7	19.35	7.0366	1	0	0	1	0.912	25	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
125	6	10	5	27.7	30.98	32.994	1	1	0	0	0.796	10	T2M15	6	32	24	44	25	0	10.8	5	5.83	7	2.38	2.51	0.09	0.24	0.083	0.72	0.61
126	7	10	4	28	34.76	35.998	1	1	1	1	0.763	8	T2M15	6	32	24	44	25	0	10.8	5	5.83	7	2.38	2.51	0.09	0.24	0.083	0.72	0.61
130	1	10	4	23.6	24.16	18.256	0	1	2	1	0.631	6	T1M15	5	28	38	34	40	30	10.8	4	5.89	7	1.86	1.88	0.11	0.26	0.057	0.53	0.52
131	5	11	5	21	25.59	16.489	1	0	0	1	0.962	18	T1M14	10	48	26	26	3	0	10.4	5	5.55	1	2.24	2	0.16	0.11	0.079	0.89	2.2
132	7	11	5	20.7	32.12	32.042	1	1	1	1	0.929	16	T1M14	10	48	26	26	3	0	10.4	5	5.55	1	2.24	2	0.16	0.11	0.079	0.89	2.2
134	1	11	2	23	34.41	19.011	0	1	2	1	0.731	10	T2M14	95	30	24	46	0	10	16.8	21	5.42	1	3.35	2.66	0.19	0.14	0.166	0.64	2.9
139	6	11	4	18.6	19.1	11.461	1	1	0	0	0.435	26	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
141	3	11	1	5	4.32	0.2265	1	1	0	1	0.393	28	T3M15	35	52	20	28	1	1	9.2	4	5.23	1	1.2	1.46	0.1	0.09	0.061	0.53	0.31
142	4	11	2	12.6	13.72	2.5217	1	2	0	1	1.063	18	T4M15	25	58	18	28	18	0	10	4	5.46	5	0.99	1.15	0.11	0.1	0.048	1.13	0.65
145	3	12	4	25.5	40	30.502	1	1	0	1	0.598	10	T4M14	25	16	36	48	20	0	14.4	5	4.96	4	1.18	1.93	0.13	0.13	0.079	0.48	0.28
146	7	12	5	25.3	38.29	39.456	1	1	1	1	0.666	18	T4M14	25	16	36	48	20	0	14.4	5	4.96	4	1.18	1.93	0.13	0.13	0.079	0.48	0.28
149	6	12	5	22.4	32.91	24.13	1	1	0	1	0.631	20	T3M14	45	18	42	40	7	0	14	4	5.16	6	0.92	2.12	0.13	0.13	0.079	0.48	0.28
154	1	12	2	6	8.88	3.4881	0	1	2	1	0.664	24	T2M14	95	30	24	46	0	10	16.8	21	5.42	1	3.35	2.66	0.19	0.14	0.166	0.64	2.9
155	5	12	2	13	11.94	11.023	1	0	0	1	1.061	12	T1M14	10	48	26	26	3	0	10.4	5	5.55	1	2.24	2	0.16	0.11	0.079	0.89	2.2
156	4	12	4	12.6	13.24	4.9981	1	2	0	1	0.995	20	T1M14	10	48	26	26	3	0	10.4	5	5.55	1	2.24	2	0.16	0.11	0.079	0.89	2.2

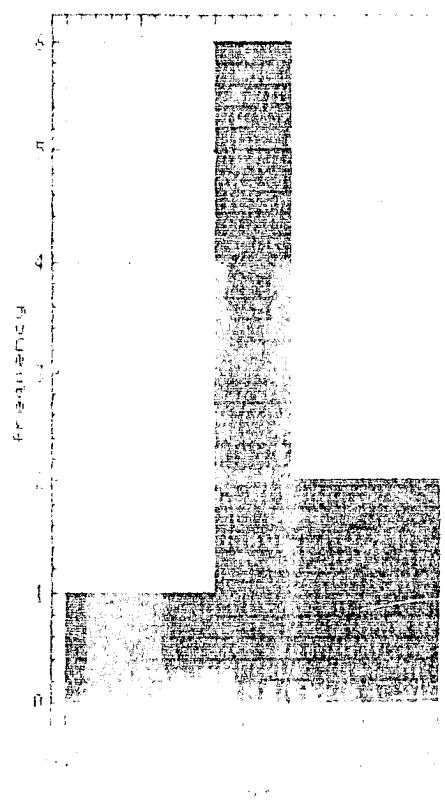
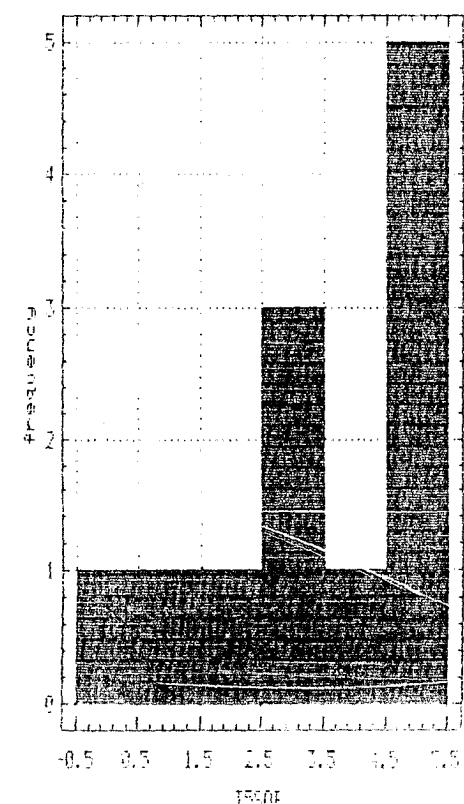
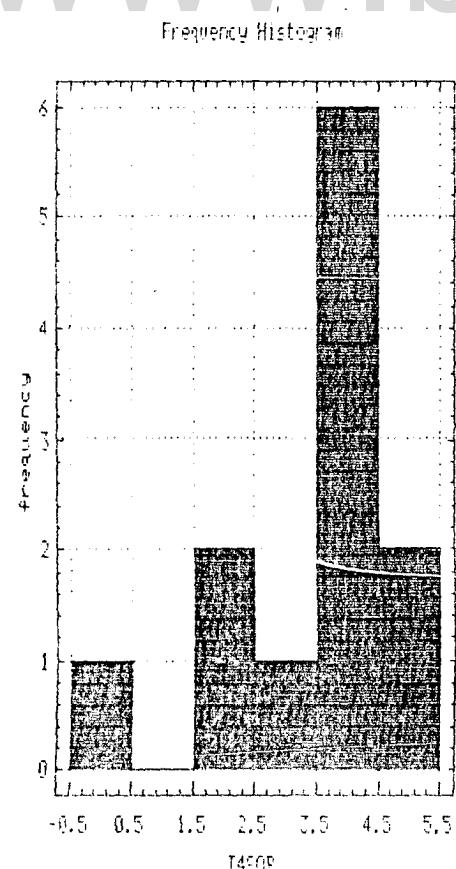
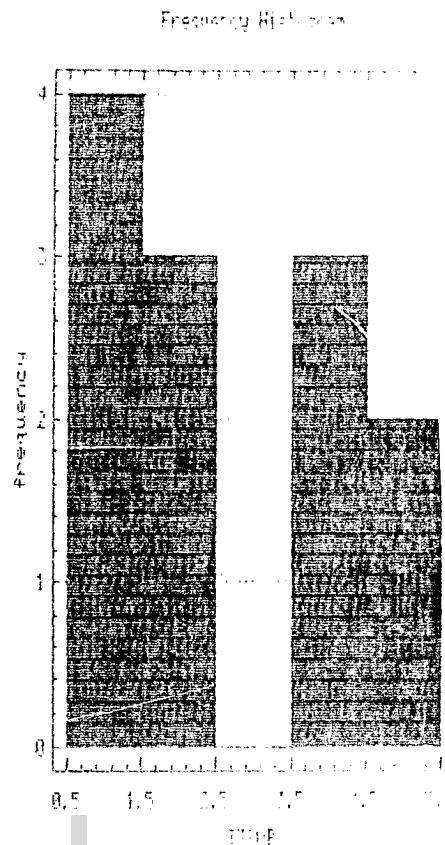
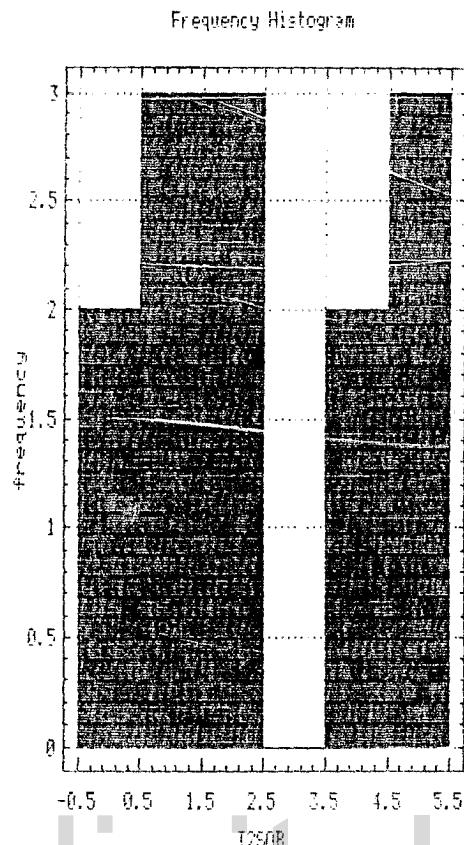
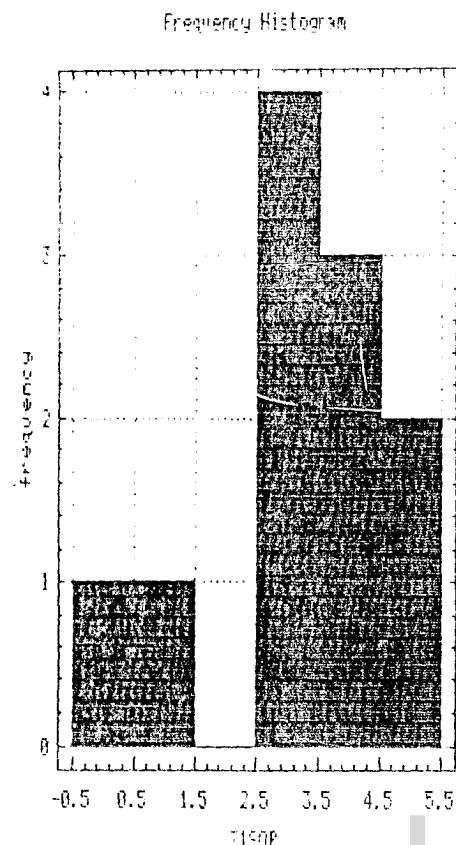
www.bdigital.ula.ve

**ANEXO 3. MATRIZ ORIGINAL DE DATOS ORIGINALES PARA LA PROFUNDIDAD DE MUESTRA 3 (60-90cm).**

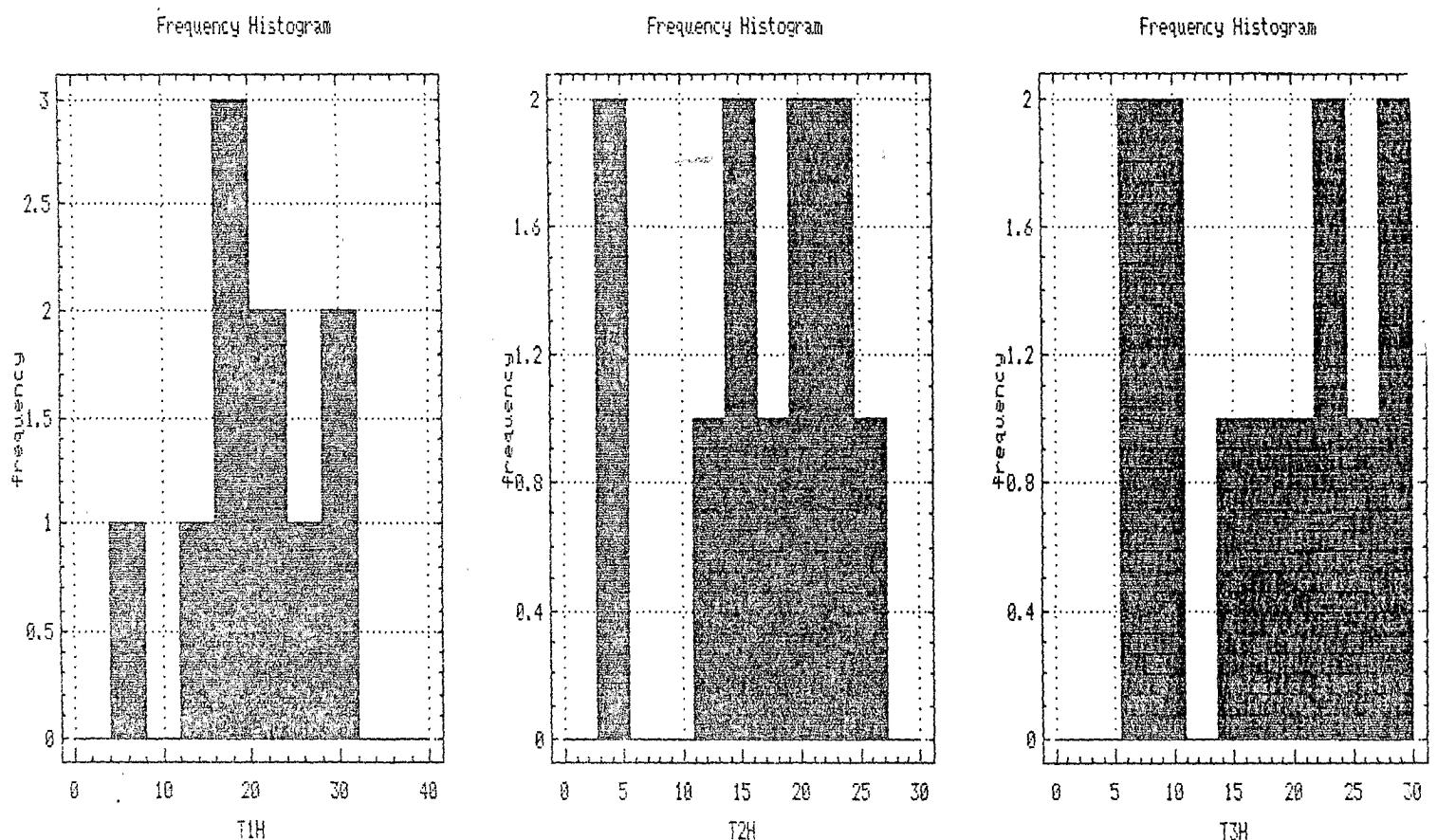
GRU	TRA	REP	SOB	H (m)	DAP (cm)	AB m^2/ha	TP	TH	HI	RFH	NB	PMo	Pare	Part	PII	Mo (%)	NF (cm)	CIC	P (pptr (1:2)	PH	Ts	Ca	Mg	K	Na	N (%)	MOR (%)	CO (%)
3	5	1	1	17.5	16.33	3.1559	1	0	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
8	4	1	4	26.5	38.04	36.3004	1	2	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
11	7	1	1	6.5	4.3	0.2265	1	1	1	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
12	6	1	3	15.5	15.41	4.077	1	1	0	0	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
13	3	1	2	14.5	15.34	5.5115	1	1	0	1	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
14	4	2	3	16.5	25.12	9.3016	1	2	0	1	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
20	7	2	1	24.5	24.7	7.2329	1	1	1	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
24	3	2	4	19.5	23.75	13.9373	1	1	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
26	1	2	3	17.5	16.11	4.7263	0	1	2	1	T1M16	15	26	28	46	25	0	11.6	5	5.83	7	1.8	3	0.11	0.62	0.048	0.77	0.26
30	4	3	4	26	28.36	14.1185	1	2	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
33	7	3	4	18.6	27	9.4526	1	1	1	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
34	5	3	3	11	11.81	3.6542	1	0	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
38	1	3	1	9	7.19	9.7395	0	1	2	1	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
39	6	3	3	20.6	24.7	9.1808	1	1	0	0	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
47	4	4	4	24	24.94	10.8418	1	2	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
48	1	4	3	21	22.91	8.0634	0	1	2	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
49	7	4	2	24	35.91	25.1868	1	1	1	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
50	5	4	5	24.5	24.92	16.7006	1	0	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
52	6	4	4	24	29.86	14.1789	1	1	0	0	T1M16	15	26	28	46	25	0	11.6	5	5.83	7	1.8	3	0.11	0.62	0.048	0.08	0.27
57	7	5	2	28.5	37.15	16.6251	1	1	1	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
58	6	5	5	31	44.69	34.3525	1	1	0	0	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
59	5	5	4	25	33.45	22.6047	1	0	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
60	1	5	2	5	5	0.5436	0	1	2	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
61	4	5	2	6	10.31	1.9328	1	2	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
63	3	5	1	11.5	6.59	0.5134	1	1	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
66	3	6	5	18.3	15.12	5.7682	1	1	0	1	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
71	5	6	5	24.2	32.53	14.2091	1	0	0	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04
75	4	6	4	32.5	36.92	34.4582	1	2	0	1	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
76	6	6	3	22.4	23.08	8.7278	1	1	0	0	T2M16	5	22	28	50	30	1	11.2	6	5.53	7	1.08	1.46	0.08	0.26	0.07	0.31	0.31
77	1	6	2	7.5	7.73	0.7097	0	1	2	1	T1M16	15	26	28	46	25	0	11.6	5	5.83	7	1.8	3	0.11	0.62	0.048	0.08	0.27
78	7	6	1	6	5.6	0.3775	1	1	1	1	T1M16	15	26	28	46	25	0	11.6	5	5.83	7	1.8	3	0.11	0.62	0.048	0.08	0.27
80	6	7	1	4.5	4.45	0.2416	1	1	0	0	T1M15	5	18	34	48	30	30	12.8	4	5.94	4	2.03	2.91	0.1	0.53	0.569	0.44	1.64
85	5	7	5	23.6	22.66	16.7157	1	0	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
86	3	7	1	4	4.46	0.2416	1	1	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
87	7	7	1	10.4	9.42	9.8603	1	1	1	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
89	1	7	2	11.4	10.47	1.2986	0	1	2	1	T3M16	38	78	10	12	2	0	5.6	6	5.39	1	1.12	0.91	0.08	0.08	0.088	0.08	0.04

91	4	7	5	15.8	17.95	13.2427	1	2	0	1	T4M16	40	62	18	20	25	0	8.8	4	5.55	8	0.64	1.02	0.12	0.05	0.035	1.77	1.03
94	1	8	4	16	17.63	12.6991	0	1	2	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
96	7	8	2	10	9.93	1.1627	1	1	1	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
98	5	8	5	25.4	30.88	28.2521	1	0	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
101	4	8	5	23.3	34.28	45.9493	1	2	0	1	T2M15	6	28	28	44	40	0	10	4	6	7	2.17	3.03	0.08	0.41	0.061	0.98	0.25
102	6	8	4	30	30.08	22.7255	1	1	0	0	T2M15	6	28	28	44	40	0	10	4	6	7	2.17	3.03	0.08	0.41	0.061	0.98	0.25
104	3	8	2	24.1	26.36	13.3031	1	1	0	1	T1M15	5	18	34	48	30	30	12.8	4	5.94	4	2.03	2.91	0.1	0.53	0.569	0.44	1.64
105	1	9	2	23	27.34	9.7848	0	1	2	1	T1M15	5	18	34	48	30	30	12.8	4	5.94	4	2.03	2.91	0.1	0.53	0.569	0.44	1.64
106	3	9	5	16	19.67	13.8618	1	1	0	1	T1M15	5	18	34	48	30	30	12.8	4	5.84	4	2.03	2.91	0.1	0.53	0.569	0.44	1.64
110	4	9	4	23	36.64	27.3914	1	2	0	1	T2M15	6	28	28	44	40	0	10	4	6	7	2.17	3.03	0.08	0.41	0.061	0.98	0.25
112	6	9	3	20	17	6.0853	1	1	0	0	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
116	7	9	4	15.4	15.92	7.6104	1	1	1	1	T4M15	25	56	20	28	10	0	5.6	14	5.59	5	0.48	1.04	0.07	0.1	0.035	1.21	0.7
117	5	9	3	16	19.03	9.7093	1	0	0	1	T4M15	25	56	20	28	10	0	5.6	14	5.59	5	0.48	1.04	0.07	0.1	0.035	1.21	0.7
122	3	10	2	21	21	6.1155	1	1	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
123	5	10	3	17.7	19.35	7.0366	1	0	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
125	6	10	5	27.7	30.98	32.9935	1	1	0	0	T2M15	6	28	28	44	40	0	10	4	6	7	2.17	3.03	0.08	0.41	0.061	0.98	0.25
126	7	10	4	28	34.76	35.9984	1	1	1	1	T2M15	6	28	28	44	40	0	10	4	6	7	2.17	3.03	0.08	0.41	0.061	0.98	0.25
130	1	10	4	23.6	24.16	18.2558	0	1	2	1	T1M15	5	18	34	48	30	30	12.8	4	5.94	4	2.03	2.91	0.1	0.53	0.569	0.44	1.64
131	5	11	5	21	25.59	16.4892	1	0	0	1	T1M14	10	50	24	26	3	0	10	3	5.78	4	2.05	3	0.14	0.12	0.079	0.44	1.4
132	7	11	5	20.7	32.12	32.0422	1	1	1	1	T1M14	10	50	24	26	3	0	10	3	5.78	4	2.05	3	0.14	0.12	0.079	0.44	1.4
134	1	11	2	23	34.41	19.0109	0	1	2	1	T2M14	95	30	24	46	0	10	10	6	5.57	1	1.55	2.21	0.09	0.24	0.053	0.77	0.36
139	6	11	4	18.6	19.1	11.4609	1	1	0	0	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
141	3	11	1	5	4.32	0.2265	1	1	0	1	T3M15	35	52	20	28	10	1	7.6	4	5.16	4	0.96	1.24	0.09	0.08	0.044	0.53	0.31
142	4	11	2	12.6	13.72	2.5217	1	2	0	1	T4M15	25	56	20	28	10	0	5.6	14	5.59	5	0.48	1.04	0.07	0.1	0.035	1.21	0.7
145	3	12	4	25.5	40	30.502	1	1	0	1	T4M14	25	16	36	48	28	0	12.8	5	5.14	7	1.03	2.71	0.12	0.15	0.061	0.97	0.56
146	7	12	5	25.3	38.29	39.4563	1	1	1	1	T4M14	25	16	36	48	28	0	12.8	5	5.14	7	1.03	2.71	0.12	0.15	0.061	0.97	0.56
149	6	12	5	22.4	32.91	24.1298	1	1	0	1	T3M14	45	28	32	40	10	0	11.2	4	5.38	4	0.65	2.68	0.11	0.16	0.057	1.75	0.53
154	1	12	2	6	8.88	3.4881	0	1	2	1	T2M14	95	30	24	46	0	10	10	6	5.57	1	1.55	2.21	0.09	0.24	0.053	0.77	0.36
155	5	12	2	13	11.94	11.023	1	0	0	1	T1M14	10	50	24	26	3	0	10	3	5.78	4	2.05	3	0.14	0.12	0.079	0.44	1.4
156	4	12	4	12.6	13.24	4.9981	1	2	0	1	T1M14	10	50	24	26	3	0	10	3	5.78	4	2.05	3	0.14	0.12	0.079	0.44	1.4

#### ANEXO 4. HISTOGRAMAS DE SOBREVIVENCIA Vs TECNICAS DE PLANTACION



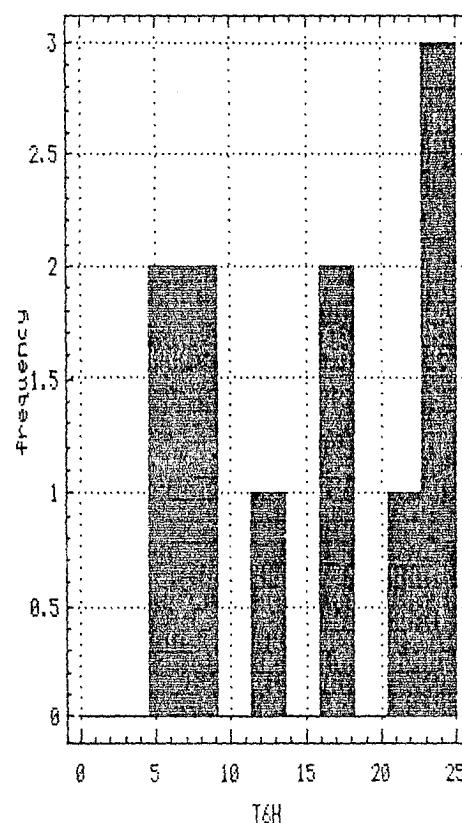
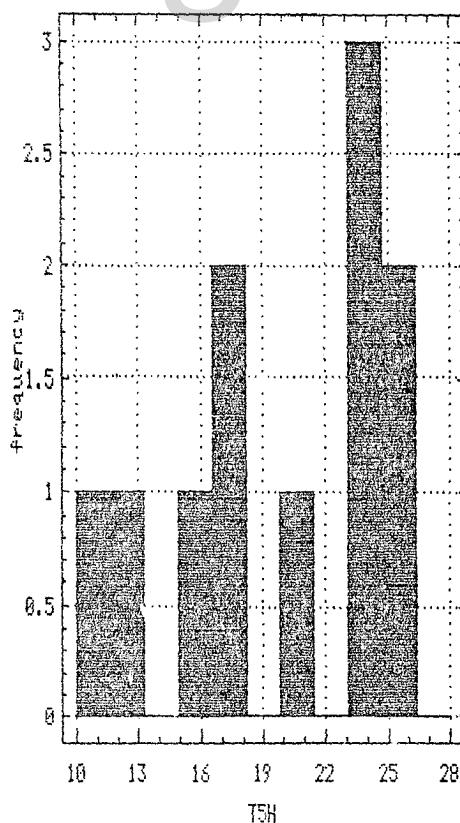
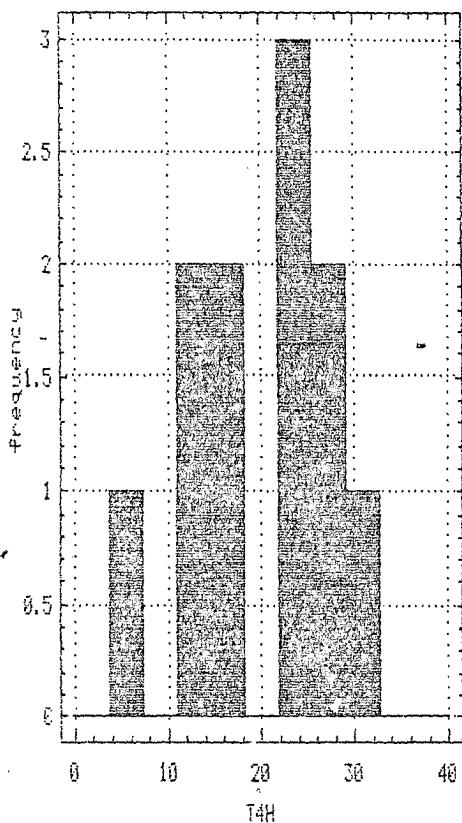
## ANALISIS DE ALTURA VS TECNICAS DE PLANTACION.



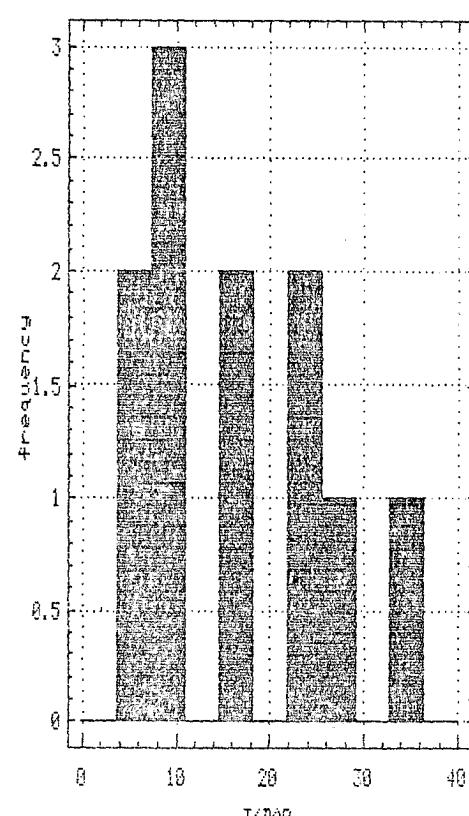
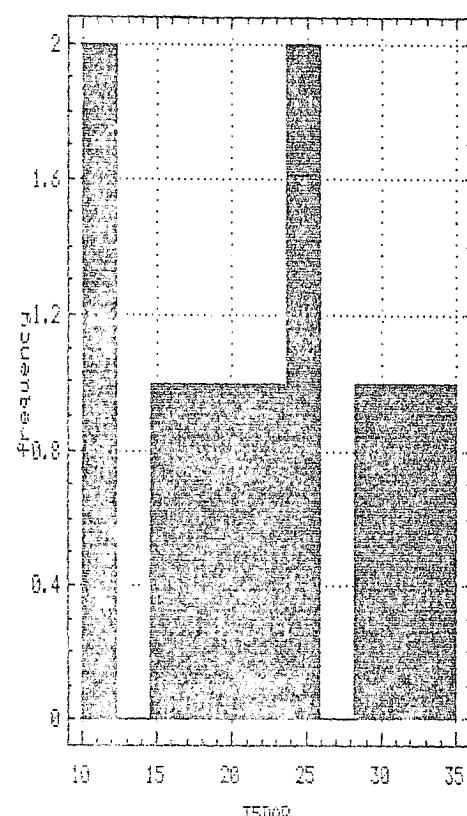
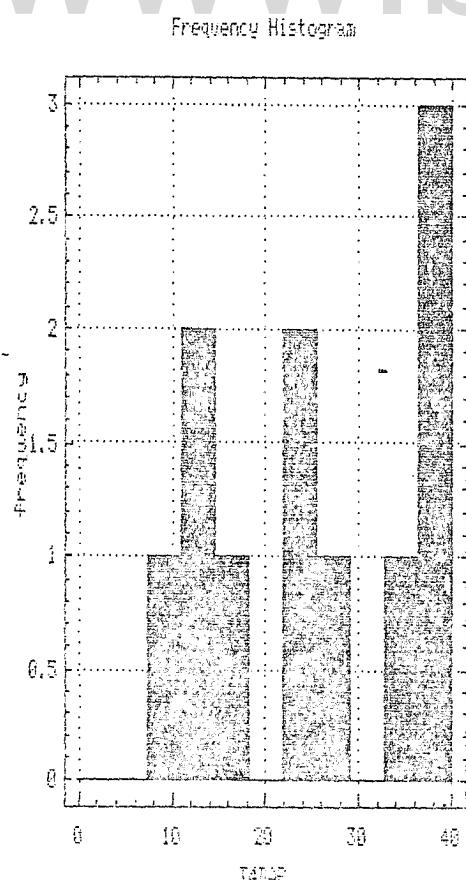
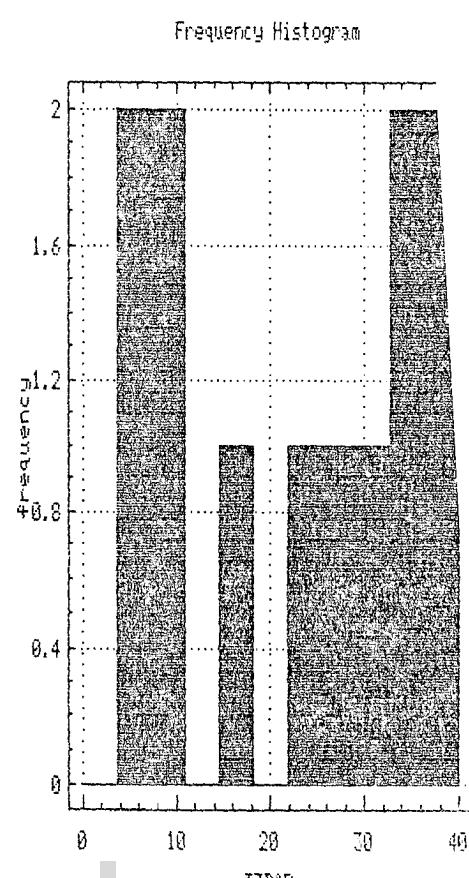
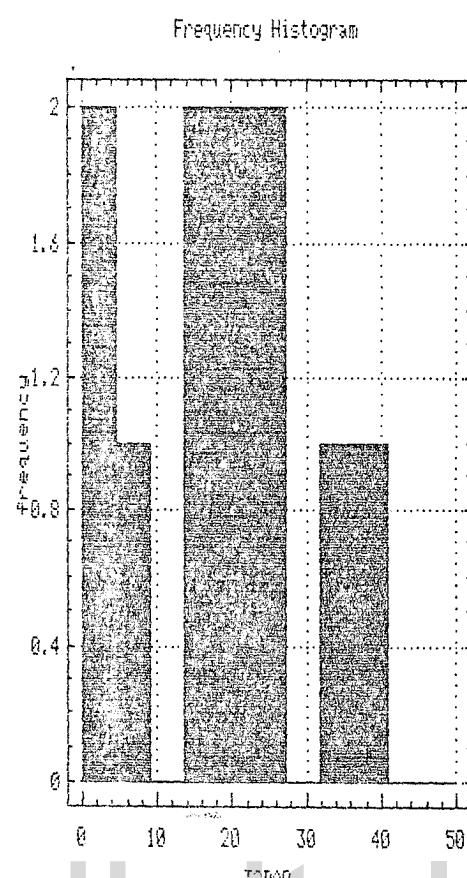
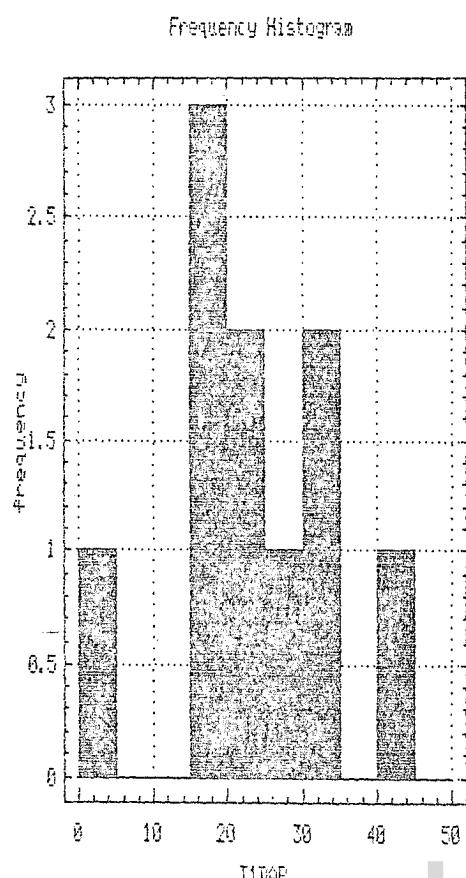
Frequency Histogram

Frequency Histogram

Frequency Histogram

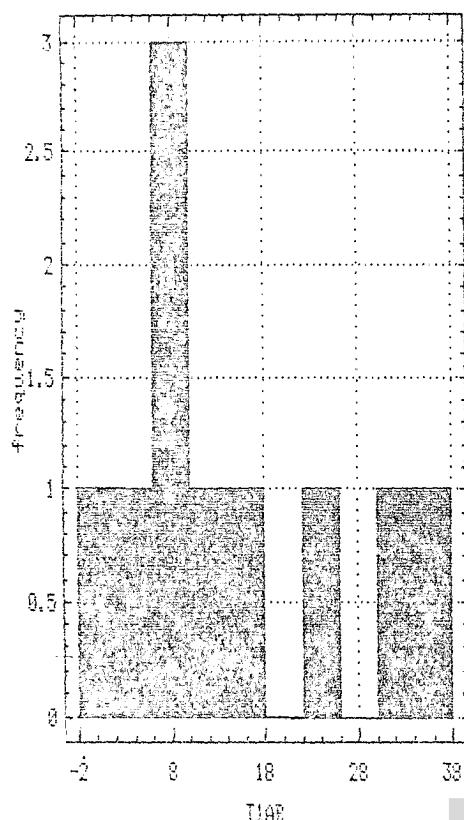


## HISTOGRAMAS DE DIAMETRO Vs TECNICAS DE PLANTACION.

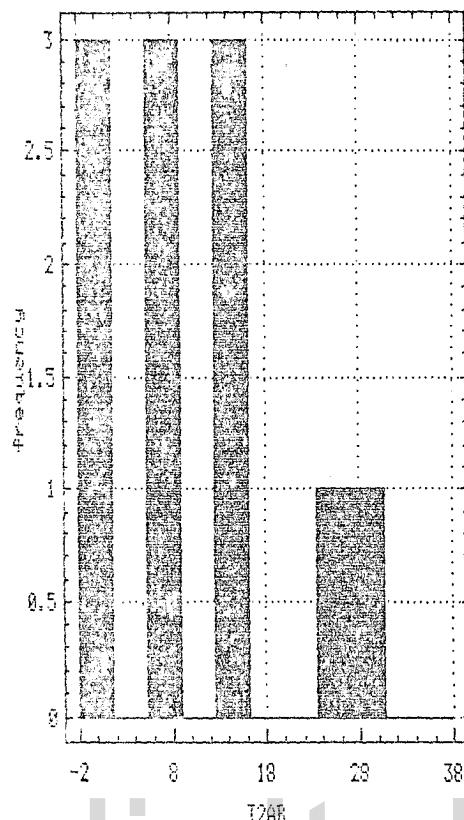


## ANEXO 1. HISTOGRAMAS DE AREA BASAL Vs TECNICAS DE PLANTACION.

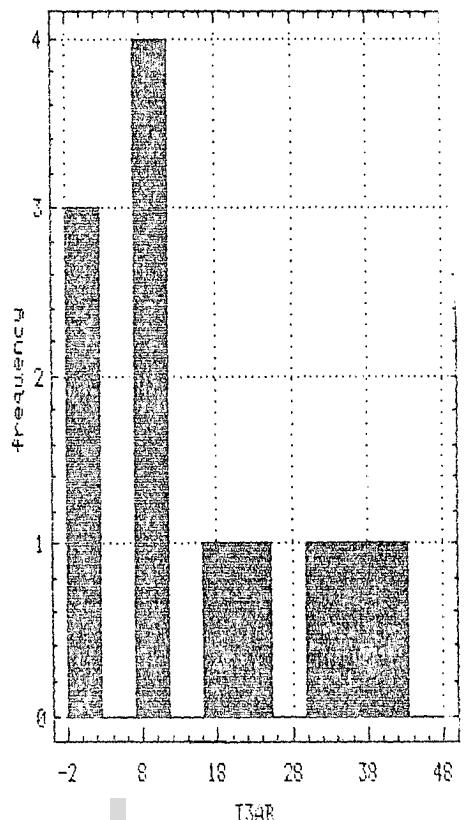
Frequency Histogram



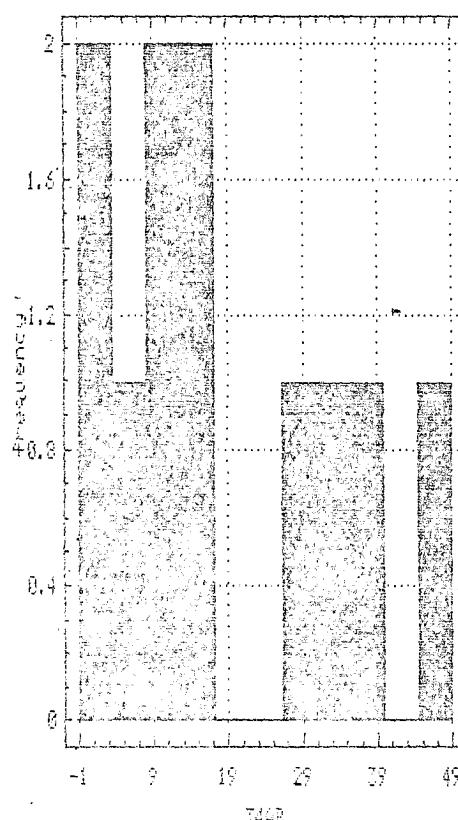
Frequency Histogram



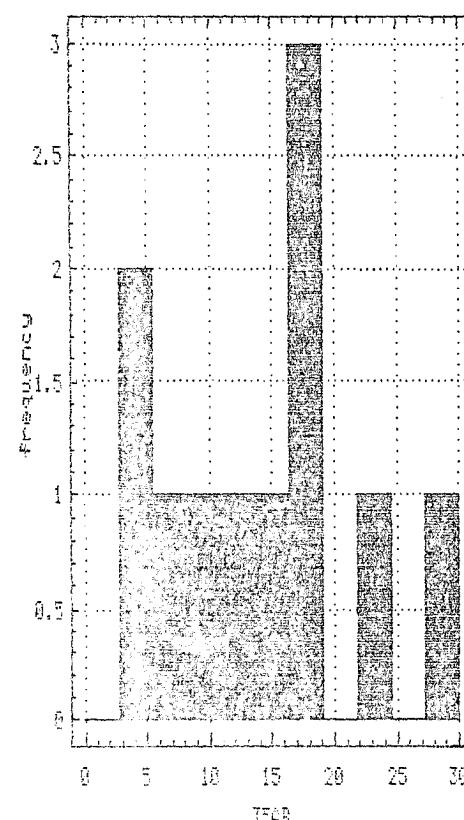
Frequency Histogram



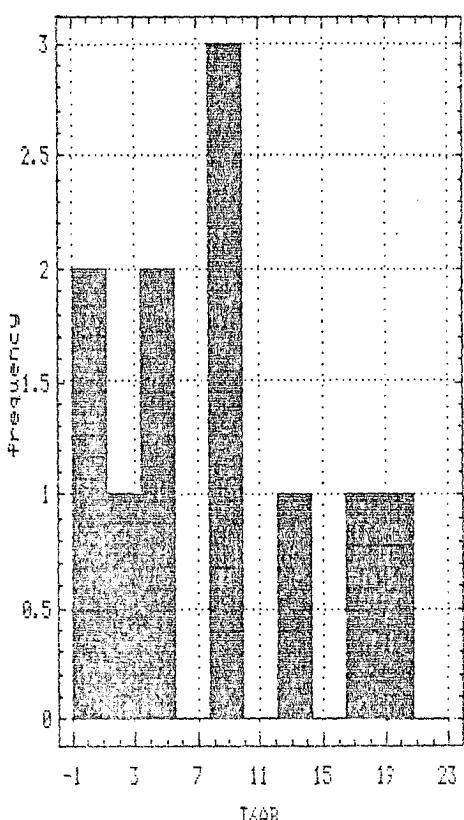
Frequency Histogram



Frequency Histogram



Frequency Histogram



## ANEXO : B

### PROGRAMA UTILIZADO PARA REALIZAR LOS ANALISIS FACTORIALES DE CORRESPONDENCIA MULTIPLE(ACM).

```
OPTIONS PS = 55 LS = 72 NODATE NONUMBER;
DATA SUFLOS;
INFILE 'PR1TX1';
INPUT NSOB NH NDAP NAB NTP NTH NHI NRFH NIC NAR NPMo NPOa NPA NPI
NMo NNP NCIC NP NPHI NTS NCa NMg NK NNa NN NMOR NCc;
IF NSOB = 0 THEN SOB = 'S0';
ELSE IF NSOB = 1 THEN SOB = 'S1';
ELSE IF NSOB = 2 THEN SOB = 'S2';
ELSE IF NSOB = 3 THEN SOB = 'S3';
ELSE IF NSOB = 4 THEN SOB = 'S4';
ELSE IF NSOB = 5 THEN SOB = 'S5';

IF NH LE 7 THEN H = 'H1';
ELSE IF NH LE 14 THEN H = 'H2';
ELSE IF NH LE 18 THEN H = 'H3';
ELSE IF NH LE 21 THEN H = 'H4';
ELSE IF NH LE 26 THEN H = 'H5';
ELSE IF NH LE 33 THEN H = 'H6';

IF NDAP LE 15 THEN DAP = 'DAP1';
ELSE IF NDAP LE 25 THEN DAP = 'DAP2';
ELSE IF NDAP LE 30 THEN DAP = 'DAP3';
ELSE IF NDAP LE 35 THEN DAP = 'DAP4';
ELSE IF NDAP LE 38 THEN DAP = 'DAP5';
ELSE IF NDAP LE 45 THEN DAP = 'DAP6';

IF NAB LE 5 THEN AB = 'AB1';
ELSE IF NAB LE 14 THEN AB = 'AB2';
ELSE IF NAB LE 20 THEN AB = 'AB3';
ELSE IF NAB LE 30 THEN AB = 'AB4';
ELSE IF NH LE 47 THEN AB = 'AB5';

IF NTP=1 AND NTH=1 AND NHI=0 AND NRFH=0 THEN TP='TP';
ELSE IF NTP=1 AND NTH=1 AND NHI=0 AND NRFH=1 THEN TP='T2';
ELSE IF NTP=1 AND NTH=1 AND NHI=1 AND NRFH=1 THEN TP='T3';
ELSE IF NTP=1 AND NTH=2 AND NHI=0 AND NRFH=1 THEN TP='T4';
ELSE IF NTP=1 AND NTH=0 AND NHI=0 AND NRFH=1 THEN TP='T5';
ELSE IF NTP=0 AND NTH=1 AND NHI=2 AND NRFH=1 THEN TP='T6';

IF NIC LE (0.5) THEN IC = 'IC1';
ELSE IF NIC LE 1 THEN IC = 'IC2';
ELSE IC = 'IC3';

IF NAR LE 12 THEN AR = 'AR1';
ELSE IF NAR LE 25 THEN AR = 'AR2';
ELSE AR = 'AR3';

IF NPMo LE 30 THEN PMo = 'PMoP';
ELSE IF NPMo LE 60 THEN PMo = 'PMoM';
ELSE IF NH LE 90 THEN PMo = 'PMo3';
ELSE PMo = 'PMo4';
```

IF NPO<sub>a</sub> LE 3.4 THEN PO<sub>a</sub> = "6a1";  
ELSE PO<sub>a</sub> = "6a2";

IF NPA LE 2.2 THEN PA = "6A1";  
ELSE PA = "6A2";

IF NPL LE 3.6 THEN PL = "6L1";  
ELSE PL = "6L2";

IF NM<sub>O</sub> LE 2 THEN Mo = 'Mo1';  
ELSE IF NM<sub>O</sub> LE 10 THEN Mo='Mo2';  
ELSE IF NM<sub>O</sub> LE 20 THEN Mo='Mo3';  
ELSE IF NM<sub>O</sub> LE 30 THEN Mo='Mo4';

IF NNF = 0 THEN NF = 'NF1';  
ELSE IF NNF LE 20 THEN NF='NF2';  
ELSE IF NNF LE 40 THEN NF='NF3';

IF NCIC LE 9 THEN CIC = 'CIC1';  
ELSE IF NCIC LE 14.5 THEN CIC='CIC2';

IF NP LE 5 THEN P = 'P1';  
ELSE IF NP LE 11.67 THEN P='P2';

IF NPH LE 5.38 THEN PH = 'PH1';  
ELSE IF NPH LE 5.88 THEN PH ='PH2';

IF NTS = 1 THEN TS = "TS1";  
ELSE IF NTS = 2 THEN TS="TS2";  
ELSE IF NTS = 4 THEN TS="TS4";  
ELSE IF NTS = 5 THEN TS="TS5";  
ELSE IF NTS = 6 THEN TS="TS6";

IF NC<sub>a</sub> LE 1.25 THEN Ca = 'Ca1';  
ELSE IF NC<sub>a</sub> LE 3.0 THEN Ca = 'Ca2';

IF NM<sub>g</sub> LE 1.5 THEN Mg = 'Mg1';  
ELSE IF NM<sub>g</sub> LE 2.5 THEN Mg ='Mg2';

IF NK LE (0.11) THEN K = 'K1';  
ELSE K = 'K2';

IF NNa LE (0.1) THEN Na="Na1";  
ELSE IF NNa LE 0.3 THEN Na ='Na2';  
ELSE IF NNa LE 0.5 THEN Na = "Na3";

IF NN LE (0.08) THEN N="N1";  
ELSE IF NN LE 0.2 THEN N = "N2";

IF NMOR LE (0.5) THEN MOR = 'M1';  
ELSE IF NMOR LE 2.9 THEN MOR = 'M2';

IF NCO LE (0.74) THEN CO = 'CO1';  
ELSE IF NCO LE 1.68 THEN CO = 'CO2';

```

KEEP SOB H DAP AB TP IC AR PMo POa PA PL Mo NF CIC P PH TS Ca
  Mg K Na N MOR CO;

OUTPUT;
RETURN;
PROC PRINT;
RUN;

PROC CORRESP MCA OBSERVED DATA=SUELOS OUTC=COOR DIMENS=5;
TABLES SOB H DAP AB TP IC AR PMo POa PA PL Mo NF CIC P PH TS
  Ca Mg K Na N MOR CO;
RUN;

DATA COOR;
SET COOR;
Y = DIM2;
X = DIM1;
Z = DIM3;
W = DIM4;
U = DIM5;
XSYS = '2';
YSYS = '2';
ZSYS = '2';
WSYS = '2';
USYS = '2';
TEXT = '_NAME_';
SIZE = 1.5;
LABEL Y = 'EJE 2'
  X = 'EJE 1'
  Z = 'EJE 3'
  W = 'EJE 4'
  U = 'EJE 5';
KEEP X Y Z W U TEXT XSYS YSYS ZSYS WSYS USYS SIZE;
RUN;
/*
GOPTIONS DEVICE=EX185
  */;
GOPTIONS DEVICE = EGAL HSIZE = 7 VSIZE = 7 HBY = 2
HORIGIN = 1 VORIGIN = 2;
AXIS1 LABEL = (H=2) VALUE = (H=2);
AXIS2 LABEL = (H=2) VALUE = (H=2);

PROC GPLOT DATA=COOR;
SYMBOL1 V = NONE;
PLOT Y*X = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
  HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 1 2';
RUN;
/*
PROC GPLOT DATA=COOR;
PLOT Z*X = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
  HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 1 3';
RUN;

```

```
PROC GPLOT DATA=COOR;
PLOT Z*Y = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
      HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 2 3';
RUN;

PROC GPLOT DATA=COOR;
PLOT W*X = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
      HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 1 4';
RUN;

PROC GPLOT DATA=COOR;
PLOT W*Y = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
      HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 2 4';
RUN;

PROC GPLOT DATA=COOR;
PLOT W*Z = 1 / ANNOTATE=COOR HAXIS=AXIS1 VAXIS=AXIS2
      HREF=0 VREF=0;
TITLE 'PLANO 3 4';
RUN;
```

\*/

www.bdigital.ula.ve

ANEXO 9. Planillas de campo.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V	CAP Esp (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V	CAP Esp (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V	CAP Esp (mm)	Alt (m)
1	1	8	1	Pn	450		1	9	2	1	Pn	577	17.5	1	17	9	1	Sq	370	
	2				495							-			18				466	
	3				781	22.5		10				157			19				187	
	4				587			11				306			20				325	
	5				435			12				174			21				160	
1	12	1	Pb	-			1	13	1	Pb	-			1	1	1	1	Ap	-	
				-							-							-		
			-								-							-		
			-								-							-		
			-								-							-		
1	5	1	Ap	-			1	10	1	C	-			1	7	1	Ap	-		
			-								-							-		
	6				513	17.5					-				22			135	6.5	
1	7	11	1	C	972		1	4	1	Ap	-			1	6	1	Ap	-		
	8				1635	35		13				724			23			222		
			-					14				789						-		
			-					15				669			24			238		
			-					16				1195			25			484	15.5	
														1	3	1	Ap	-		
														26			MP			
																	-			
														27			482	14.5		
														28			476			

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: El Nro 26 se encuentra muerto en pie.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)		
2	29	4	2	Ap	246		2		12	2	Pb	-		2		8	2	Pn	148			
	30				789	16.5						-			36					523		
	31				302							-			37					360		
					-							-								-		
					-							-			38					616	19.5	
2		11	2	C	-		2		10	2	C	-		2		13	2	Pb	-			
					-							-								-		
					-							-								-		
					-							-								-		
2		6	2	Ap	-		2		7	2	Ap	-		2		39	3	2	Ap	746	19.5	
					-				32			776	24.5		40						150	
					-							-			41					447		
					-							-			42					617		
2		5	2	Ap	-		2		2	2	Pn	-		2		43	9	2	Sq	379		
					-							-								-		
					-				33			562	22.5							-		
					-				34			312					44				326	
					-				35			300					45				587	15.5
														2		1	2	Ap	-			
																				-		
														46						273		
														47						506	17.3	
														48						250		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	
3	49	8	3	Pn	279		3	59	13	3	Pb	274	9	3	68	2	3	Pn	571	21.4	
	50				648							-							-		
	51				865	22.7						-			69				287		
					-							-			70				399		
					-							-			71				168		
3	52	10	3	C	686	22.7	3		11	3	C	-		3		12	3	Pb	-		
					-							-						-			
					-							-						-			
					-							-						-			
					60						216	10.5							-		
3	9	3	Sq	-			3	61	7	3	Ap	116		3		3	3	Ap	-		
					-							-						-			
					-			62				848	18.6						-		
	53				538	16		63				155							-		
	54				464			64				175							-		
3	55	4	3	Ap	335		3	65	5	3	Ap	371	11	3		1	3	Ap	-		
					-							-						-			
					474			66				230						-			
	57				191			67				337				72			226	9	
	58				891	26						-						-			
														3	73	6	3	Ap	251		
																		-			
														74				316			
														75				MP			
														76				776	20.6		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: El árbol Nro 75 está muerto en pie.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	
4		12	4	Pb	-		4		10	4	C	-		4	89	1	4	Ap	720	21	
					-							-			90					209	
	77				196							-									-
	78				532	21.7						-			91					328	
					-							-								-	
4		11	4	C	-		4		3	4	Ap	-		4	92	7	4	Ap	1128	24	
					-							-								-	
					-							-			93					MP	
					-							-			94					907	
					-							-								-	
4	79	8	4	Pn	569		4		13	4	Pb	-		4	95	5	4	Ap	592		
					755	26						-			96					382	
	80				-							-			97					783	24.5
	81				554							-			98					200	
	82				198							-			99					490	
4		9	4	Sq	-		4		4	4	Ap	-		4	100	2	4	Pn	576	23	
					360							86			101					527	
					-							87			102					425	
					MP							88			103					318	
					819							Su			104					566	
														4	105	6	4	Ap	938	24	
														106					211		
																			-		
														107					445		
														108					241		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES:

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)
5	109	8	5	Pn	1085	29.6	5	119	7	5	Ap	1167	28.5	5		4	5	Ap	-	
	110				171			120				150			129				324	6
	111				388							-								-
	112				544							-								-
	113				400							-		130				236		
5	114	2	5	Pn	353		5	121	6	5	Ap	1404	31	5		13	5	Pb	-	
	115				278			122				637								-
	116				721	23		Su				135								-
	117				669			123				624			131				686	25
					-			124				302								-
5		11	5	C	-		5	125	5	5	Ap	302		5		3	5	Ap	-	
					-			126				1051	25							-
					-			127				265								-
					-							-								-
		118			820			128				784			132				207	11.5
5		12	5	Pb	-		5	Su	1	5	Ap	145		5	133	9	5	Sq	MP	
					-							-			134				232	
					-							-			135				323	
					-							-			136				712	20.4
					-			Su				140			137				260	
														5		10	5	C	-	
														138				1198	30.3	
																			-	
																			-	
																			-	
																			-	

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: 118 doblado; 129 descopado y Su árbol suprimido.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)
6	139	3	6	Ap	271		6	155	12	6	Pb	325	12	6		13	6	Pb	-	
	140				246							-								-
	141				475	18.3		156				282								-
	Su																			-
	142				338			157				198								-
6	143				11099		6	158	5	6	Ap	234		6	162	4	6	Ap	691	
	144				671			Su							163				1160	32.5
					-			159				287			164				583	
	145				855			Su											-	
	146				1168	33		160				1022	24.2		165				840	
6	147	2	6	Pn	686	21.6	6		8	6	Pn	-		6	166				383	
	248				592							-			167				204	
	149				321							-			168				725	22.4
	150				498			-				-			169				MP	
	151				523							-							-	
6	152				1718	34.3	6	161	9	6	Sq	164	5	6	170	1	6	Ap	243	7.5
	153				MP							-							-	
	154				MP							-			Su				149	
					-							-							-	
					-							-							-	
														6	7	6	Ap	-		
																			-	
																			-	
														171				176	6	

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saquí-saquí

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: 156 Inclinado

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)
7	11	7	C	-			7		8	7	Pn	-		7		7	7	AP	-	
				-							-							-		
172				1627	31						-								-	
				MP							-							-		
173				503							-			180				296	10.4	
7	Su	6	7	Ap	135	5	7		2	7	Pn	-		7	181	10	7	C	1002	
					-						-							-		
					-						-			182				1631	32	
					-						-			183				963		
					-						-			184				501		
7	13	7	Pb	-			7	175	5	7	Ap	219		7	Su	1	7	Ap	140	
				-				176				712	23.6					-		
174				268	13		177				249							-		
				-			178				427			185				329	11.4	
				-			179				187							-		
7	12	7	Pb	-			7		3	7	Ap	-		7	186	9	7	Sq	559	
				-							-			187				293		
				-			Su				140	4		188				731	16.6	
				-							-			189				350		
				-							-			190				554		
														7	191	4	7	Ap	528	
														192				417		
														193				564	15.8	
														194				271		
														195				510		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES:

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	
8	196	11	8	C	1460	32	8	207	7	8	Ap	312	10	8		10	8	C	-		
	197				1347							-								-	
	198				1036							-								-	
	199				1128							-								-	
	200				1002							-								-	
8		12	8	Pb	-		8	208	2	8	Pn	641	21.6	8	222	4	8	Ap	574		
					-			209				466			223				1077	23.3	
					-			210				MP			224				885		
					-			211				175			225				321		
					-			212				538			226				1110		
8	201	1	8	Ap	501		8	213	5	8	Ap	226		8		6	8	Ap	-		
	202				553			214				970	25.4		227					852	
	203				444			215				787			228					245	
	204				554	16		216				356			229					945	
					-			217				783			230					163	
8		13	8	Pb	-		8	218	9	8	Sq	304	11	8	231	8	8	Pn	380		
					353	17.4		219				MP			232					330	
					241			220				155			233					433	
					-			221				150			234					798	25
					-							-			235					362	
														8	3	8	AP	-			
															236				828	24.1	
																			-		
															237				649		
																			-		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saquí-saquí

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: 206 doblado.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)
9	238	1	9	Ap	859	23	9		9	9	Sq	-		9	261	2	9	Pn	539	
	239				276			248				354		262					560	17.7
					-							-		263					538	
					-			249				360	11.5	264					556	
					-			250				165		265					503	
9	240	3	9	Ap	618	16	9	251	4	9	AP	1151	23	9		12	9	Pb	-	
	241				504			252				726							-	
	242				225			253				589							-	
	243				390			254				286							-	
	244				562							-							-	
9	245	8	9	Pn	268		9	255	11	9	C	665		9		13	9	Pb	-	
	246				308	12		256				852	24.8						-	
					-			257				341							-	
					-							-						-		
9	247	10	9	C	827	24	9	258	6	9	Ap	534	20	9	266	7	9	Ap	482	
					-			259				398		267					166	
					-							-		268				500	15.4	
					-							-						-		
					-			260				252		269					351	
														9	270	5	9	Ap	MP	
														271					506	
														272					598	16
														273					440	
																			-	

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES:

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	
10	274	11	10	C	1006		10		3	10	AP	-		10	299	7	10	Ap	540		
	275				1286			289				660	21		300					822	
	276				1281			290				269									-
	277				727										301					914	
	278				1573	32.4						-			302					1092	27.7
10		4	10	Ap	-		10		5	10	Ap	-		10		8	10	Pn	-		
					-			291				213									-
					-							-								-	
					-			292				212									-
					-			293				423	17.7								-
10	279	2	10	Pn	518		10		12	10	Pb	-		10		13	10	Pb	-		
	280				294							-									-
	281				550	18.4						-									-
	282				548							-									-
	283				462							-									-
	284				477			10	294	6	10	Ap	846		10	303	10	10	C	1681	27
	285				306				295				227								-
	286				379				296				600								-
	287				731	18.3			297				820								-
	288				395				298				973	27.7							-
															10	304	1	10	Ap	613	
																305				759	23.6
																306				503	
																307				560	

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES:

BLOQUE: 08

**NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402**

Medido por: Peña S. José A..

## Orientación: WE

Fecha: 12/04/94

#### **LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate**

Pn= pardillo negro

C=cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: 319 bifurcado.

BLOQUE: 08

NOMBRE DEL ENSAYO: LE-7402

Medido por: Peña S. José A..

Orientación: EW

Fecha: 12/04/94

Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	Hil Nro	Arb Nro	Trat	Rep	N.V Esp	CAP (mm)	Alt (m)	
12	339	4	12	Ap	416	12.6	12		8	12	Pn	-		12		13	12	Pb	-		
	340				406			350				340								-	
					-			351				440								-	
	Su				139			352				588								-	
	341				279			353				671								-	
12		5	12	Ap	-		12		12	12	Pb	-		12	364	9	12	Sq	623	11.6	
					-							-			365				164		
	342				375							-			366				612		
	343				276							-			367				374		
					-							-							-		
12	344	1	12	Ap	212		12	354	11	12	C	700		12	368	7	12	Ap	1164		
	345				279	6		355				1327	28.1		369					369	
					-			356				1032			370					548	
					-			357				652			371					205	
					-			358				1025			372					1203	25.3
12		2	12	Pn	-		12	359	6	12	Ap	605		12	373	3	12	Ap	393		
	346				673	18		360				501								-	
	347				290			261				1034	22.4		374					1256	25.5
	348				672			362				262			375					881	
	349				132			363				506			376					174	
														12	377	10	12	C	697		
															378				1048		
															379				1302	28.6	
																			-		
																			-		

LEYENDA DE ESPECIES: Ap= apamate

Pn= pardillo negro

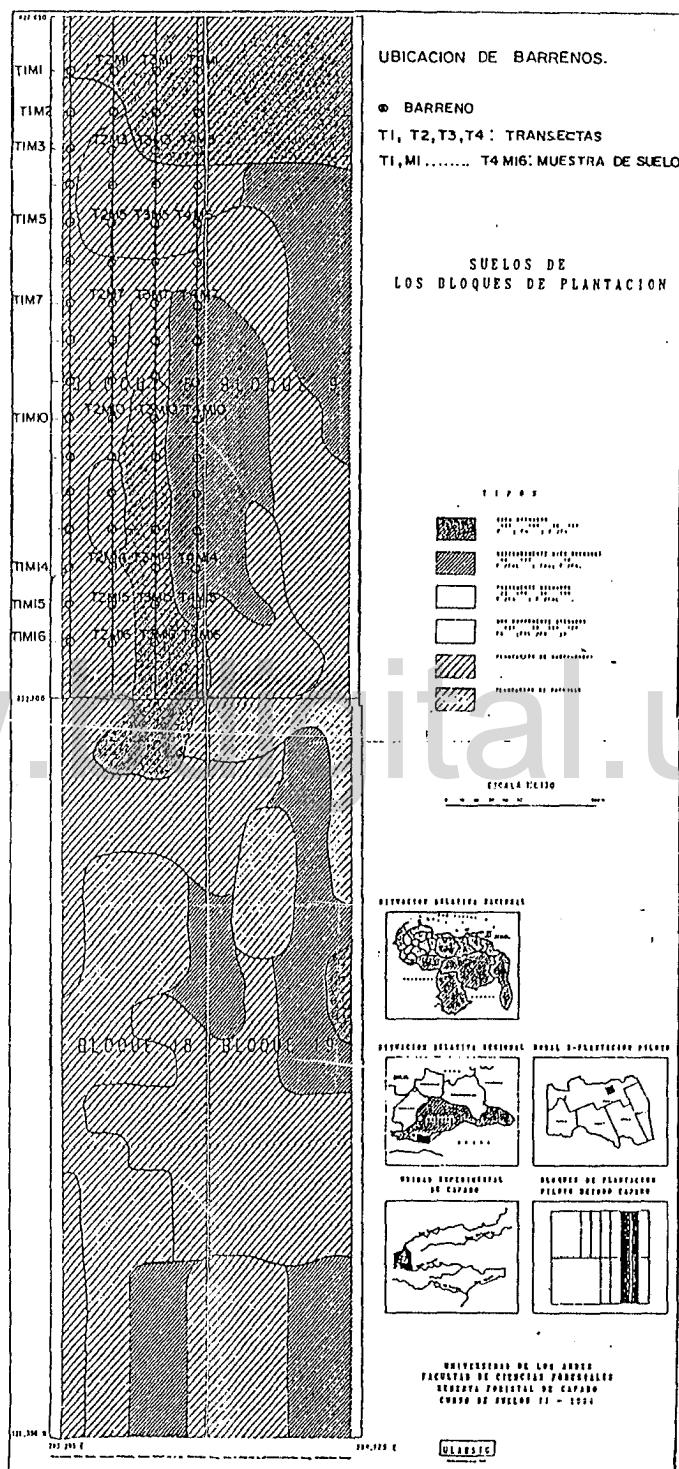
C= cedro

Sq= saqui-saqui

Pb= pardillo blanco

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**Anexo 10. Mapa base de suelos señalando la malla de barrenos ubicados en el ensayo LE-7402 del Area Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.**



Fuente: Márquez O. 1994