

PCA
00009
Ej. 3

Universidad del Magdalena
BIBLIOTECA CENTRAL

No. _____ El. _____
Fecha: _____ Vol. _____
Valor \$ _____
Clasificación _____
Compra () Compra () Donación ()

**ESTUDIO EXPLORATORIO PARA LA RECUPERACION DE SUELOS
EN ESTRIBACIONES DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA
UTILIZANDO GENOTIPOS DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L)Walp.)
COMO ALTERNATIVA DE SOSTENIBILIDAD**

**SYBILA EUNICE CANTILLO GUERRERO
LILIANA MARGARITA CORTINA PEÑARANDA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Especialista en Ciencias Ambientales

Director
NELSON CORTINA TOVAR. I.A. M.Sc.

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
INSTITUTO DE FORMACION AVANZADA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN CIENCIAS AMBIENTALES
SANTA MARTA, D.T.C. H.**

1998

1124903

Los jurados examinadores de la presente memoria de grado no se harán responsables de los conceptos y juicios emitidos por las aspirantes al título.

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Presidente de Tesis

Santa Marta, 4 de agosto de 1998

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios Padre todo poderoso y a mi Virgen Milagrosa por iluminar mi camino en todos los instantes de mi vida.

A la memoria de "Lita" quién fuiste y serás por siempre mi segunda madre.

A mis padres: Miguel Alberto, por su apoyo incondicional en todo momento y su ejemplo de superación, y Bertha Beatriz "Mita", por su invaluable amor de madre y buenos consejos. Gracias por ayudarme a ser lo que hoy soy.

A mis hermanos: Cecilio Antonio, Miguel Alberto "Mike", Ernesto Fidel y José María.

A mi cuñada Marta Beatriz, por su cariño y confianza.

A mis sobrinos Miguel y Andrés Alberto.

A mi compañera de tesis y prima hermana Liliana Margarita. por los buenos momentos compartidos.

A mis amigos y compañeros de post- grado, especialmente a: Omar Enrique, Zeider, Poncho; y a todos aquellos confiaron en mi.

SYBILA.

DEDICATORIA:

La vida esta colmada de grandes sueños y grandes frustraciones, pero con cada triunfo se sube un peldaño más hacia la gran escalera que nos depara el destino.

Con el presente trabajo me permito hacer un reconocimiento a mi padre Nelson Cortina Tovar, mi gran maestro y mi buen amigo, por su invaluable colaboración, sus constantes consejos, su ejemplo de superación, y su espíritu de lucha que lo han llevado a alcanzar todo lo que siempre soñó, a él quiero dedicarle además de este trabajo, una frase del científico e investigador Robert Hooke quien dice " si he podido ver más lejos, es porque he podido erguirme sobre los hombros de gigantes", ¡Papí disfruta tu pensión!.

A la memoria de mis abuelos.

A mi madre y mis hermanos por su profundo amor.

A Alvaro Suárez Leyva por su gran paciencia y su apoyo en todos los momentos de mi vida.

A Nestor Ivan.

A todos mis amigos de Cuba a quienes recuerdo todos los días y le ruego a Dios los proteja y los colme siempre de bendiciones.

A mi mejor amigo Jaime Silva Bernier por todos sus buenos consejos

A Sybila, Basi y Alicia mis grandes y queridas amigas.

A todos mis amigos un abrazo.

Liliana Margarita

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Hernán Gómez López. I.A. M.Sc. Fitomejorador. Docente de la facultad de Ciencias agropecuarias. U. Nacional de Medellín.

María Oliva Gene. I. A. Esp. Estadística. INSTITUTO DE VIANDAS TROPICALES (INIVIT). Santa Clara. Cuba.

Miguel A. Cantillo Guerrero. Lic. Biología y Química. M.Sc. Gestión Ambiental para el desarrollo sostenible. Pontificia Universidad Javeriana.

Nelson Cortina Tovar. I.A. M.Sc. Fitomejorador. Presidente de tesis.

Armando Lacera Rúa. Ingeniero Químico . Docente de la Universidad del Magdalena.

Jaime Silva Bemier. Ingeniero Agrónomo. Especialista en Ciencias Ambientales.

Orlando Navarro Mejía. I.A. Msc Ciencias Agrarias. Especialistas en Ciencias Ambientales.

Familia Cortina Peñaranda, por su apoyo en todo momento.

Arturo, Doris e hijos por su valiosa colaboración.

A todas aquellas personas que contribuyeron de una y otra forma a la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	4
1.1 LA SOSTENIBILIDAD COMO VIA ALTERNATIVA EN LA PRODUCCION AGRICOLA	4
1.1.1. Causas de la aparición de los sistemas agrícolas Alternativos.	5
1.2. PROPOSICION DE MODELOS ECOLOGICAMENTE SOSTENIBLES.	8
1.2.1 Conversión.	9
1.2.2 Aplicación de técnicas básicas en los sistemas de agricultura alternativa.	10
1.3 GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL CAUPI	11
1.4 CLASIFICACION BOTANICA DEL CAUPI	14
1.5 ORIGEN Y DISPERSION	15
1.6 MORFOLOGIA	16
1.6.1 Hábito	16
1.6.2 Raíz	16
1.6.3 Tallo	17

1.6.4 Hojas	17
1.6.5. Flores	17
1.6.6.Fruto (vainas y granos)	19
1.6 LA MATERIA ORGANICA	19
1.7.1 Composición	19
1.7.2 Descomposición de la Materia Orgánica	20
1.7.2.1. El proceso de descomposición	21
1.7.3 Formación del Humus	23
1.7.4 El contenido de Materia Orgánica de los suelos y su significado.	23
2. MATERIALES Y METODOS	24
2.1 LOCALIZACION	24
2.2 CARACTERISTICAS DE LA ZONA	25
2.3 ANALISIS DE SUELO PRELIMINAR	26
2.4 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL EVALUADO	26
2.5 DESARROLLO DEL ENSAYO	29
2.5.1 Análisis de suelo	29
2.5.2 Preparación del terreno	29
2.5.3 Siembra	30
2.5.4 Resiembra	30
2.5.5 Raleo	30
2.5.6 Manejo de malezas	30
2.5.7 Riego	31
2.5.8 Cosecha	31

2.5.9. Incorporación del material Caupí	31
2.6 PARAMETROS ESTUDIADOS	31
2.6.1 Altura de la planta	32
2.6.2 Número de vainas por planta	32
2.6.3 Longitud de vainas por planta	32
2.6.4 Número de granos por vainas	32
2.6.5 Producción	32
2.6.6. Biomasa en Peso fresco	33
2.6.7. Biomasa en Peso Seco	33
2.7 RENTABILIDAD	33
2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TAMAÑO DE PARCELA	33
3. RESULTADOS Y DISCUSION	35
3.1. COMPORTAMIENTO DE LOS SUELOS EN LA FINCA LA VEGUITA Y SU RELACION CON EL ECOSISTEMA CIRCUNDANTE	35
3.1.1. Factores físicos	37
3.1.2. Factores químicos	37
4.1 CARACTERIZACION GENETICA DE LOS MATERIALES DE CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.) EVALUADOS EN EL PRESENTE ENSAYO	54
4.2 RENTABILIDAD	63
4. CONCLUSIONES	69
ANEXOS	71
BIBLIOGRAFIA	80

LISTA DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Descripción del material Genético de Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>) Evaluados, y tratamientos ensayados.	28
Tabla 2. Comportamiento de los suelos de La finca "La Veguita" según estudios de Laboratorio. 1997.	36
Tabla 3. Capacidad de Intercambio catiónico C.I.C. promedio de los suelos con base en la textura.	42
Tabla 4. Valores promedios de las variables Evaluadas.	55
Tabla 5. Relación entre las variables Evaluadas (Matriz de correlación)	56
Tabla 6. Componentes principales y Variables vectores estudiadas en los Diferentes genotipos de Caupí.	61
Tabla 7. Formación de cluster, variables y medias de las variables que contribuyeron a la formación de los clusters	62
Tabla 8. Costos de Producción para una Hectárea de Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> (L) Walp Primer semestre 1997.	64
Tabla 9. Rentabilidad en (%) de los distintos tratamientos del cultivo Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> (L)Walp) en los mese de julio a septiembre De 1997	65

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Comportamiento del pH De los suelos de la finca la Veguita	38
Figura 2. Comportamiento de la C.I.C. de los suelos de la finca La Veguita	40
Figura 3. Comportamiento de la M.O. de los suelos de la finca la Veguita.	43
Figura 4. Comportamiento del Fósforo en los suelos de la finca La Veguita.	45
Figura 5. Comportamiento del Potasio en los suelos de la finca La Veguita.	47
Figura 6. Comportamiento del calcio En los suelos de la finca la Veguita	49
Figura 7. Comportamiento del Magnesio y sodio en los suelos De la Finca la Veguita.	51
Figura 8. Comportamiento del zinc y el cobre en los suelos de la finca La Veguita.	52
Figura 9. Variabilidad de los genotipos De Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>)Evaluados.	60

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Localización geográfica de la Finca "La Veguita" 1997	71
ANEXO 2. Distribución de las parcelas en campo	73
ANEXO 3. Semillas de Caupí organizadas para la siembra y Dispuestas en tratamientos	74
ANEXO 4. Siembra de Caupí Finca La veguita 1997	75
ANEXO 5. Germinación de plantas de Caupí dispuestas en Tratamientos con sus replicaciones	76
ANEXO 6 Iniciación de la floración de las plantas de Caupí en el Ensayo 1997	77
ANEXO 7. Toma de parametros (Altura) de las plantas de Caupí para el presente ensayo	78
ANEXO 8. Recolección de las muestras en el campo para la toma De información	79

RESUMEN

Con el presente trabajo exploratorio se buscó mejorar la calidad de los suelos en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, como alternativa de sostenibilidad, utilizando en este caso 12 líneas y 3 variedades de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp).

Para ello se realizaron estudios de laboratorios en donde se evaluaron las condiciones de los suelos; se establecieron los genotipo en la finca seleccionada y se caracterizó el ecosistema del entorno; se hizo el respectivo seguimiento y se midieron los parámetros requeridos para el propósito planteado; se incorporó el material orgánico después de efectuarse la cosecha, haciéndose las evaluaciones para determinar los efectos sobre el incremento de la fertilidad de los suelos tratados, encontrándose que el pH del suelo se mantuvo estable durante el presente ensayo, la materia orgánica aumentó desde 2.5% inicial hasta el 8.17% al final del presente ensayo. Así mismo para un proceso de mejoramiento que encontraron líneas sobresalientes que podrían ser usados en un tipo de selección masal o individual.

SUMMARY

Whit this survey work we expect to improve the soil properties of the surroundings at the Sierra Nevada de Santa Marta in Colombia, South América

This research offers an alternative to obtaine a sustanable production sowing a 12 cultivars and 3 varieties of Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp).

At the beginig a laboratory analysis of the soil's condition was done. Then, all the treatments were planted on the selected farm after characterizing the ecosystem around. All the agronomic thechniques were folowed and measurements were tacken in the respected parameters necesary to evaluate our objetives. All the incorporated to evaluate later the effects on the fertility increased in the treated soils. The results indicated that soil pH was stable throughout the experiment, organic matter incresed 2.5% initialy up to 8.17% at the end of experiment. It was also found, for the porpuse of plant improvement, few lines or cultivars with certain advantages in the area and these could be used in a bulk or individual selection program.

INTRODUCCION



La constante necesidad de incrementar la producción de alimentos para una población siempre creciente, debe permitir obtener dichos alimentos, teniendo en cuenta la conservación y rehabilitación de la tierra. Es así como reportes elaborados por la FAO (1993) calculan que para el año 2.020 la población mundial será de 8.000 millones de habitantes de los cuales el 83% estaría en países en vía de desarrollo, lo que indica que la producción mundial deberá pasar de 1.800 millones de toneladas métricas que se producen actualmente, a más de 3.000 millones de toneladas.

Además, la pérdida constante de tierra fértil para convertirse en desiertos, el desplazamiento de tierras agrícolas causados por el urbanismo nos hacen pensar que se debe producir más alimentos con igual o menos suelo disponible para el desarrollo de la agricultura. El reto será entonces ingeniar o adoptar procedimientos de mejora de la productividad de los sistemas de explotación agrícola permitiendo una buena rentabilidad en corto plazo.

En algunas zonas de la Costa Caribe al igual que en Colombia, encontramos suelos seriamente afectados por problemas de desertificación causada por factores como: sobre explotación de tierras, mal uso de la maquinaria

agrícola, erosión severa en terrenos de pendientes, y en terrenos planos por fuertes lluvias y vientos en los trópicos, entre otros.

En la actualidad, el problema consiste en encontrar nuevas alternativas tendientes a mejorar y hacer más eficientes los suelos de la Costa Norte Colombiana, y lo más importante, reducir la implementación de fertilizantes químicos que tanto daño hace al ecosistema en general y a los seres humanos en particular. En consecuencia el gran reto de algunos investigadores tendrá que ser sin lugar a dudas la implementación y manejo de una agricultura sostenible, incentivando el uso masivo del abono orgánico como una alternativa viable.

Los excelentes beneficios que hasta ahora se han logrado con la utilización de la incorporación de la Materia Orgánica, fruto de la explotación agrícola, para la recuperación de los suelos que se han ido deteriorando debido a la utilización de técnicas no adecuadas, sobre explotación, entre otros, permiten proponer la siembra de especies vegetales que incrementen el porcentaje de Materia Orgánica y, que al mismo tiempo, sean económicamente rentables como el caso de algunas líneas seleccionadas de Caupí (*Vigna unguiculata*), y de esta forma contribuir con el mejoramiento de la calidad de los suelos, teniendo en cuenta un ecosistema que posee una cultura alimenticia de este grano, así como también experiencia en la producción, esto resulta muy importante para los departamentos de la

Guajira, Magdalena y Cesar, ya que ellos, Representan el 55% de la producción Total nacional.

El Caupí (*Vigna unguiculata*), es una leguminosa anual de origen tropical, su mayor importancia en Colombia se da en la costa Atlántica en donde se cultiva y se consume casi en forma tradicional. Este tipo de leguminosa representa una fuente de proteína en la dieta diaria del pueblo costeño; Además se utiliza como fuente potencial de recurso forrajero, para el ganado y otros animales domésticos, y para ser incorporado al suelo como abono verde en épocas de floración.

Teniendo en cuenta las ventajas que ofrece este tipo de planta y la notable recuperación de suelos afectados por la erosión, se diseñó el presente trabajo, el cual busca evaluar la respuesta de los suelos de la finca "La Veguita" localizada en el pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales fueron sembradas con 12 líneas y tres variedades de Caupí, para de esta forma lograr ver mediante análisis periódicos de suelos que verificaban su estructura y elementos presentes, la recuperación de esta zona, así como también el comportamiento agroecológico del Caupí durante su fase productiva. Además se explican algunos criterios de sostenibilidad como una vía alternativa en la producción agropecuaria, las causas de los sistemas agrícolas alternativos y especialmente la implementación de modelos de conversión mediante la mejora de estos suelos.

1. ANTECEDENTES

1.1 LA SOSTENIBILIDAD COMO VIA ALTERNATIVA EN LA PRODUCCIÓN AGRICOLA

Hernández (1987), sostiene que, en los últimos años, el avance tecnológico ha hecho progresar a la agricultura tradicional, con grandes producciones de alimentos. Pero el empleo de medios productivos modernos no está exento de riesgos, especialmente si no son manejados eficaz y eficientemente y con responsabilidad. Entonces las consecuencias pueden ser nefastas para el medio ambiente y para la salud de los seres vivos.

El mismo autor, continua afirmando que, sobran ejemplos de tales prácticas perjudiciales en la agricultura, sobre todo en lo referente al empleo de los pesticidas potentes, abuso de abonos químicos y despilfarro de energía. El afán de producir cada vez mayores cosechas hace olvidar otras consideraciones, relativas a la naturaleza y el medio ambiente.

Continua planteando el autor que, el problema básico de la agricultura convencional es que no ha tomado en cuenta las enormes variaciones en la ecología, las necesidades de las poblaciones, sus relaciones económicas, las distintas organizaciones sociales que existen y su desarrollo cultural, de

manera que el desarrollo agrícola se ha puesto a la par con las necesidades potenciales del "sector productor". Este gran desajuste se ha caracterizado por dos aspectos:

- a) El cambio tecnológico benefició principalmente, la producción de bienes agrícolas de exportación y comerciales producidas prioritariamente, en el sector de grandes empresas, por lo que se impactó marginalmente la productividad de los productos alimenticios que son cultivados en gran medida por el sector campesino.

- b) América latina se ha convertido en un importador neto de insumos químicos, maquinaria agrícola energía fósil y otros insumos industriales que ha ido aumentando los gastos de los gobiernos y agravan la dependencia tecnológica.

1.1.1 CAUSAS DE LA APARICION DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS ALTERNATIVOS

Guzmán y Hernández (1996) señalan que, para encontrar estas causas se deben revisar los conceptos que se vienen planteando a cerca de la agricultura comercial, convencional, que se viene practicando desde mediados de siglo y que en líneas generales son:

- Incremento de los costos de producción, debido al empleo de muchos factores externos, tales como insumos químicos, que cada vez resultan más costosos, lo que además crea una fuerte dependencia del suministro de estos insumos. Además el abastecimiento futuro de estos insumos no está asegurado.
- Se observan descensos en la productividad de los suelos, debido a problemas de erosión, pérdida de materia orgánica, elementos nutritivos y el rendimiento de los cultivos; disminuye cada día más, en vez de aumentar.
- La gran cantidad de productos químicos utilizados genera contaminaciones de aguas superficiales y subterráneas, disminución de la calidad de los alimentos y aumentos de riesgos para la salud del hombre y los animales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (1985), afirma que, el mismo empleo de productos químicos y de muchas técnicas productivas actuales, destruye gran cantidad de vida silvestre que pudiera resultar beneficiosa. Cada vez es más preocupante el gran número de pequeñas y medianas propiedades que no puede soportar la competencia de las grandes, y desaparecen, esto origina graves problemas sociales,

desigualdades, abandono de zonas rurales y escape a los cinturones poblacionales en las afueras de las ciudades.

La misma Organización continúa afirmando que, con el crecimiento de la población y el incremento de la demanda económica y social que se proyecta para la próxima década se perfilan dos desafíos cruciales que deberán ser enfrentados por el mundo académico, científico y el desarrollo:

A.- Incrementar la producción agrícola, en el ámbito regional en América Latina, en un casi 30 a 40% sin continuar incurriendo en la degradación del ambiente.

B.- Proveer un acceso igualitario a la población logrando una independencia de los insumos internos, aumentando el nivel de utilización de los recursos disponibles, en donde el hombre y su conocimiento del entorno desempeñaría un papel preponderante.

Por otra parte Guzmán y Hernández (1996), comentan que, estos desafíos se dan dentro de un escenario de alta disparidad en la distribución de la tierra, demarcados niveles de pobreza rural y de una creciente y degradada la base de recursos naturales. Existe además la experiencia que la importación de tecnologías de altos insumos para incrementar la producción agrícola no fue una condición suficiente para solucionar los problemas de hambre y pobreza. La totalidad de las revoluciones tecnológicas favorecieron

preferentemente al sector agrícola comercial de gran escala y no a la gran masa de campesinos en las cuales se produce una alta proporción de los cultivos básicos para la nutrición regional.

Así mismo los autores conceptúan que la problemática contemporánea de la producción ha evolucionado de una dimensión meramente técnica a una de dimensiones más sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales. En otras palabras la preocupación central hoy es la de la sostenibilidad de la agricultura. El concepto de sostenibilidad es útil porque en él están definidos un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura concebida como un sistema tanto económico como un sistema social, ecológico y cultural.

La comprensión de tópicos más amplios sobre la agricultura y el medio ambiente global, ya que el desarrollo rural depende de la interacción de subsistemas biofísicos, técnicos y socioeconómicos. A este enfoque más amplio y que permite entender la problemática agraria en forma más holística se le denomina agroecología.

1.2 PROPOSICION DE MODELOS ECOLOGICAMENTE SOSTENIBLES

Orozco (1992), en sus estudios afirman que, en las condiciones actuales de extrema pobreza, la falta de alimento, de crédito y de recursos para lograr una producción sostenida en donde prime el equilibrio, lo más sensato es abrazar un modelo que nos permita obtener un balance alimentario,

ecológico y económico con una mínima dependencia de los insumos externos e ir transitando gradualmente de un tipo a otro de los modelos propuestos que respondan a una realidad cultural, potencializando las actitudes positivas hacia el medio ambiente y que a su vez sean concertadas con todos los sectores sociales implicados en el proceso, con una participación comunitaria autosugestiva, sin intereses particulares.

1.2.1 CONVERSIÓN.

Orozco (1992), continúa aseverando que, los métodos de conversión o reconversión de las fincas o predios agrícolas son el proceso de transformación que se sigue hasta alcanzar un nivel de estabilidad suficiente en cada uno de los niveles descritos anteriormente en función del modelo seleccionado; sin embargo la conversión a cualquiera de estos sistemas tiene que ser gradual a través de dos vías:

La conversión horizontal que consiste en convertir una parte de la finca o del predio en orgánicas por lo que aumenta sucesivamente esta área. Y la conversión vertical, cuando se comienza a reducir gradualmente el uso de agroquímicos en toda el área y se van introduciendo alternativas ecológicas y orgánicas.

"Para lograr el equilibrio ecológico deseado se deben introducir en el sistema una serie de prácticas de manejo agronómico que al combinar con el

conocimiento acumulado de las comunidades y el hombre a través de los años con los últimos adelantos de la ciencia y la técnica se pueden ofrecer la maximización del equilibrio de los agroecosistemas, integrar al mismo las tradiciones culturales ancestrales de los pueblos y lograr un nivel mayor de actividad participativa y protagonismo de los propios ejecutores." (Orozco 1992)

1.2.2 APLICACIÓN DE TÉCNICAS BÁSICAS EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA ALTERNATIVA.

Según Randolph (1989), la variedad y rápido desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de la FBN (fijación Biológica de Nitrógeno), abren importantes posibilidades para reducir la dependencia de fertilizantes nitrogenados fabricados a partir de combustibles fósiles, puesto que según Fernández (1981), estos son cada vez más costosos y causan más graves consecuencias ecológicas debido a su uso indiscriminado; estos autores indican que es esencial el desarrollo de métodos de fertilización que sean compatibles y complementarios con la FBN. En este sentido Dobereiner (1978), señala que el nitrógeno del suelo o el suministro como fertilizante, compite con la FBN, siendo necesaria la combinación de la FBN con cantidades moderadas de fertilizantes nitrogenados, para una óptima estabilidad del sistema.

En cuanto a la factibilidad de esta metodología estos autores reportan que la inoculación de leguminosas en contraste al concepto general, no es usualmente suficiente para aportar un incremento sorprendente en el rendimiento del cultivo, especialmente en las regiones tropicales donde las poblaciones de *Rhizobium* y las especies de leguminosas presentan una pequeña especificidad simbiótica; en tales circunstancias, no más del 5% de los nódulos son formados por las bacterias inoculadas.

Peoples (1.990), plantea que "la cantidad de nitrógeno fijado y posterior al suelo depende de la especie, morfología y densidad de la leguminosa. En el caso de una mezcla de cultivos, las diferencias en la habilidad competitiva de los componentes de la mezcla por el nitrógeno del suelo, pueden resultar en un estímulo de la FBN y finalmente conducir a un incremento en el rendimiento de los cultivos intercalados".

Mughogho (1981), dice que " las leguminosas son importantes componentes de muchos sistemas agrícolas cuando la cepa *Rhizobium* y las plantas hospederas son compatibles, y las condiciones edafoclimática son favorables los requerimientos de las leguminosas por nutrientes son bajos y no requieren nitrógeno adicional".

1.3 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAUPI

Según Kay (1979), el cultivo de Caupí está distribuido por los trópicos y subtropicos, y es una legumbre importante en Africa, Sur de Sahara,

particularmente en la Sabana del Oeste de Africa. Cultivándose, además en Asia, especialmente en la India; Australia, el Caribe, el Sur de EE.UU y las tierras bajas y costeras de Centro y Sur América.

Según Sing (1985), la producción de Caupí en el mundo para 1981 se estimó en 2,27 millones de toneladas en 7,7 millones de hectáreas. Los cultivos de Caupí se siembran extensivamente en 16 países Africanos, produciendo este continente 2/3 de la población mundial. Dos países, Nigeria y Níger producen 850.000 toneladas y 271.000 toneladas anuales respectivamente, es decir, el 49.3% de la cosecha mundial. El siguiente país mayor productor es Brasil con 600.000 toneladas de grano seco, es decir, el 26.4% de la cosecha mundial en 1981. Otros grandes productores en Africa son: Burkina Faso (95.000 toneladas), Ghana (57.000 toneladas), Kenya (48.000 toneladas), Uganda(42.000 toneladas) y Malawi (42.000 toneladas). Tanzania, Senegal y Togo producen anualmente de 20.000 a 22.000 toneladas cada uno.

Las estimativas sobre la producción varían de acuerdo a la fuente, pero probablemente las estadísticas son conservadoras. Por ejemplo, en Asia la producción puede ser subestimada en cerca de 1 millón de hectáreas, concentradas en la India, Sri Lanka, Burma, Bangladesh, Filipinas, Tailandia, Pakistán, Nepal, China y Malasia. Igualmente las estimativas de producción para Africa y el Oeste del hemisferio pueden ser bajas, donde el Caupí es cultivado como cosecha asociada a otras especies, en sistemas de

pequeños productores. El único país desarrollado que produce grandes cantidades de Caupí es U.S.A. (600.000 toneladas) (Singh, 1985).

El mismo autor afirma que, los excelentes progresos en el mejoramiento del Caupí en los años recientes y el aumento del interés por esta cosecha hacen de este un cultivo de gran futuro. Por lo cual, esfuerzos grandes en esta área son necesarios en los próximos 15-20 años para mantener su proyección futura. Pues, los avances indican que el Caupí sería el cultivo de oro del siglo XXI. Si las proyecciones se mantienen la producción total en el mundo podría incrementarse en un 25% para fin de la década de los 80 y más del 75 % (cerca de 2 millones de toneladas) para el cambio de siglo.

Kay (1979), dice que " El Caupí es una cosecha con gran capacidad de adaptación ecológica, teniendo probablemente el potencial mayor de todas las leguminosas alimenticias en la zona tropical, semiáridas o subhúmedas".

En Suramérica, el Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Se cultiva, presentándose variedades con una gran diversidad de colores en la semilla, blancas con ojos negros, rojas, amarillas, cafés, negras, y moteadas. Aunque las mayores áreas en producción son las tierras bajas y secas como el Nordeste de Brasil, se aumenta en este país el interés por el cultivo del Caupí para el interior húmedo como la cuenca del Amazonas, donde se adapta mejor que el frijol común *Phaseolus* y otros cultivos a suelos con pH bajo y nivel alto de aluminio (Singh, 1985)

1.4 CLASIFICACION BOTANICA DEL CAUPI

Para Kay (1979), existe confusión y desacuerdo sobre la clasificación correcta del Caupí, a causa del gran número de formas distintas existentes y por el hecho de que la hibridación se lleva a cabo fácilmente, por lo que es probable que algunas, si no todas las formas cultivadas, sean híbridas.

Smart (1990), quien es un aceptado autor sobre las leguminosas, clasifica el Caupí como sigue:

Familia: Leguminosae
Subfamilia: Papilionoideae
Tribu: Phaseoleae
Subtribu: Phaseolinae
Género: **Vigna**
Subgénero: **Vigna**
Sección: **Catiang**
Especie: ***Vigna unguiculata* (L) Walpers**

Este autor afirma que las especies del género **Vigna** se ubican en tres grupos, dos de los cuales son de origen Africano y el tercero Asiático. Los grupos africanos contienen cada uno varias especies: El Caupí (*Vigna*

unguiculata (L) Walp.) es asignado a la sección **Catiang** del subgénero **Vigna**

Según Singh (1985) el género *Vigna* se divide en siete subgéneros que contienen 81 especies. Cuatro subgéneros (*Vigna*, *Haydonia*, *Plectropis* y *Macrorhyncha*) con 54 especies están distribuidas en Africa, los dos últimos se encuentran además en Asia.

Para Fery (1990), existe una gran crisis en la identificación de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp), debido en parte a la ausencia de un nombre común aceptado y unificado años atrás

1.5 ORIGEN Y DISPERSION

Según Singh (1987), los cowpeas o caupís, tienen origen en Africa, con algunos estudios sugiriendo el Este de Africa; mientras el Norte de Etiopía para unos y para otros el oeste de Africa, es el Centro Primario de Domesticación y la evolución de la forma típica *unguiculata*

Smart (1990), anota que la variabilidad en los caupís de la subespecie *dekindtiana* es mayor en Etiopía que en el Oeste de Africa, y sugiriendo que la domesticación podría haberse dado en Etiopía y que la diseminación hacia los pueblos del Oeste se dio a través del Africa y hacia los del Este a través del Océano de la India. El mismo autor también sugiere como posible

centro de domesticación al Sur de Africa debido a la gran variabilidad existente allí.

Shing (1985), opina sobre la dispersión del cultivo, que fue establecido en el Suroeste de Asia cerca del año 2300 a.C., en el sur de Europa en el año 300 a C. Y la dispersión a las Américas ocurrieron en el siglo XVI y XVII desde el Sur de Europa y principalmente desde el oeste de Africa con el comercio esclavista.

Smart (1990), quién es un importante tratadista sobre el Caupí y las leguminosas, afirma que en el futuro, se debería analizar mayor información de fuentes arqueológicas ya que prometen ofrecer mayor claridad sobre el confuso centro de origen del Caupí.

1.6 MORFOLOGIA

1.6.1. Hábito. Es una hierba anual, posee formas diversas y muchos cultivos indeterminados, es decir, producen flores y semillas durante un largo periodo, otros son determinados, producen flores y semillas dentro de un período corto. (Kay, 1979).

1.6.2. Raíz. La raíz central está bien desarrollada, con numerosas ramificaciones laterales cerca de la superficie del suelo y grandes nódulos a menudo agrupados (Kay 1979).

1.6.3. Tallo. Delgados, redondeados, ligeramente nerviados, rugosos o lisos y a veces coloreados de púrpura. (Kay 1979).

1.6.4. Hojas. Alternas, trifoliadas, con un peciolo largo de 5 a 25 cm; los folíolos son grandes (6,25 – 16 x 4 – 11 cm), normalmente de color verde oscuro y de forma ovalada (Kay 1979).

1.6.5. Flores. La inflorescencia es un racimo axilar, con un pedúnculo alargado de 5 – 60 cm. Las flores nacen en pares alternos y aunque puede haber varios pares por inflorescencia, lo normal es que solo se desarrollen las dos primeras.

Las flores son conspicuas, se autopolinizan y nacen sobre pedicelos cortos, pudiendo ser blancas, amarillo oscuras, azul pálido o violeta. Generalmente se abren pronto durante el día y se cierran hacia el medio día; después de abiertas mueren. (Kay 1979).

Según Polo (1989), la presencia de los pedúnculos largos de la inflorescencia es uno de los rasgos que distingue el Caupí de otras especies. Esta característica facilita la cosecha manual y mecánica. Las flores son muy visitadas por insectos polinizadores por la presencia de nectarios y por lo visibles.

1.6.6. Fruto y Semilla (Vainas y Granos). Las vainas pueden variar en color, forma, tamaño y textura. Son indehiscentes, normalmente contienen de 8 a 20 semillas, estas también varían en tamaño, forma y color, su cáscara puede ser lisa o rugosa y su color puede ser blanco, con matices verdes, marrón, rojo y púrpura, con motas o máculas. Las zonas pigmentadas alrededor del hilo son blancas y en los tipos de mancha negra es bordeado por un anillo oscuro. El peso oscila entre 5 y 30 gramos cada 100 semillas (Kay 1979).

1.6. LA MATERIA ORGANICA

La materia orgánica del suelo es un material complejo sujeto a cambios continuos de descomposición y síntesis. Sus propiedades y efecto en el suelo son un producto de su interacción con otros componentes del mismo, vivos o inertes.

1.7.1 Composición. Dice Munévar (1986) que la materia orgánica del suelo consiste de un amplio grupo de sustancias que van desde tejidos vegetales, animales y células microbianas no descompuestas, pasando por productos de descomposición de corta duración, hasta material estable amorfo sin vestigios de la estructura anatómica del material original. Sus componentes pueden clasificarse en dos grupos generales de sustancias: no - húmicas, en donde se incluyen los residuos inalterados de los tejidos vegetales y animales. Tales sustancias tienen una constitución química pertenecientes a

grupos orgánicos conocidos como carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, etc, y las sustancias húmicas que incluyen aquellas sustancias modificadas química y biológicamente que conservan muy poca o ninguna semejanza con los compuestos orgánicos conocidos.

Así mismo, afirma el autor que, de los residuos inalterados que legan al suelo y que en primera instancia constituyen las sustancias no – húmicas, los restos vegetales son los que generalmente contribuyen en mayor grado a la materia orgánica del suelo. Los residuos de plantas tienen una constitución heterogénea, pero en general están conformados por seis grupos de sustancias orgánicas así:

(a) Celulosa, (b) Hemicelulosas, (c) Ligninas. (d) sustancias solubles en agua: azúcares simples amino-ácidos, ácidos alifáticos; (e) sustancias solubles en eter y en alcohol: grasas, aceites. ceras; (f) proteínas, en las cuales se encuentra gran parte del nitrógeno (N) y azufre (S) orgánicos.

Stevenson (1982), afirma que en la mayoría de los suelos, las sustancias húmicas constituyen la fracción más activa de la materia orgánica, pues estas participan en un gran número de reacciones con otras moléculas orgánicas, coloides minerales, iones inorgánicos y células microbianas.

1.7.2 Descomposición de la materia orgánica.

1.7.2.1 El proceso de descomposición. Afirma Munevar (1986) que, Los residuos orgánicos que llegan al suelo sufren diversos procesos de transformación que en muchos casos dan por resultado productos de una composición química más simple. En los procesos de descomposición intervienen fuerzas físicas como cambios de temperatura, humedad, etc. También participan, especialmente en las fases iniciales, organismos como vertebrados, insectos, otros artrópodos, lombrices, los cuales juegan un papel relativamente importante en la incorporación de los residuos al suelo, en la reducción del tamaño de los residuos y por tanto aumentan la superficie de exposición a la acción de otros factores. Dentro de estos procesos iniciales también juega un papel importante la acción del hombre al incorporar con las labores de cultivo en suelos agrícolas residuos de cosechas.

Sin embargo la mayoría de los procesos de transformación de la materia orgánica en el suelo, son llevados a cabo por los microorganismos, los cuales al utilizar las sustancias orgánicas como fuentes de carbono y/o energía para su crecimiento los degradan, produciendo sustancias más simples, proceso denominado mineralización de la materia orgánica.

Mediante este proceso algunos elementos que son nutrimentos para las plantas son transformados de una forma orgánica no utilizable por la planta a una forma inorgánica asimilable. Tal es el caso, por ejemplo, del Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el Azufre (S).

Broadbent (1986) afirma que, la acción degradante la ejercen los microorganismos a través de las enzimas que sintetizan. Algunas enzimas son liberadas al medio y otras ejercen su acción intracelularmente.

El mismo autor, expresa así que, la relativa facilidad con que las distintas sustancias orgánicas que se encuentran en el suelo son degradadas, depende de la naturaleza de esta, y las sustancias con las cuales se encuentra asociada, además las condiciones del suelo (temperatura, acidez, humedad, etc.) juegan un papel muy importante.

Expresa Munevar (1986) que, de las sustancias orgánicas de origen vegetal, las hemicelulosas y la celulosa son más fácilmente degradables por los microorganismos que la lignina. Esta última es una de las sustancias naturales de origen vegetal más resistente a la descomposición por microorganismos. El almidón presente una biodegradabilidad intermedia. La quitina que proviene principalmente de células de hongos y del exoesqueleto de los artrópodos, es relativamente resistente a la degradación biológica aunque esto parece deberse más a las sustancias con las cuales se encuentra asociada que a la estructura de la quitina en sí. Las proteínas en general, son fácilmente degradadas.

Munevar (1986) plantea que, además de la naturaleza química de las sustancias, hay otros factores que afectan la rata de descomposición como la temperatura, la humedad, el pH, el tipo de arcilla, etc.

1.7.3 FORMACION DEL HUMUS

Konova (1986) explica que actualmente se considera que la formación de las sustancias húmicas en el suelo es un proceso complejo de dos fases: a) Descomposición de los residuos vegetales y animales originales dando compuestos más simples y b) una subsecuente síntesis de estructuras orgánicas específicas de alto peso molecular. Se piensa que la base de la formación de las partículas primarias de las sustancias húmicas es la condensación de un compuesto aromático del tipo de los polifenoles con un compuesto nitrogenado del tipo de los aminoácidos o los péptidos.

1.7.4 El contenido de materia orgánica de los suelos y su significado. Dice Munevar (1986) que el porcentaje de materia orgánica de los suelos varía dentro de un rango muy amplio, lo cual se ha utilizado como criterio para agrupar los suelos en dos categorías: suelos minerales y suelos orgánicos. En Colombia algunos dice el autor que se ha considerado pertinente agrupar los suelos en dos categorías: aquellos con más de 10% de materia orgánica y aquellos con menos de este valor.

2 MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo del presente ensayo se tuvieron en cuenta dos aspectos metodológicos:

Un primer aspecto que buscó realizar una evaluación de los suelos de la Finca La Veguita, mediante análisis de laboratorio inicial y el respectivo seguimiento para observar su comportamiento mediante la siembra, la cual se hizo manual (a chuzo) a una profundidad de 3 cms aproximadamente; y posterior incorporación de una leguminosa, en este caso el Caupí.

Y el segundo aspecto fue la evaluación de 12 líneas y tres variedades de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) y de esta forma se encontraron los materiales que más se adaptaron a la zona de estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.

2.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizó en la Finca La Veguita, ubicada en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, sobre el Kilometro veinticuatro en la Carretera Troncal del Caribe que de Santa Marta conduce

a Riohacha, margen izquierda del Río Piedra, corregimiento de Bonda entre las veredas La Estrella y la Esmeralda.

Las pruebas de laboratorio se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad del Magdalena y en los laboratorios del Ingeniero Agrónomo Elicer Canchano N., ubicados en Santa Marta, Magdalena, Colombia.

El trabajo se desarrollo entre Abril de 1997 y marzo de 1998.

2.2. CARACTERISTICA DE LA ZONA

La finca la Veguita cuenta con un área de 5.5. Hectáreas, sus coordenadas geográficas son $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ Longitud Oeste, y a los $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ Latitud Norte. Su clasificación ecológica es Bosque Seco Tropical. Sus condiciones climáticas están clasificadas calientes con temperaturas promedios de $28^{\circ} C$ y una humedad relativa del 70 a 72%, y el brillo solar de 2.200 horas al año. Los suelos son de ladera con un promedio de 30% en pendiente, problemas de erosión hídrica.

La altura sobre el nivel del mar es de 300 metros, Precipitación Promedia Anual de 1700 mm, distribuidos en un régimen monomodal de un periodo seco que va de diciembre a marzo y uno de lluvia de abril a noviembre (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1973).

2.3. ANALISIS DE SUELO PRELIMINAR

Los siguientes datos corresponden el análisis de suelo realizado antes de sembrar el material de Caupí:

Relieve:	Escarpada
Textura:	Franco arenosa
pH:	6.1
M.O.(%):	2.5
C.E:	0.11. mmhos/cm
P (ppm):	28.00
K:	0.53 meq/100g de suelo
Ca:	11.0 meq/100g de suelo
Mg:	2.2 meq/100g de suelo
Na:	0.16 meq/100g de suelo
Cu:	2.0 ppm
Zn:	6.0 ppm
CIC:	13.89 meq/100g de suelo
P.S.I:	1.15%

2.4. CARACTERISTICA DEL MATERIAL GENETICO EVALUADO

El material vegetal que se sembró fue el Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp.)

Las cuales se caracterizan por ser plantas arbustivas, ramificadas y resistentes al vuelco. Se adaptan hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar, sus flores son de color morado y sus semillas presentan diferentes tonalidades que van desde rojos, marrones y cremas.

Este material resultó promisorio por su rusticidad, capacidad de adaptación, producción de biomasa y respuesta incorporación para su utilización en la recuperación de suelos degradados.

En los materiales genéticos de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) Se evaluaron para este ensayo 3 variedades utilizadas como testigos, dentro de las cuales encontramos ICA- CALAMARI e ICA- BETANCI e ICA- MOTILONIA, que fueron variedades utilizadas como testigo, por encontrarse estas, bien adaptadas en la zona y doce líneas promisorias. (TABLA 1). Estos materiales han sido estudiados en la Universidad Nacional de Medellín. En Medellín, Antioquía, Colombia.

TABLA 1. Descripción de materiales genéticos de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) Evaluados y tratamientos ensayados.

MATERIALES GENETICOS	TRATAMIENTOS
Var. ICA. MOTILONIA	T-A
Var. ICA. CALAMARI	T-H
Var. ICA BETANCI	T-I
LINEA 23	T-B
LINEA 12	T-C
LINEA 59	T-D
LINEA 26	T-E
LINEA 47	T-F
LINEA 36	T-G
LINEA 62	T-J
LINEA 17	T-K
LINEA 65	T-L
LINEA 22	T-M
LINEA 28	T-N
LINEA 63	T-O

2.5. DESARROLLO DEL ENSAYO

2.5.1. Análisis de suelos. Se efectuaron cuatro análisis de suelos que permitieron monitorear el comportamiento de los mismos durante el experimento. El primero se tomó en el momento antes de la siembra, el cual se presentó en el ítem 2.3, el segundo se realizó en el momento de la recolección, una vez efectuada ésta, se incorporó el material vegetal al suelo, y dos meses más tarde, se procesó la tercera muestra. transcurridos tres meses se obtuvo la cuarta y última muestra.

Los datos evaluados en el análisis de suelos, procesados en los laboratorios fueron: Relieve, textura, pH, contenido de materia orgánica, Fósforo, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Zinc, Conductividad Eléctrica (C.E), Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C), y Potencial de sodio intercambiable (P.S.I.)

2.5.2. Preparación del terreno. La preparación del terreno se realizó de la siguiente manera: la biomasa indeseable fue sacada del lote y en algunos casos con la pala se sacaba y se volteaba para evitar que compitiera más tarde con las plantulas de Caupí. Una vez preparado el terreno se procedió a medirlo para demarcar el lote a utilizar, posteriormente se elaboraron los bloques y las parcelas.

2.5.3. Siembra. La siembra se efectuó una vez conformadas cada una de las parcelas y se realizó un riego previo para buscar una humedad óptima del suelo.

El método de siembra utilizado fue el manual (a chuzo) colocando tres semillas de Caupí por sitio a una profundidad aproximadamente de tres centímetros. Se sembraron dos surcos en cada parcela separados a 0.60 metros y a una distancia entre planta de 0.15 metros, para una población de 110.000 plantas por hectárea.

2.5.4. Resiembra. Esta labor se hizo cuando el cultivo tenía cinco días de germinado, para obtener la población óptima por parcela.

2.5.5. Raleo. El raleo se realizó cuando las plantas tenían una altura aproximada de 10 centímetros, con el fin de dejar una sola planta de Caupí por sitio.

3.5.6. Manejo de Biomasa Indeseable. Las plantas Indeseables para el cultivo se extrajeron manualmente a medida que iban creciendo, y siendo fuerte competencia para el Caupí en sus primeras etapas de desarrollo.

La Biomasa Indeseable dominante fue:

a.- Coquito. (*Cyperus rotundus* L).

b.- Verdolaga (*Portulaca oleracca* L).

- c.- Bledo común (*Amaranthus dubius* Mart.)
- d.- Liendrae puerco (*Echinochloa colonum* L.)

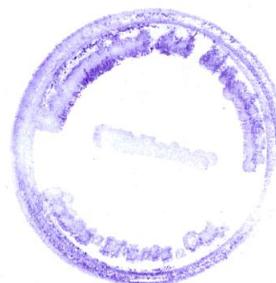
2.5.7. Riego. Este se hizo por aspersión, usando agua del río Piedra, un día antes de la siembra; posteriormente se hicieron riegos comentarios cuando fue necesario, hasta considerar la capacidad de campo, ya que el Caupí no exige grandes cantidades de agua.

2.5.9. Cosecha. La cosecha se hizo manualmente, recogiendo las vainas una vez estaban maduras.

2.5.10. Incorporación del material de Caupí: Una vez recolectadas todas las vainas de Caupí, se procedió a la incorporación del material vegetal, extrayendo las plantas y enterrándolas a unos 5 cm de la superficie del suelo en el mismo lote.

2.6. PARAMETROS ESTUDIADOS.

Para recolectar los datos de los siguientes parámetros se marcaron 10 plantas por parcela, para de este modo hacer el registro único y exclusivamente en las mismas plantas.



2.6.1. **Altura de la planta.** En cada tratamiento a partir de cincuenta (50) días de germinado el cultivo, se midió con una regla graduada en centímetros la altura de las diez (10) plantas, por cada tratamiento desde la base del tallo hasta el ápice del pedúnculo floral más alto de la planta.

2.6.2. **Número de vainas por planta.** Una vez las plantas emitieron el mayor número de vainas a las diez (10) plantas marcadas de los distintos tratamientos, se les procedió a contar el número de vainas para luego sacar un promedio de estas por plantas de Caupí.

2.6.3. **Longitud de la vaina por plantas.** Este parámetro se evaluó de la siguiente manera, una vez cosechada todas las vainas de las plantas marcadas por tratamiento, se midieron con una regla graduada en centímetros determinar su longitud y sacar un promedio.

2.6.4. **Número de granos por vaina.** Para determinar el número de granos por vainas, se tomaron diez vainas de cada una de las plantas marcadas y se contaron los granos presentes, para de este modo sacar un promedio, por tratamiento.

2.6.5. **Producción.** Para obtener la producción se cosecharon los tratamientos una vez las plantas se encontraban en madurez fisiológica y se pesó el total de granos producidos por cada uno de estos lo cual arrojó los datos de rendimiento.

2.6.7. Biomasa de Peso fresco. Para determinar este parámetro se tomaron varias plantas frescas por tratamiento, tomando de estas su peso en kilogramos.

2.6.8. Biomasa de Peso seco. Para determinar el peso seco, se tomaron las plantas a las cuales se les había determinado el peso fresco, y se llevaron a un horno a una temperatura de 80 grados centígrados, para su desecación, determinando posteriormente su peso en kilogramos.

2.7. RENTABILIDAD

La rentabilidad para cada tratamiento se determinó con base en la producción y en los gastos que genera una Hectárea de Caupí utilizando la siguiente formula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales}}{\text{Costos Totales}} \times 100$$

2.8. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS

El diseño utilizado en este ensayo fue el de bloques al azar con cuatro bloques o replicaciones y 15 tratamientos, constituidos por 12 líneas promisorias, y 3 variedades promisorias utilizadas como testigos que fueron: ICA-Motilonia, ICA-Betanci e ICA-Calamari.

El análisis estadístico consistió en la determinación primero de los componentes principales (Mardía et. Al, 1979); mediante el análisis de varianza lo cual mostró, para posteriormente realizar agrupaciones (análisis de Cluster, Graw, 1994) de los genotipo a partir de aquellas variables fuertemente correlacionadas con la primera componente.

Mediante análisis de correlación (Ostle, 1974), se determino la existencia o no de dependencia entre las variables examinadas.

Cada Bloque contenía 15 parcelas, y cuatro replicaciones como lo indica el mapa anexo y dos surcos adicionales (borde), El ancho de cada bloque fue de 19.2 metros, y el ancho de cada parcela fue de 1.20 metros, cada parcela tuvo una longitud de ocho metros y entre los bloques se dejaron calles de dos metros, de tal manera que la longitud del experimento fue de 38 metros y el área total fue de 729.6 metros cuadrados.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 COMPORTAMIENTOS DE LOS SUELOS EN LA FINCA LA VEGUITA Y SU RELACION CON EL ECOSISTEMA CIRCUNDANTE

Los resultados y la discusión que sigue a continuación pretenden mostrar el comportamiento de los suelos en la finca La veguita.

En la **TABLA 2**, se ven cada uno de los parámetros evaluados según los análisis de suelos efectuados, desde el mes de mayo hasta el mes de diciembre de 1997, obteniéndose cuatro muestras de suelos durante los meses de mayo, julio, septiembre y diciembre, lo que permitió hacer una proyección del comportamiento de dichos suelos, en cuanto a su comportamiento químico y de relieve, antes y después de implementado el cultivo, al igual que una vez se ha incorporado el material vegetal, y cinco meses más tarde.

TABLA 2. Comportamiento de los suelos de la Finca La Veguita,
Según análisis de laboratorio.

PARAMETROS	MUESTRA 1 (MAYO)	MUESTRA 2 (JULIO)	MUESTRA 3 (SEPTIEMBRE)	MUESTRA 4 (DICIEMBRE)
Textura	F A	F A	F A	F A
pH	6.1	6.80	6.33	6.11
M.O.(%)	2.5	7.10	7.29	8.17
P (ppm)	28.00	22.00	26.10	29.50
K meq/100 g	0.53	0.38	0.33	0.31
Ca meq/100 g	5.6	4.63	4.89	4.76
Mg meq/100 g	2.2	1.05	1.86	1.96
Na meq/100 g	0.16	0.06	0.10	0.09
Zn ppm	6.0	2.98	2.10	2.10
Cu ppm	2.0	1.66	1.53	1.39
CIC meq/100 g	13.89	10.80	7.18	7.12
PSI %	1.15	0.98	1.39	1.26
C.E. mmhos/cm	0.11	0.54	0.55	0.51

3.1.1 Factores físicos. El relieve de la finca La Veguita es escarpada, debido a su cercanía al pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta, los suelos son franco arenosos y profundos teniendo en cuenta su relieve y las condiciones de drenaje superficial, es decir la capacidad del suelo para asimilar el agua que se deposita en su superficie y la evaluación del perfil, dada la profundidad efectiva.

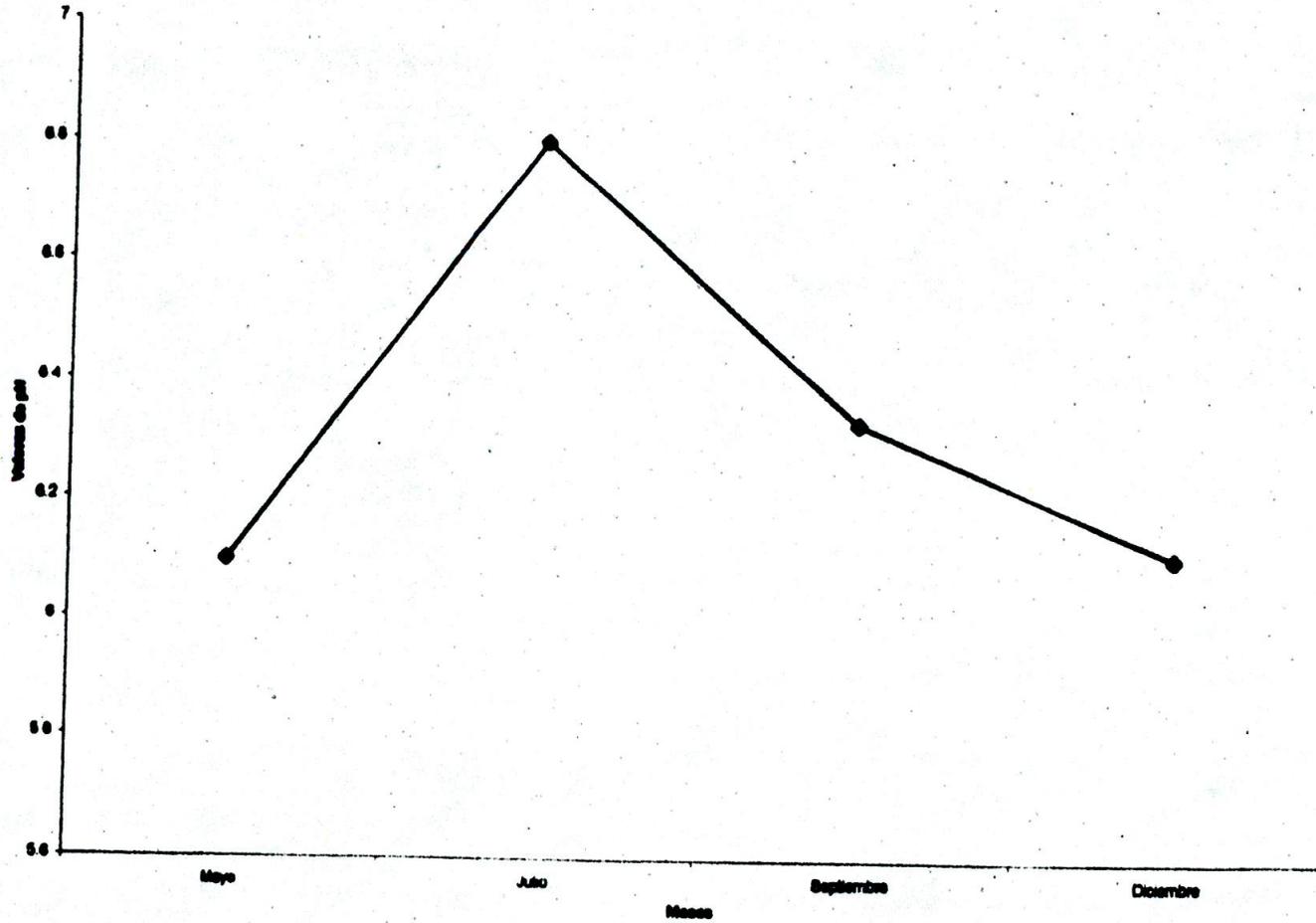
3.1.2. Factores químicos. Tal como lo muestra La FIGURA 1, durante el mes de mayo de 1997, el pH estuvo en 6.1, en julio 6.8, septiembre 6.33 y diciembre 6.11.

Los suelos objeto de estudio son neutros porque el pH se encuentra en un rango de 5.6 a 7.3, lo que permite la implementación del cultivo, puesto que el Caupí se cultiva bien en suelos con pH entre 5.5 a 6.5. Aunque estos suelos tienden a la acidez, para evitar que ello ocurra debe procederse a realizar practicas agrícolas tales como rotación de cultivos, incorporación de abonos verdes, entre otros.

En cuanto a la Capacidad de Intercambio Catiónico, en la FIGURA 2, se observa que la primera muestra procesada (Mayo) la C.I.C. fue 13.89 meq/100 g de suelo, en julio estuvo en 10.80 meq/100 g. de suelo, en septiembre 7.18 meq/100 g. de suelo y en diciembre 7.12. meq/100 g. de

Figura 1. Comportamiento del pH en suelos de la finca "La Veguita".

38

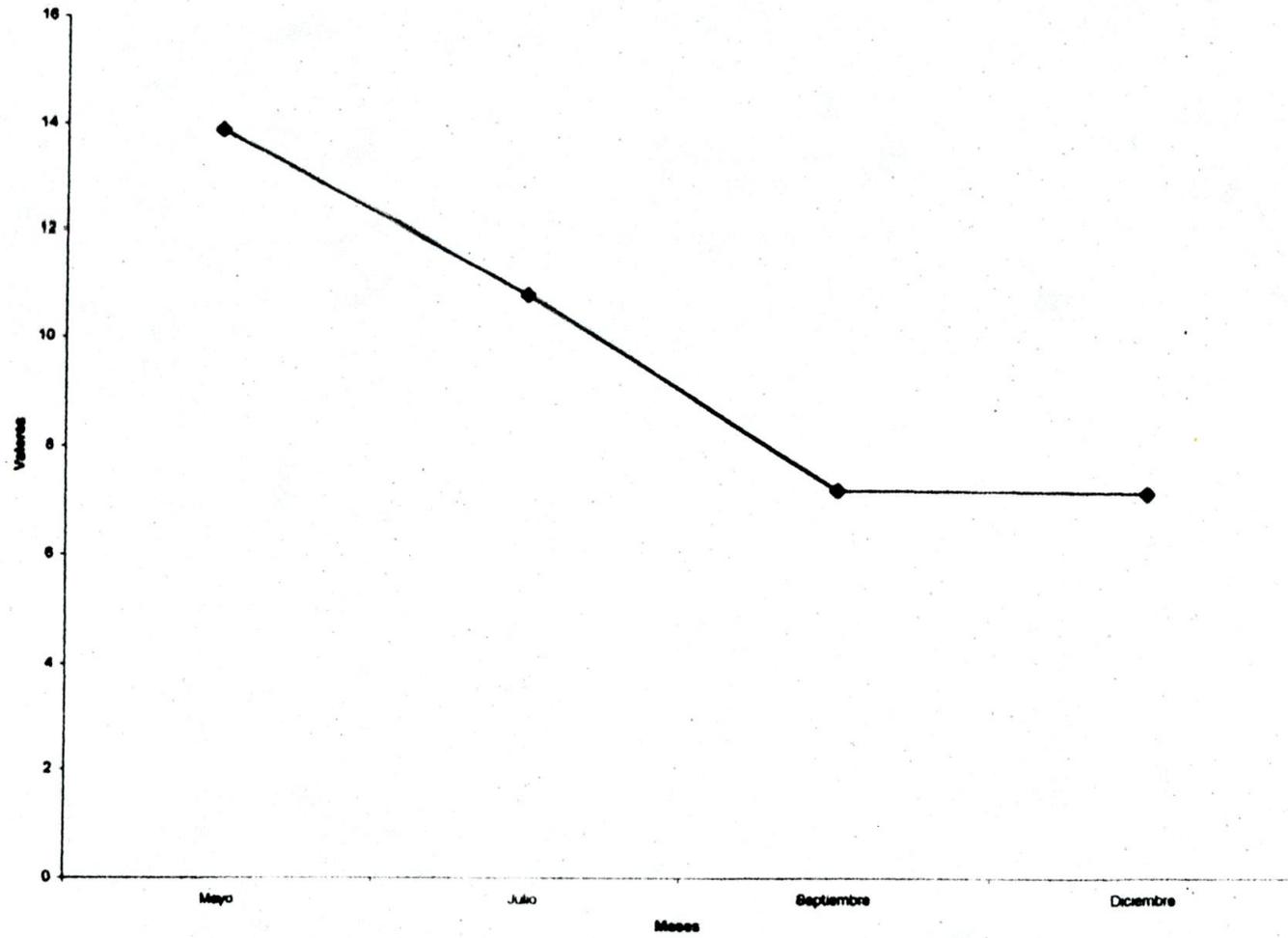


suelo. Estos datos son importantes porque esta propiedad tiene relación estrecha con la capacidad de intercambio de nutrientes por el suelo y el equilibrio químico de los nutrimento en solución. Es por ello que es posible determinar que la CIC disminuye porque el cultivo extrae los nutrientes, en este caso cationes con signo positivo, y los absorbe para sí, este tipo de extracción es llamado "extracción antrópica" pues los nutrientes son exportados a través de las redes alimentarias.

La fracción coloidal del suelo representada por la materia orgánica como lo muestra la **TABLA 3**, junto a la textura, contenido y tipo de arcilla, son los constituyentes responsables de la C.I.C. Por lo tanto se puede definir el tipo de suelo estudiado como de textura liviana con una capacidad de intercambio catiónico dentro de le rango de los 5 a 15 meq/100g de suelo.

FIGURA 3, en los resultados obtenidos del comportamiento de la Materia Orgánica (mayo) fue de 2.5%, antes de plantar el cultivo; y una vez recolectado el cultivo de Caupí, el contenido de Materia Orgánica ascendió a 7.10%. En el mes de septiembre, es decir ya incorporada la leguminosa empieza el proceso de descomposición y se pudo ver que la M.O. registró un 7.9%, y en el mes de diciembre ya se encontraba en 8.17%, debido posiblemente a la acción ejercida por los agentes descomponedores de la M.O.

Figura 2. Comportamiento de la C.I.C. en suelo de la finca "La Veguita".



La materia orgánica ejerce efectos benéficos sobre las propiedades físicas del suelo puesto que su adición los suelos los hace más fácilmente laborables y promueve el desarrollo de la bioestructura, de la estructura granular y da mayor estabilidad a los agregados.

La incorporación de residuos orgánicos al suelo es una práctica agrícola muy antigua, materiales orgánicos de diferentes orígenes pueden ser aplicados al suelo con el fin de mejorar sus condiciones.

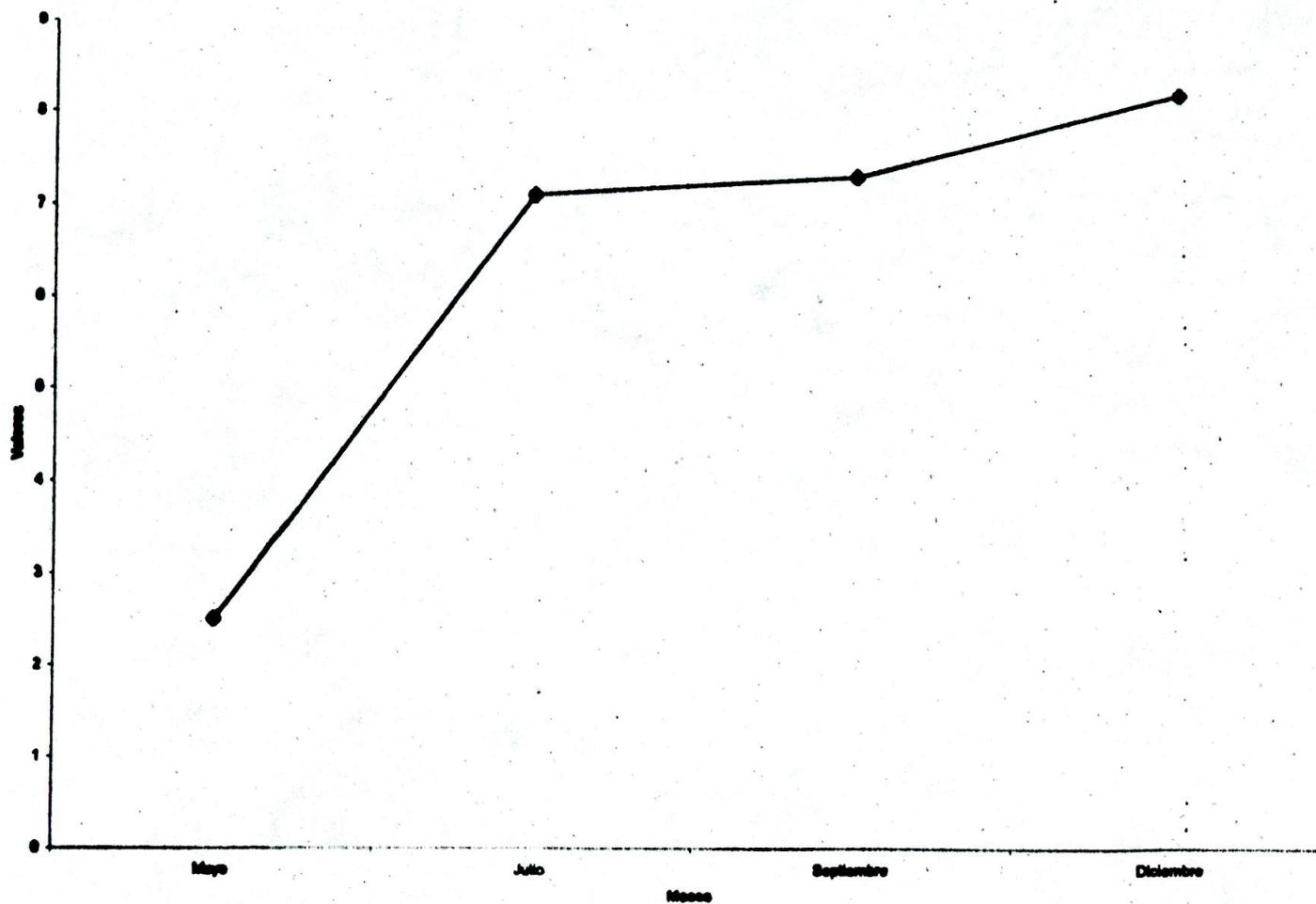
En los sistemas agrícolas tradicionales, los agricultores mantenían la fertilidad de sus tierras y producían sus cosechas, con el cierre de ciclos de energía, agua y nutrientes. Estos últimos se realizaban mediante técnicas agronómicas básicas. Como la rotación de cultivos, la incorporación de rastrojos, el reciclaje de restos orgánicos mediante el compostaje, introducción de la cría de animales dentro de la finca y el aprovechamiento de la vegetación natural, sistemas agropastoriles dentro de la finca y el aprovechamiento de la vegetación natural, dentro de un equilibrio dinámico y perdurable.

TABLA 3. Capacidad de intercambio catiónico CIC promedio de los suelos con base en la textura

TEXTURA	Límites (meq/100g)
Pesados (arcillosos)	25 – 50
Medianos (francos y limosos)	10 – 30
Livianos (arenosos)	5 – 15
Suelos orgánicos (>20%M.O.)	50

Fuente ICA, Programa de Suelos, Seminario Taller Sobre Suelos, 1987.

Figura 3. Comportamiento de la M.O. en suelos de la finca "La Veguita".

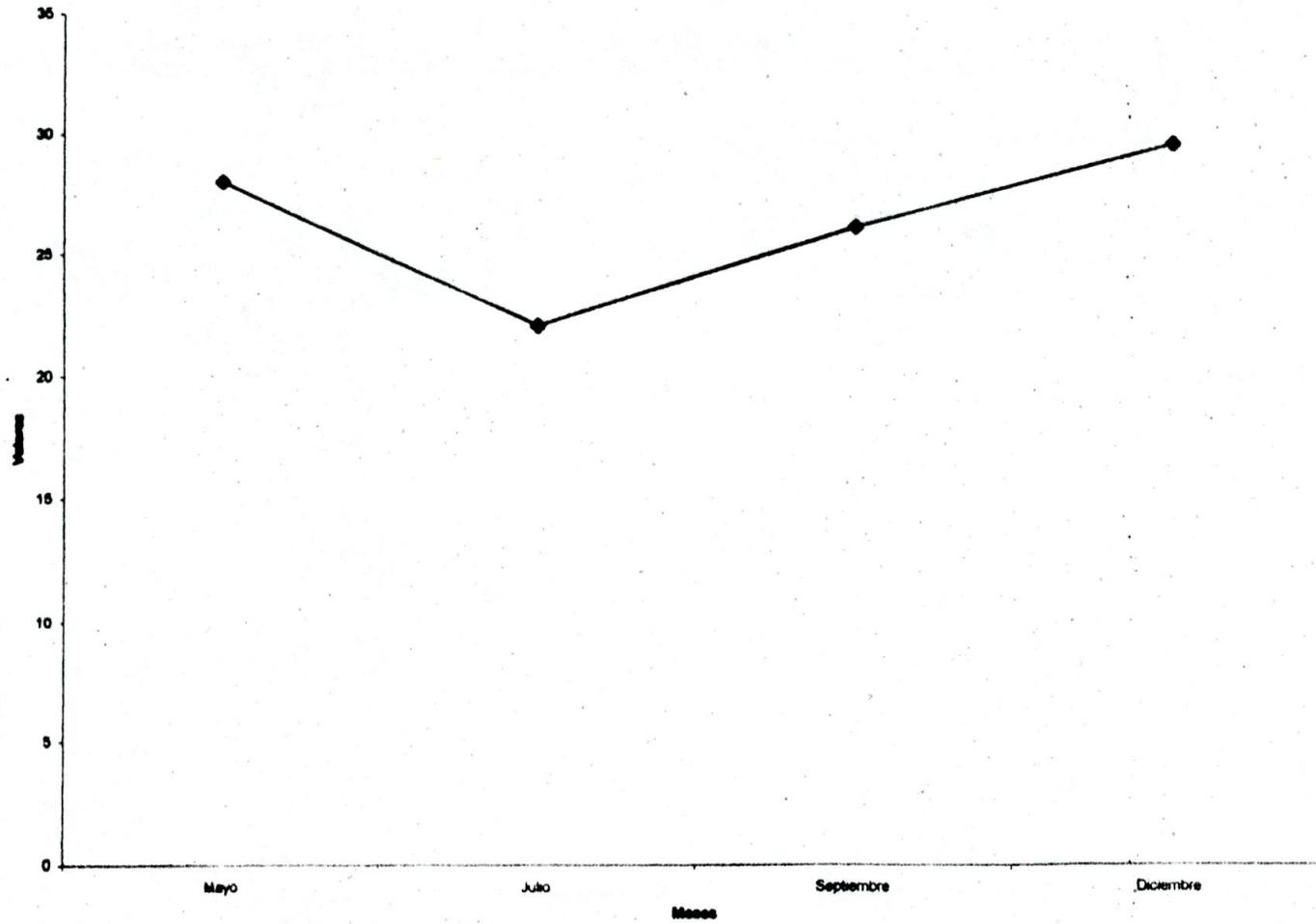


Tras el reconocimiento de lo anteriormente expuesto, teniendo en cuenta el concepto de todos los grupos sociales implicados y dentro de una política agraria en la que debe primar el uso de prácticas agrícolas y ganaderas compatibles con el medio, se promueve la protección, conservación de los suelos agrícolas y forestales, para ello, la Materia Orgánica, en este contexto propicio, ha vuelto a recuperar el lugar que le corresponde en la consecución de una agricultura que sea económica, socialmente viable y ante todo, respetuosa con el medio y sostenible con el tiempo.

Retomando la discusión sobre el comportamiento de los suelos de la finca La Veguita, se encuentra que, el comportamiento del fósforo (**FIGURA 4**) para el mes de mayo, fue de 28.00 ppm, el mes de julio, la cantidad de este elemento presente en los suelos descendió hasta 22.00 ppm, en el mes de septiembre subió a 26.10 ppm y ya en el mes de diciembre se encontraba en 29.50 ppm.

El contenido de este elemento, en las diferentes áreas cultivadas, puede variar de 10 a 40 ppm. Esto se debe al hecho de ser extraído en cantidades pequeñas y además por su baja movilidad hasta horizontes más profundos, lo que permite hacer un buen uso de sus reservas. Este suelo tiene niveles

Figura 4. Comportamiento del fósforo en suelos de la finca "La Veguita".



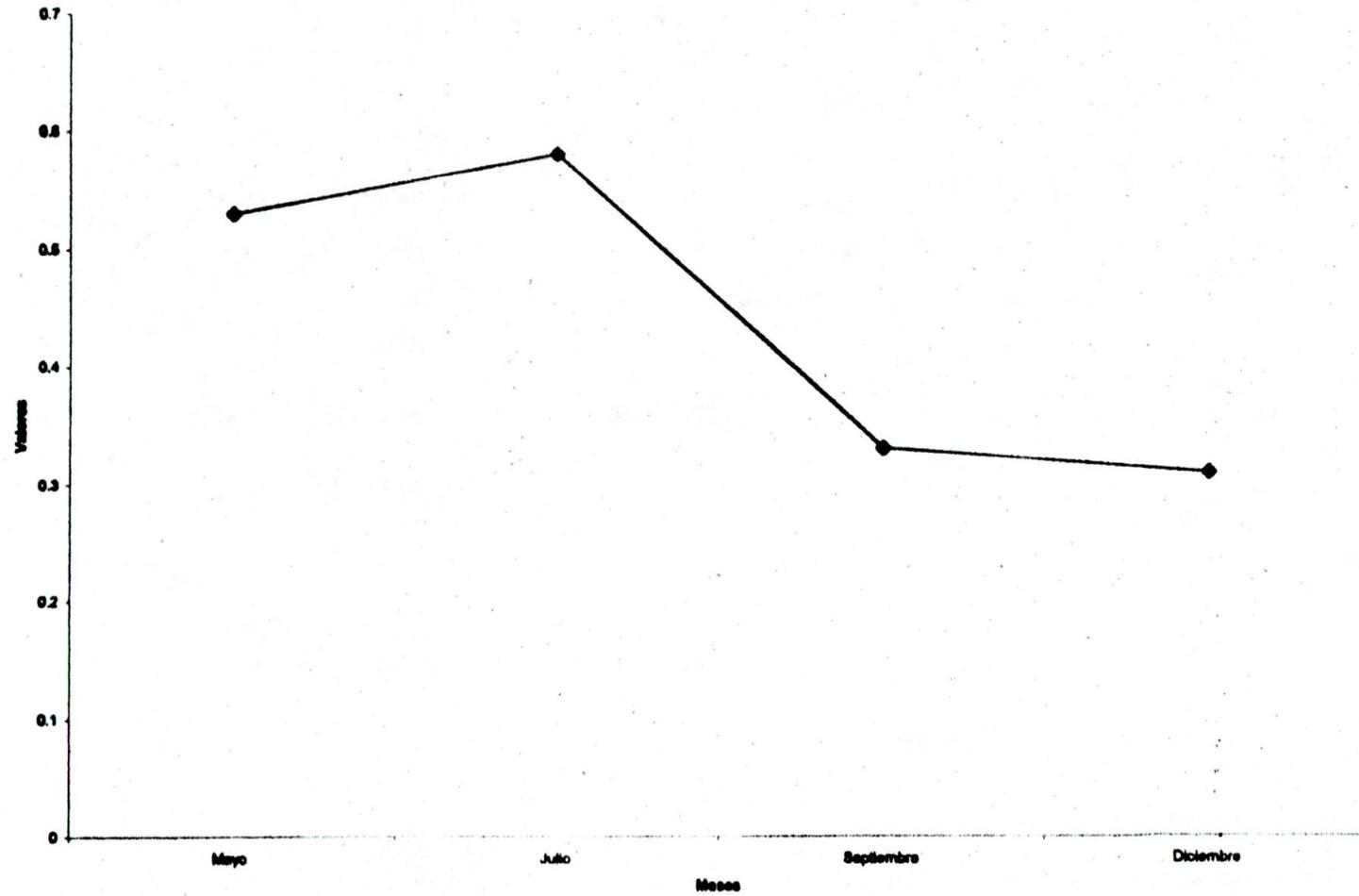
medios de fósforo pues el rango esta de 0 a 15 ppm bajo, de 15 a 30 ppm, medio y mayor de 30 ppm es alto.

Debido a las consideraciones anteriores, y teniendo en cuenta el hecho que durante el mes de julio, la cantidad de fósforo presente en el suelo sufrió un descenso se puede anotar que, por la baja movilidad del fósforo en el suelo, su pérdida por lavado o lixiviación tiene poca importancia. Por lo tanto, se puede anotar que, la perdida correspondió posiblemente a un proceso de extracción natural que realizaron las plantas, ya que el presente muestreo se tomó justo en el momento de cosechar el Caupí. También es importante anotar que al aumentar la materia orgánica en el suelo va a mejorar también el contenido de fósforo, siempre y cuando se dé el proceso de mineralización pues al descomponerse ésta, aportará dicho elemento al suelo.

El contenido de potasio (**FIGURA 5**) de los suelos de la finca La Veguita, en el mes de mayo fue de 0.53 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, en julio 0.8 meq/100 g, en septiembre 0.33 meq/100 g, y en diciembre 0.31meq/100 g.

El contenido de este elemento, varía en cada región según el tipo y el uso de los suelos, aunque este elemento puede estar en cantidades desde 2.0 meq/100 g. de suelo o en menos, como es el caso de la Orinoquía y la

Figura 5. Comportamiento del potasio en suelos de la finca "La Veguita".



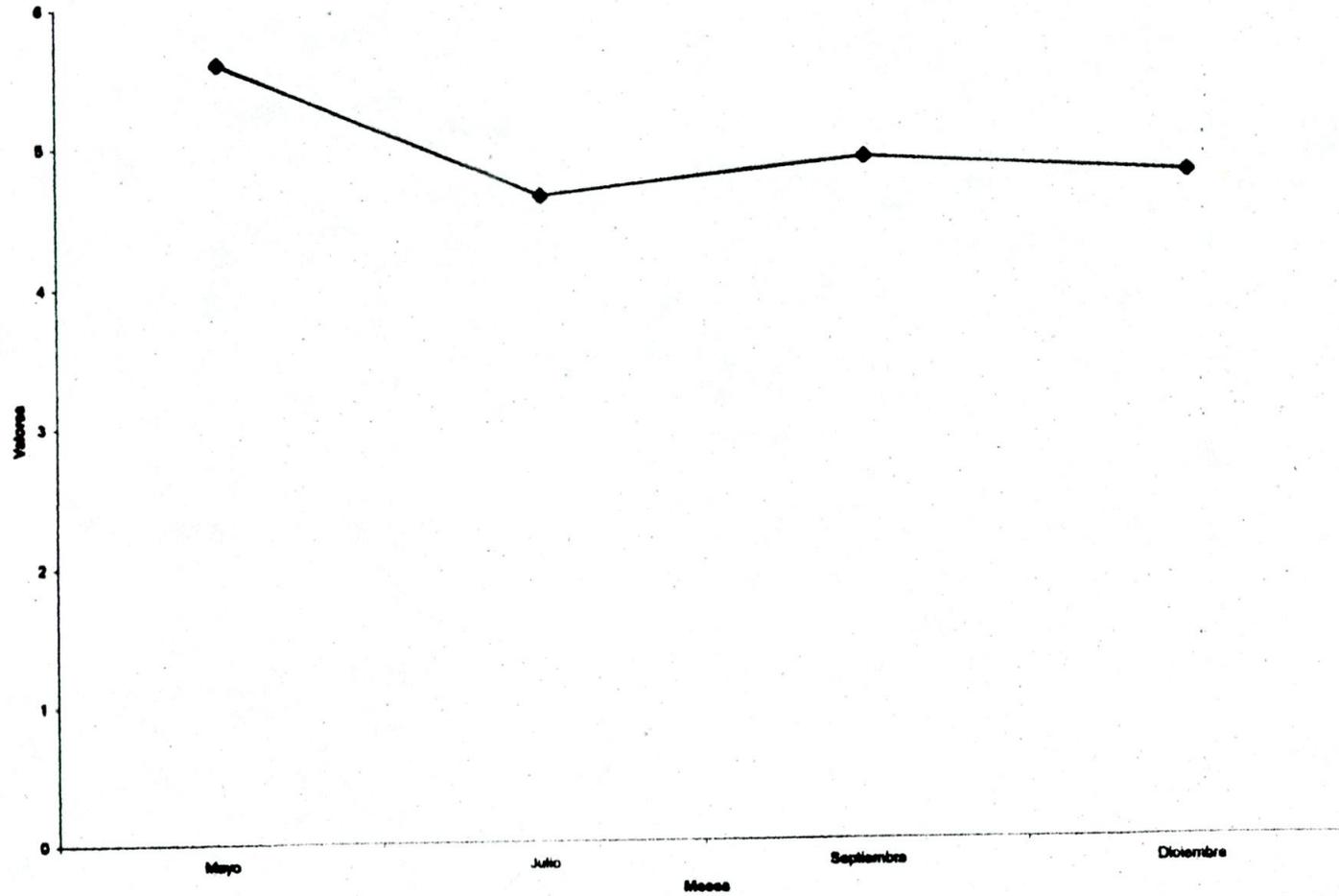
Amazonía, por ejemplo se han encontrado hasta 1.0 más meq/100 g de suelo según datos reportados por Belalkazar (1991).

Este autor afirma que este macronutriente requiere un balance, principalmente con el nitrógeno, el fósforo y el magnesio, puesto que en exceso puede bloquear o inhibir la acción de dichos elementos. Además, los agentes principales de agotamiento del potasio del suelo son la remoción por los cultivos, la erosión y lavado. Este último proceso es más intenso en regiones con alto régimen de lluvias, cuyos suelos además de ser ácidos poseen una baja capacidad de intercambio catiónico.

El Calcio (**FIGURA 6**), en la lectura fue de 5.6 meq/100 g, en la segunda, baja a 4.63, la tercera 4.89 y en la cuarta y última lectura se registran 4.76 meq/100 gramos de suelo.

Algunos estudios realizados por Belalkazar (1991), muestran que, el contenido total puede oscilar entre 0.1 y 2% para suelos no calcáreos y en caso contrario hasta 25%. Por lo tanto los suelos estudiados muestran una buena aprovechabilidad de este elemento por parte de las plantas, puesto que por ser suelos no calcáreos no se encuentran afectados, entre otros aspectos, por el pH del suelo, la saturación de calcio respecto a la CIC y su cantidad como elemento intercambiable.

Figura 6. Comportamiento del calcio en suelos de la finca "La Veguita".



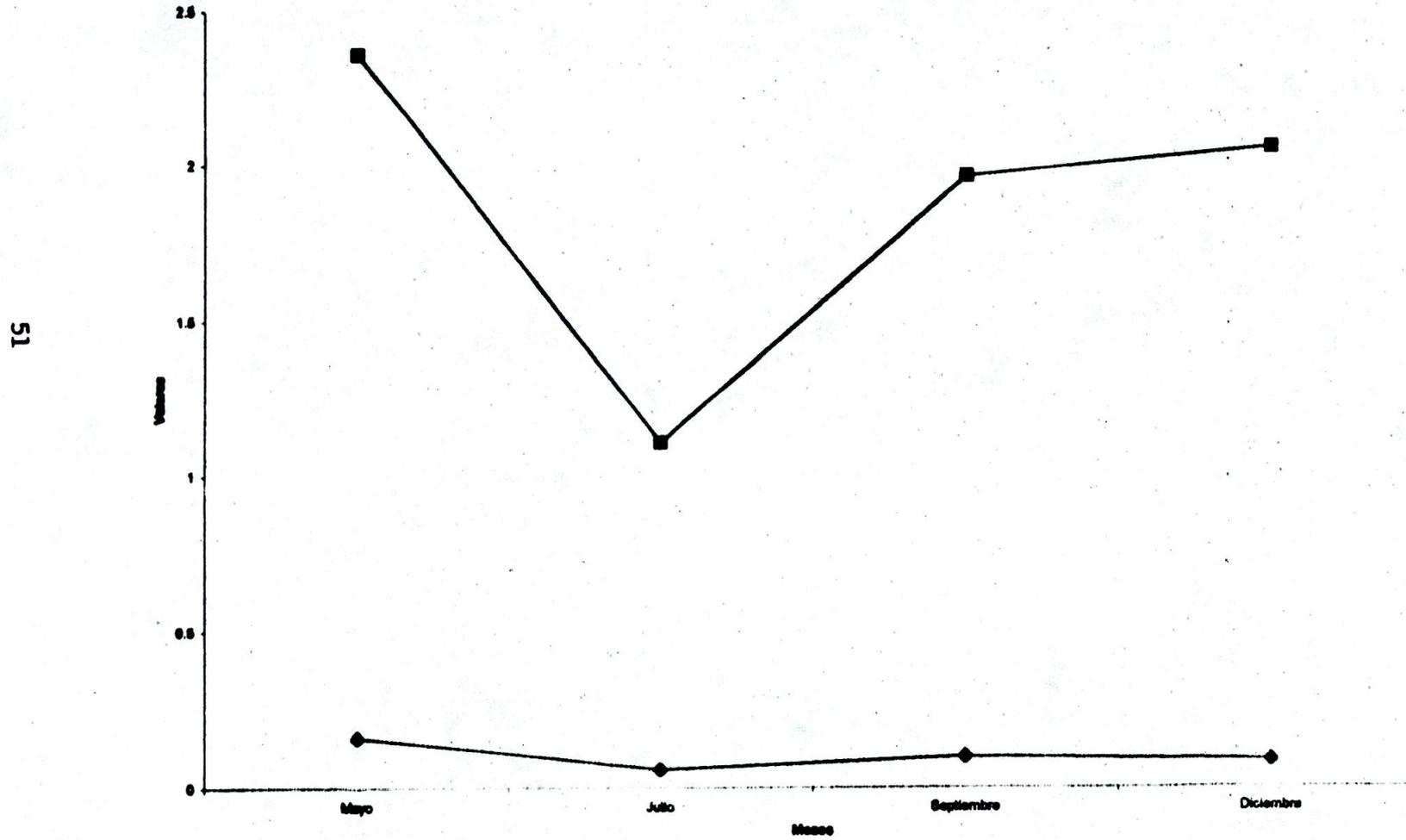
Por lo tanto, es importante anotar que si se hiciera necesario la adición de este elemento, podrían emplearse algunas enmiendas de carácter básico que contengan calcio, como la cal viva y la cal apagada, las cuales están orientadas a corregir problemas de acidez, neutralizar excesos de aluminio y suministrar calcio como elemento. Las pérdidas de calcio se relacionan con la extracción por la planta, o al lavado y/o a un proceso de erosión del suelo.

El comportamiento del magnesio (**FIGURA 7**), en el mes de mayo, fue de 2.2 meq/100 g de suelo, en julio 1.05 meq/100 g de suelo en septiembre subió a 1.86 meq/100 g, para el mes de diciembre este elemento se recuperó hasta alcanzar 1.96 meq/100 gramos de suelo.

El sodio (**FIGURA 7**), muestra un primer registro de 0.16 meq/100 g, el segundo 0.06 meq/100 g, el tercero 0.10 meq/100 g y el cuarto y último reporta 0.09 meq/100 g de suelo.

El magnesio es un nutrimento, en el que la fracción aprovechable por los cultivos, proviene de las fases de solución e intercambio del suelo. Los bajos contenidos de magnesio aprovechable, al igual que el calcio y el potasio, son característicos de suelos altamente meteorizados como los Oxisoles y Ultisoles, suelos arenosos ácidos. Además, de acuerdo a estudios reportados por algunos autores (Belalkazar, 1991) es corriente encontrar deficiencias de calcio, sodio y magnesio en suelos derivados de materiales parentales pobres en minerales ferromagnesianos y en suelos derivados de

Figura 7. Comportamiento de magnesio y sodio en suelos de la finca "La Veguita".



ceniza volcánica con baja saturación de bases. Pero aún así, la mayoría de los suelos aptos para los cultivos de Caupí, poseen contenidos de magnesio y sodio aprovechables para obtener como mínimo una cosecha.

Las pérdidas de magnesio, fuera de las relacionadas con la extracción por las plantas, son debidas a la lixiviación o lavado.

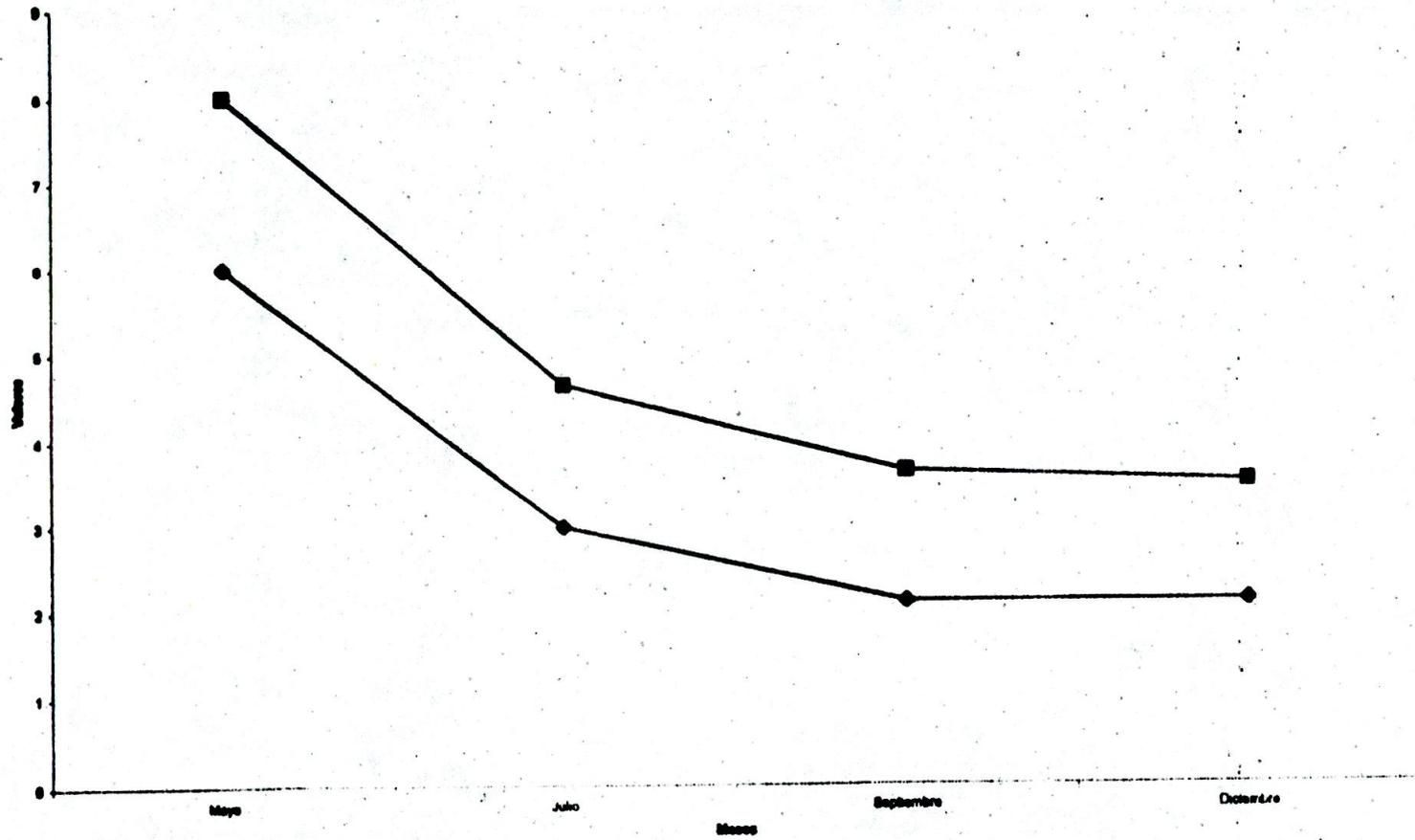
En cuanto al zinc (**FIGURA 8**) durante el mes de mayo fue de 6.0 ppm, en julio descendió drásticamente a 2.98 ppm y en el mes de septiembre continuo su descenso hasta 2.10 ppm, hasta quedarse en el mes de diciembre con esa misma cifra.

El cobre (**FIGURA 8**), se encontró que para la primera muestra, el contenido de este elemento presente en el suelo fue de 2.0 ppm, la segunda muestra fue de 1.66 ppm. La tercera 1.53 ppm y la cuarta y última muestra registro 1.39 ppm.

La relación de zinc, y su contenido total en el suelo puede variar, sin embargo, su disponibilidad puede ser afectada en forma sensible, por un pH de carácter básico, altos contenidos de fósforo y materia orgánica y también por el hecho que es absorbido y retenido por las arcillas.

Figura 8. Comportamiento del zinc y cobre en suelos de la finca "La Veguita".

53



Es por esto, que se recomienda, antes de realizar futuras siembras, llevar a cabo un análisis pertinente de suelos para hacer los aportes requeridos de acuerdo al cultivo que valla a sembrar.

4.1. CARACTERIZACION AGRONOMICA DE LOS MATERIALES DE CAUPI (*Vigna unguiculata* (L) Walp). EVALUADOS EN EL PRESENTE ENSAYO.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de componentes principales, a partir del cálculo de matrices de correlación entre las variables y los valores y vectores propios para clasificación. También se realizó un análisis de conglomerado o Cluster análisis jerárquico completo (Sokal Sneath, 1986) para ellos se emplearon los valores de distancia euclidiana correspondientes a la media por variedad en cada variable.

La **TABLA 4**, muestra los valores promedio para las nueve variables evaluadas, de las cuales solamente dos (longitud de la vaina y número de grano por vaina) reflejaron coeficientes de correlación significativos ($r = 0.23$, $P < 0.05$) con relación a la altura (**TABLA 5**)

Entre los materiales evaluados, la mayor altura correspondió a la línea M con 67.7 cm y la menor altura, la línea A con 50.2 cm.

TABLA 4. Valores promedios de las variables evaluadas. 1997

Materiales genéticos	Altura (cm)	Longitud de la vaina (cm)	VARIABLES						
			No. De granos	No. De vainas	Rdto por parcela (Kg)	Rdto por Há (kg)	Peso fresco (Kg)	Peso seco (kg)	Rdto Follaje (ton/ha)
Betanci (I)	51.7	19.5	16.9	6.7	4.6	1.2	1.5	0.8	22
Línea 12(C)	62.2	17	16.1	6.2	4.6	1.2	1.9	1	28
Línea 35 (L)	60.5	16.7	15.2	6.9	4	1	1.6	0.6	17
Línea 26 (E)	64.1	19	17.3	7.2	5.5	1.4	1.6	0.6	17
Línea 62(J)	66.4	19.3	17.3	6.7	5.8	1.5	1.4	0.6	17
Calamari (H)	56.5	17.5	16.5	9.5	3.4	0.9	1.6	0.9	25
ICAMotilonia	50.2	17.8	16	7.3	4.6	1.2	1.4	0.8	22
Línea 28(N)	63.4	18.3	16.6	7.2	5.5	1.5	1.5	0.6	17
Línea 59 (D)	63.3	18.1	16.2	7.2	4.5	1.2	1.2	0.5	12
Línea 63 (O)	60.1	18.2	16.5	5.2	4	1	1	0.4	11
Línea 47 (F)	65.5	18.2	16.9	6.2	5	1.3	2.2	1.3	11
Línea 17 (K)	63.4	18.5	16.3	8	5.1	1.3	1.8	0.8	36
Línea 23 (B)	61.7	17.6	15.7	6.3	4.5	1.2	1.4	0.4	22
Línea 22 (M)	67.7	18.4	16.6	8.7	3.5	1.4	1.2	0.4	11
Línea 36 (G)	61.7	18.3	16.8	5.2	3.5	0.9	1.2	0.4	11

TABLA 5. Relación entre las variables evaluadas (Matriz de correlación 1997.

Variables Vectores	Altura (cm)	Longitud de la vaina (cm)	No. De granos	No. De vainas	Rdto por parcela (Kg)	Rdto granos por há (kg)	Peso húmedo (Kg)	Peso seco (kg)	Rdto Follaje (ton/há)
Altura (cm)	-	0.23*	0.23*	0.08	0.16	0.12	0.04	-0.05	-0.11
Longitud de la vaina (cm)	0.23*	-	0.76**	0.16	0.16	0.23*	-0.16	-0.07	-0.03
Número de granos/vaina	0.23*	0.76**	-	0.2	0.1	0.22*	-0.001	0.09	0.06
Número de vainas/planta	0.08	0.16	0.2	-	-0.009	-0.04	-0.08	-0.01	0.03
Rendimiento por parcela	0.16	0.16	0.1	-0.009	-	0.41**	0.22*	0.13	0.2
Rendimiento del grano	0.12	0.23*	0.22*	-0.04	0.41**	-	0.09	0.18	0.05
Peso Húmedo del follaje (kg)	0.04	-0.16	-0.001	-0.08	0.22*	0.09	-	0.58*	0.72*
Peso seco del Follaje (Kg)	-0.05	-0.07	0.09	-0.01	0.13	0.18	0.58**	-	0.79**
Rendimiento del follaje (Ton/há)	-0.11	-0.03	0.06	0.03	0.2	0.05	0.72**	0.79**	-

* Significancia al nivel del 5%

** Significancia al nivel del 1%

En cuanto a la longitud de la vaina, ésta manifestó correlación altamente significativa con el número de granos/vaina ($r = 0.76$) con la altura y con el rendimiento del grano (ton/há) ($r = 0.23$, $P < 0.05$).

El número de granos/vaina arrojó tres correlaciones. estas fueron con la altura, con la longitud de la vaina y con el rendimiento del grano (ton/Há) ($r = 0.23$, $P < 0.05$).

El número de granos/ vaina arrojó tres correlaciones. estas fueron con la altura, con la longitud de la vaina y con el rendimiento del grano (ton/há) ($r=0.22$, $P < 0.05$).

La variable, número de vainas, no se correlacionó con ninguna de las demás variables.

El rendimiento de granos (ton/há) dependió del rendimiento por parcela con un coeficiente de correlación altamente significativo ($r= 0.47$) además de las ya mencionadas longitud de la vaina y número de granos/vaina.

Las variables que involucran la determinación de la biomasa (peso húmedo, peso seco y rendimiento del follaje (ton/ha)) se relacionaron con coeficientes de correlación altamente significativos (TABLA 5).

altas de acuerdo al peso del follaje, con un peso húmedo (2.2 kg), un peso seco (1.3 kg) y rendimiento de follaje (11 ton/há) y un buen rendimiento por parcelas (5.0 por parcela) y rendimiento de granos (1.3 ton/há).

Las líneas integrantes del primer grupo (**TABLA 7**), (T-I; T- A; T, T-K y T-C) conjugaron un buen rendimiento de granos (1.2 y 1.3 ton/há) y 1.22 ton/há constituyó la media del grupo, con un buen rendimiento del follaje (22 y 28 ton/há y 23.5 ton/há para la media del grupo), y el grupo II conformado por las líneas (T-J, T-N y T- E) conjugaron los más altos rendimientos por parcela (5.8; 5.6 y 5.5 kg para cada una respectivamente y 5.3 kg para la media del grupo) y rendimiento de granos (1.5 y 1.4 ton/há y 1.46 ton/há para la media del grupo).

Las Líneas T- M (Grupo IV) y T-H (Grupo V) actuaron como intermedias por presentar la primera buen rendimiento de granos (1.4 ton/há) pero deficiente rendimiento del follaje (11 ton/há) y con la segunda sucedió lo contrario (una cifra deficiente en rendimiento de granos de 0.9 ton/há el menor en la media por grupos, y buen comportamiento en rendimiento del follaje de 22 toneladas por hectárea.

Todos los coeficientes estadísticamente favorables (significativos ($p < 0.05$) y altamente significativos ($p < 0.01$) fueron de signo positivo lo que deja ver una dependencia directamente proporcional entre las variables correlacionadas.

La formación de tres componentes fue el resultado de la aplicación del procedimiento multivariado de "componentes principales" (Grau, 1994) que permitió la extracción de solo cinco de las nueve variables estudiadas para intervenir en la agrupación de cluster; estas variables (rendimiento del follaje, peso seco del follaje, peso húmedo del follaje, rendimiento de la parcela y rendimiento de granos) estuvieron fuertemente correlacionadas ($r = 0.89$; 0.85 ; 0.82 ; 0.42 ; y 0.32 para cada una respectivamente) con la primera componente que por sí sola explicó el 28.3% de la variación total; además de ser de las más influyentes a la hora de efectuar las recomendaciones por tratarse de las variables de rendimiento.

Jo et al. (1992) realizaron estudios con genotipo de Caupí y encontraron que también el rendimiento de granos contribuyó a la formación de la primera componente.

En la **FIGURA 9**, (DENDOGRAMA) se observa la formación de seis CLUSTER. La Variedad del grupo 6 (T-F) (**TABLA 6**) reflejó un buen comportamiento de manera global dentro de las variables con las cifras más

FIGURA 9. Variabilidad de los genotipos de Caupí (*Vigna unguiculata*)

Evaluados.

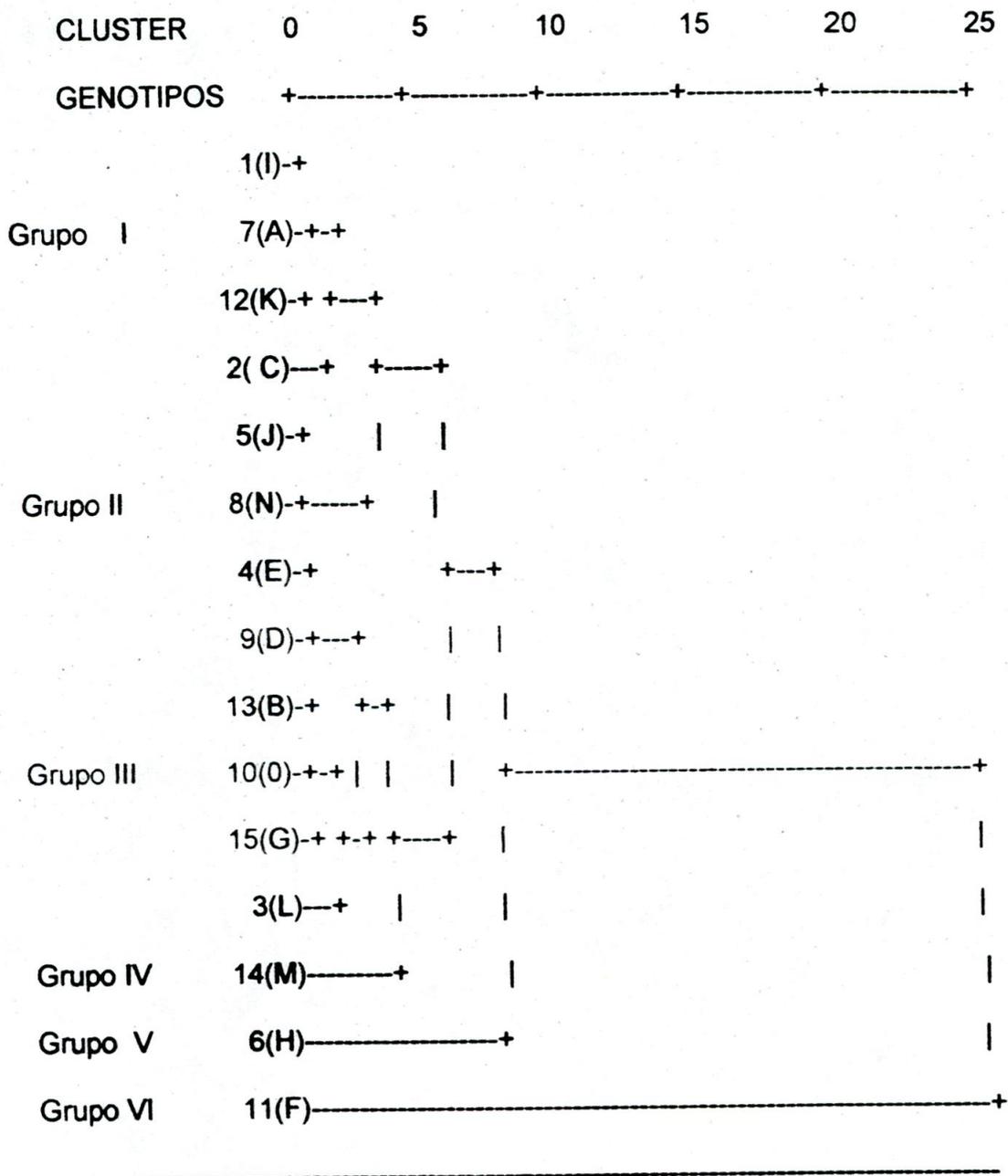


TABLA 6. Componentes principales y variables vectores estudiadas en los diferentes genotipos Caupí, 1997.

Primera componente $\lambda = 2.54$	Representa el 28.3 % de la Varianza Total
Segunda componente $\lambda = 2.16$	Representa el 24.0 % de la Varianza Total
Tercera Componente $\lambda = 1.22$	Representa el 13.6 % de la Varianza Total
Total	65.9 %

VARIABLES VECTORES	COMPONENTES (Coeficientes de correlación con las variables vectores)		
	Primera Componente $\lambda = 2.54$	Segunda Componente $\lambda = 2.16$	Tercera Componente $\lambda = 1.22$
Rendimiento del Follaje (Ton/ha)	0.89	-0.18	0.24
Peso seco del Follaje (Kg)	0.85	-0.15	0.16
Peso Húmedo del Follaje (Kg)	0.82	-0.22	0.01
Longitud de la Vaina (cm)	0.03	0.87	0.19
Número de granos por vaina	0.18	0.82	0.31
Altura de la Planta (cm)	0.02	0.47	-0.16
Rendimiento de la parcela (kg)	0.042	0.33	-0.57
Rendimiento del Grano (Ton/há)	0.32	0.44	-0.56
Número vainas por planta	-0.01	0.29	0.55

Tabla 7. Formación de cluster, variables y medias de las variables que contribuyeron a la formación de los clusters. 1997

Grupos/ Variables	Rendimiento Parcela (Kg)	Rendimiento de grano (t/ha)	Peso Húmedo (Kg)	Peso seco (Kg)	Rendimiento del follaje (t/ha)
GRUPO I					
Betanci (I)	4.6	1.2	1.5	0.8	22
ICA motilonia (A)	4.6	1.2	1.4	0.8	22
Línea 17 (K)	5.1	1.3	1.8	0.8	22
Línea 12(C)	4.6	1.2	1.9	1	28
Promedios	4.72	1.22	1.65	0.85	23.5
GRUPO II					
Línea 62 (J)	5.8	1.5	1.4	0.6	17
Línea 28 (N)	5.6	1.5	1.5	0.6	17
Línea 26 (E)	5.5	1.4	1.6	0.6	17
Promedios	5.63	1.46	1.5	0.6	17
GRUPO III					
Línea 59 (D)	4.5	1.2	1.2	0.5	12
Línea 23 (B)	4.5	1.2	1.4	0.4	11
Línea 63 (O)	4	1	1	0.4	11
Línea 36 (G)	3.5	0.9	1.2	0.4	11
Línea 35 (L)	4	1	1.6	1.6	17
Promedios	4.1	1.06	1.28	0.66	12.4
GRUPO IV					
Línea 22 (M)	5.5	1.4	1.2	0.4	11
Promedio	5.5	1.4	1.2	0.4	11
GRUPO V					
Calamari (H)	3.4	0.9	1.6	0.9	25
Promedio	3.4	0.9	1.6	0.9	25
GRUPO VI					
Línea 47 (F)	5	1.3	2.2	1.3	36
Promedio	5	1.3	2.2	1.3	36

De manera general los componentes del grupo III (T-D; T-B; T-O; T-G y T-L) reflejaron pobre rendimiento de la parcela (4.1 kg para la media general), cifras poco favorables en el rendimiento por grano (1.6 toneladas/há para la media general), en el peso húmedo (1.28 kg para la media general), peso seco (0.66 kg para la media general) y rendimiento del follaje (12.4 ton/há para la media).

Polo (1989), estudió la variabilidad de *P. Vulgaris* L. Aplicando diferentes métodos estadísticos multivariados para facilitar la selección de introducciones en programas de mejoramiento.

Otros autores (Iglesias, 1989 y Hernández, 1967) plantearon que los métodos de análisis multivariados (análisis de componentes principales y Cluster analysis) resultaron adecuados para la clasificación de variedades de tomate por su resistencia a *S. solani* Weber. y la clasificación de variedades mejoradas de soya, existiendo gran concordancia entre los resultados de ambos autores.

RENTABILIDAD

De acuerdo a los costos de producción (TABLA 8) para una hectárea de Caupí y según la producción en Ton/Há obtenida en los diferentes tratamientos estudiados, se establecieron rentabilidades netas entre 1.73% y 69.55% correspondiendo la menor para los tratamientos Línea 36 (T-G) y

TABLA 8. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CAUPI
(Vigna unguiculata (L) Walp) Primer semestre 1997.

Labores realizadas	No. de Labores	No. de jornales	Valor en Pesos
1. PREPARACION DE TIERRA			
Limpia			\$78.000.00
2. LABORES CULTURALES			
Siembra y Resiembra	2	2	13.440.00
Raleo	1	2	6.720.00
Manejo de malezas	3	3	10.080.00
Manejo de Riegos	6	6	20.160.00
Vigilancia	1	5	23.520.00
Cosecha	2	4	13.440.00
3. INSUMOS			
Semilla Mejorada	40kg		36.000.00
Insecticida	1Kg		18.480.00
3. GASTOS GENERALES			
Arriendo de la tierra			36.000.00
Derecho de agua			16.800.00
Asistencia técnica			12.000.00
Empaques			6.000.00
Transportes			8.450.00
Sub-total			299.090.00
Imprevistos 10%			29.909.00
TOTAL			\$328.999.00

TABLA 9. Rentabilidad en (%) de los distintos tratamientos del cultivo de Caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) en Los meses de julio a septiembre de 1997.

TRATAMIENTOS	COSTOS PRODUCCION (CT)	INGRESO BRUTO (IT)	INGRESO NETO	RENTABILIDAD (%)
ICA-motilonia (A)	328.999.00	446.260.8	117.261.8	35.64
ICA-Calamari (H)	328.999.00	446.260.	117.261.8	35.64
ICA Betanci (I)	328.999.00	482.279.2	153.280.2	46.58
Línea 23 (B)	328.999.00	446.260.8	117.261.8	35.64
Línea 12 (C)	328.999.00	446.260.8	117.261.8	35.64
Línea 59 (D)	328.999.00	446.260.8	117.261.8	35.64
Línea 26 (E)	328.999.00	519377.6	190378.6	57.86
Línea 47 (F)	328.999.00	482279.2	153280.2	46.58
Línea 36 (G)	328.999.00	334695.6	5696.6	1.73
Línea 62 (J)	328.999.00	557826	228827	69.55
Línea 17 (K)	328.999.00	482279.2	153280.2	46.58
Línea 65 (L)	328.999.00	371.884	42.885	13.03
Línea 22 (M)	328.999.00	519377.6	190378.6	57.86
Línea 28 (N)	328.999.00	557826	228817	69.55
Línea 63 (O)	328.999.00	371884	42.885	13.03

Línea ICA CALAMARI(T-H), mientras que las máximas rentabilidades las arrojaron las líneas 62 (T-J) y 28 (T-N) (Tabla 9). Cabe anotar que el promedio de rentabilidad establecida en este cultivo fue de 37.41%.

El análisis económico, en este trabajo se realizó con base en el valor total en pesos obtenidos por la cosecha de una hectárea, a la cual se le restaron los costos totales de producción para la misma área de Caupí sembrada.

Una vez discutidos los dos componentes relacionados con el proyecto, es decir, el componente suelo más el componente genético, se pasarán a discutir la integración de ambos y su importancia dentro del contexto de los modelos ecológicamente sostenibles.

Para el estudio de la agricultura y el desarrollo rural sostenible con el propósito de aumentar la producción alimentaria y conservar y rehabilitar la tierra, es importante tener en cuenta varios aspectos, entre los cuales ocupan un destacado lugar los temas relacionados con el mejoramiento de la productividad agrícola y la diversificación del empleo rural; Es así como deberían desarrollarse técnicas tales como la rotación de cultivos, la utilización de fertilizantes orgánicos y otras técnicas que entrañan la reducción del uso de productos químicos en la agricultura. Así mismo, se debe tener en cuenta la conservación y la utilización sostenible de los

recursos fitogenéticos para la agricultura lo cual se considera un recurso indispensable para hacer frente a las necesidades de alimentos que se presentarán en el futuro. Para ello se debe resaltar la importancia de fomentar igualmente mejores métodos de investigación y evaluación de recursos fitogenéticos para la agricultura.

En el presente trabajo se mostraron algunos aspectos que pueden servir de estímulo para fomentar el estudio y la investigación que contribuyan a la creación de modelos ecológicamente sostenibles en pro de una agricultura entonces más limpia y más conservadoras de los recursos naturales, por medio de una agricultura alternativa que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos, y manejo natural de plagas, mediante un diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías autosostenibles en el tiempo y en el espacio.

El desarrollo de este modelo se debe sustentar en un manejo ecológico del medio, sobre la base de la biodiversidad, un óptimo ciclaje de nutrientes y materia orgánica, flujos cerrados de energía, poblaciones balanceadas de insectos y un uso múltiple del suelo y del paisaje, teniendo en cuenta los sinergismos que ocurren al combinar cultivos, árboles y animales.

La implementación de la siembra del Caupí, permitió integración de procesos naturales en la producción: fijación biológica del nitrógeno por bacterias del

suelo, equilibrio entre insectos teniendo en cuenta el umbral económico y sus depredadores.

Así mismo, se redujo al máximo el empleo de fertilizantes químicos, productos fitosanitarios, pesticidas, combustibles, y todos estos indicadores ajenos a la explotación del cultivo, lo cual implica la combinación de los potenciales genéticos adaptados, en este caso líneas promisorias, con el ecosistema circundante, incrementando la eficiencia, la equidad y la viabilidad económica y social. Logrando así una producción sana de alimentos, sin agredir el medio ambiente, con preservación de los recursos naturales.

Alrededor de estos temas existen muchas tendencias, términos y definiciones, sin embargo, es imprescindible señalar que los conceptos de agricultura sostenible o agricultura alternativa, coinciden en lo esencial con los expuestos en el presente trabajo; pero contemplan además, la aceptación social y la duración temporal de los sistemas (concepto dinámico).

5. CONCLUSIONES

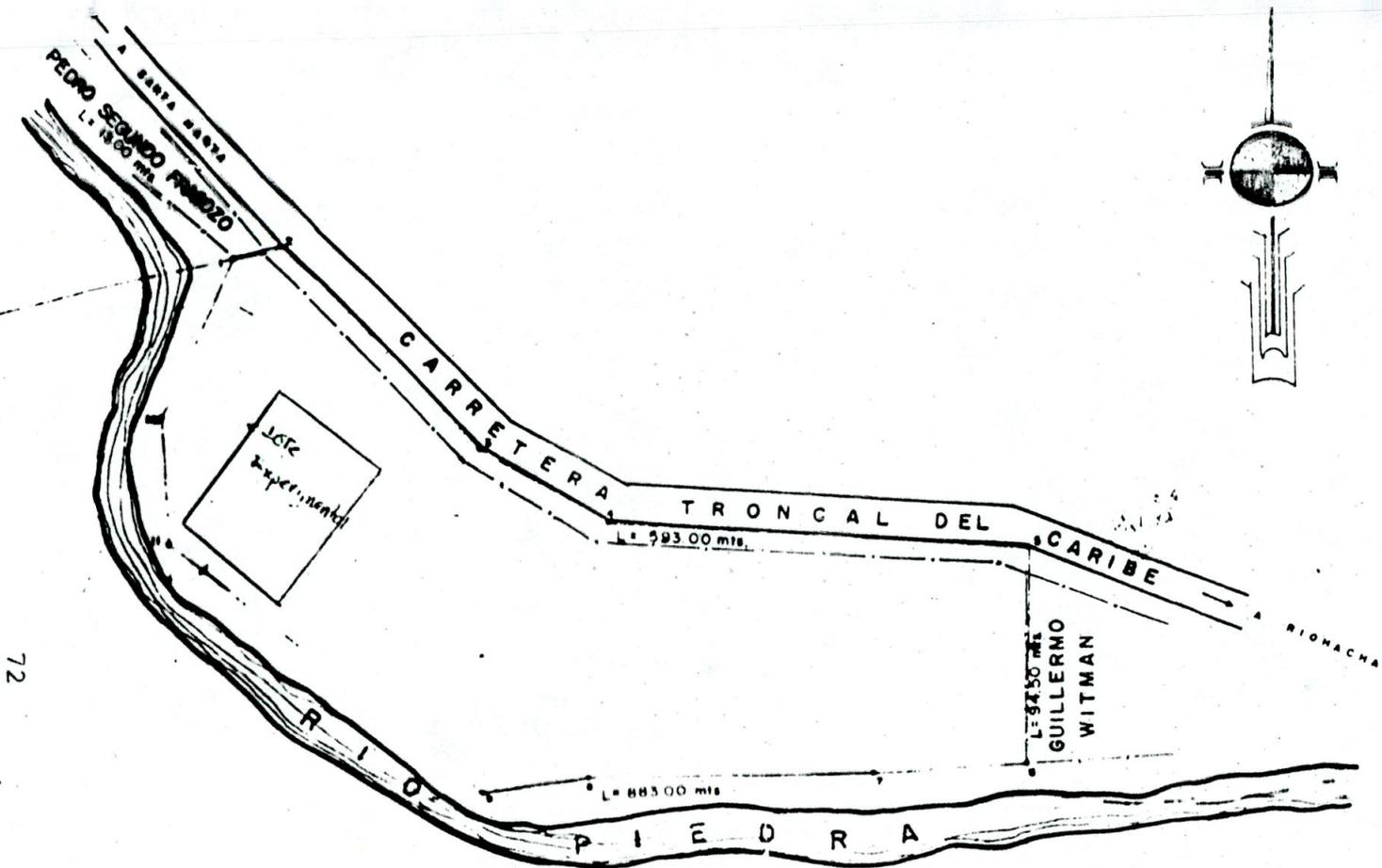
- La implementación del modelo de conversión de fincas o predios agrícolas, puede hacerse, así como se planteó en el presente trabajo, aunque esta transformación debe ser gradual, a través de dos vías: La conversión horizontal del predio agrícola, en orgánico y seguir incrementando sucesivamente esta área; y, una conversión vertical en la que se comience a reducir gradualmente el uso de agroquímicos en toda el área a la vez que se vayan introduciendo alternativas ecológicamente orgánicas.
- Para el presente trabajo, la implementación del Caupí, fue favorable pues mejoró el contenido de materia orgánica a los suelos. la cual se encontraba en 2.5% en el mes de mayo de 1997, una vez se recolectó el cultivo ya había ascendido a 7.1%, después de incorporado y una vez iniciada la descomposición del material, se encontró en 7.29% y al tomar la última muestra en diciembre de ese mismo año se encontraba en 8.17%; lo cual resultó importante.
- La no utilización de productos químicos tales como fertilizantes, herbicidas, entre otros, es beneficioso para el ecosistema en general, y

además es un alivio para la economía campesina ya que con ello se reduce los costos de inversión y se obtiene más ganancia.

- En un proceso de mejoramiento de variedades en el Cauquí (*Vigna unguiculata* L) Walp. Podrían utilizarse líneas sobresalientes de los grupos II (J-62, N-28 y E-26) por tener un buen promedio de grupo el cual se encontró en 5.63 kg para rendimiento por parcela, rendimiento de grano 1,46 toneladas por hectárea, y un rendimiento de follaje promedio de 17 ton/há, lo cual es importante al incorporarse al suelo. El grupo IV (M-22) con 5.5 kg por parcela, 1.06 ton/há de rendimiento en grano y un rendimiento del follaje de 11 kg/há, es favorable por su rendimiento en grano, más no resulta muy útil para ser incorporado al suelo como abono verde, el grupo VI (F-47) se considera óptimo pues presenta un buen rendimiento en grano(1.3 ton/há) y en parcela (5 kg), pero además resultó ser la línea que incorpora más follaje al suelo con 36 Tton/há. Estas líneas pueden ser tomadas en cuenta, si se desea realizar un proceso de selección masal o individual, teniendo en cuenta los parámetros establecidos de rendimiento.
- Los resultados encontrados en los ecosistemas de la finca La Vequita, pueden ser proyectados a otras localidades del las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, teniendo en cuenta la situación de los suelos y la implementación de líneas previamente seleccionadas.

ANEXOS

ANEXO I. Localización Geografica finca "La Veguita"
1997.



FINCA		
"GRANJA LA VEGUITA"		
Prop.: NELSON CORTINA TOVAR		
Ubicación: VEREDA LA ESMERALDA — MPIO. SANTA MARTA—MAGD.		
Lev. y Cata.	AREA	
MANUEL QUINTERO.	5 Has. 8.000 mts²	
Dibujo:	Escala:	Fecha:
JULIO BARRION O.	1 : 2.500	JUNIO — 90

ANEXO ³/₂. DISTRIBUCION DE PARCELAS EN EL CAMPO

B	M	C	F	E	N	G	O	I	L	A	J	K	D	H
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

A	D	H	J	G	L	M	C	B	N	K	I	E	F	O
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

E	G	K	B	C	O	F	I	M	H	L	A	N	J	D
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

I	C	L	E	J	H	A	N	D	O	F	K	B	M	G
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

—|—|—|

1.2 1.2

Anexo 3. Semillas de Caupí organizadas para la siembra y dispuestas en tratamientos. 1997.



Anexo 4. Siembra de Caupí en la Finca La Veguita. 1997



Anexo 5. Germinación de plantas de Caupí dispuestas en tratamientos con sus repeticiones. 1997.



Anexo 6. Iniciación de la floración de las plantas de Caupí en el ensayo.
1997



Anexos 7. Toma de los parametros estudiados (altura) de las plantas de Caupí para el presente ensayo. 1997.



Anexo 3. Recolección de las muestras en el campo para la toma de información. 1997.



BIBLIOGRAFIA

AARON, Juan y RICO, Misael. Evaluación de cinco materiales genéticos de frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.), en la región de Santa Marta. Tesis de grado (Ing. Agrónomo). Universidad del Magdalena. 1993. 75p.

BELALKAZAR, Silvio. El Cultivo del Plátano en el trópico. Manual de Asistencia Técnica No. 50. Federación Nacional de Cafeteros. Instituto Colombiano Agropecuario. 1991.

BROADBENT, F.E.. Organic matter. In: Sleffend A. Ed. The Yearbook of agriculture. Washintong D.C. U.S.D.A.U.S. Govt printing office. 1987. En: Los Suelos y su Fertilidad. Instituto Colombiano Agropecuario. 1986.

CAMPO REDONDO, Yovanys. E. y VARGAS HERNANDEZ, Luis Armando. Comportamiento Agronómico de seis variedades de frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.). En la zona de Santa Marta. Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería Agronómica. Santa Marta 1988. P.1-74. IL Tesis (Ing. Agrónomo). Universidad del Magdalena.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. El Potencial del frijol y otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Cali (Colombia). En el Centro 1975. p.270. Citado por CAMPO REDONDO, Yovanys y VARGAS HERNANDEZ, Luis Armando.

CERVANTES, O. Relaciones entre pH, Aluminio y Materia Orgánica en algunos suelos de Colombia. Revista I.C.A. 1980.

CLARK. F.E. Living organisms in the soil. In: Stefferud, A. ed. Soil. The yearbook of agriculture. Washington D.C, US.D.A. U.S. Govt printing office, 1957. P.p. 157 – 165.

CONFERENCIA SOBRE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. Colombia, Informe nacional para la CNUMAD. 1992. Publicación de la comisión nacional preparatoria de CNUMAD.1992.

DOBEREINER, J. Potential for nitrogen fixation in tropical legumes an grasses. P.13-24. En: DOBEREINER, J. Et all. Limitations and Potential for biological nitrogen fixation in the tropics. New York: Plenum Press 1978; 398 p.



FAO. La Diversidad de la naturaleza, un patrimonio valioso. Día Mundial de la Alimentación. Folleto informativo. 1993.

FERNANDEZ, M.S. Effects of supplemental nitrogen on nodulation, assimilation os nitrogen growth and seed yield of *Phaseolus vulgaris* and *Vignsa unguiculata*. En: GRAHAM, P.H. and HARRIS, S.C.. Biological nitrogen fixaztion techonology for tropical agriculture. Cali. CIAT, 1981. 796.p.

FERY, R.L. Introduction: Cowpea production utilitation and improvement En: Ng, N.Q. and MONTI, L.M. Cowpea genetic resources. Ibadan. Nigeria IITA, 1990. P.1-6.

GUZMAN Y HERNANDEZ. Gestión medioambiental de Desarrollo Rural en la Sostenibilidad como vía alternmativa en la producción agropecuaria. INIFA, Cuba. Agosto de 1996.

GRAU, R. Conferencia del paquete estadístico SPSS/PC(+). Capítulo 11.— UCLV: Maestría de Computación, 1994.

HERNANDEZ ALBA. Abonos Verdes: Anotaciones sobre leguminosas cultivadas en el Tolima. Bogotá 1987. P.561-563. Citado por AGUIRRE ESCOBAR, A. Evaluación de 35 variedades de Cawpea (*Vigna sinenesis* L/ End) bajo las condiciones de la estación experimental agrícola "Sabana

Grande' Guatemala 1967. 40 p. Tesis (Ingeniero agrónomo) Universidad Autónoma de San Carlos. Facultad de Agronomía.

IGLESIAS, L Estudio de la variabilidad morfoagronómica y bioquímica en soya (*Glicine max L*) Merrill. Tesis de candidatura, INCA, La Habana, 1989.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Monografía del departamento del Magdalena. Bogotá 1973. p.162.

JO, MARIA, G.; R., HERNANDEZ, G.; HERNANDEZ, H., DIAS, C. Aplicación del análisis multivariado en el estudio de la diversidad genética del frijol (*Phaseolus vulgaris. L.*) Centro Agrícola, Año 19, No. 2-3, 1992.

KAY, D.E. Legumbres Alimenticias. Zaragoza: Acribia 1979; p.101-127.

KONOVA. M.M. The Biochemistry of humus formations and some problems of plant nutrition soil fertilizer. 1985. En: Los suelos y su Fertilidad. I.C.A. BOGOTÁ 1986.

LORA, R. y RIVEROS, G. Problemas Fisiológicos de plantas en suelos ácidos. Suelos Ecuatoriales (Colombia) 3:24-42. 1981.

MARDIA, K.V.; J., T., KENT and J., M., BIBBY. *Multivariate analysis*. New York: Academic press, 1979. P.333-356.

MUGHOGHO, S.K. The effects of fertilizer nitrogen on the yield of Cowpeas and subsequent crops of maize. P. 297-301. In: GRAHAM.P.H.et all. Bolological nitrogen fixation technology for agriculture tropical. Cali:CIAT. 1981.796p.

MUNEVAR, M. Fernando. Some factors affectingg the mineralization of organic matter in volcanic ash soils. Thesis Mg. Sci. Raleigh. North Carolina state University. En: Los Suelos y su Fertilidad. I.C.A. Bogotá 1986.325p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURAY LA ALIMENTACION. La fijación del nitrógeno en la explotación de suelos. En: Boletín de suelos de la FAO. Roma No. 49. 1985 p.10-44.

OROZCO, P.H. Elementos biotecnológicos en la recuperación de suelos de zonas semiáridas. P.1-22. En : GOMEZ, F.E. Estrategias biotecnológicas en la recuperación de suelos de laderas de zonas semiáridas. Medellín: Sociedad Colombiana de la Ciencia del suelo comité regional de Antioquia. 1992.187 p.

OSTLE, B. Bioestadística aplicada. Ed. Científico técnica 1984 p.251.

PEOPLES, M.B. Nitrogen fixation by legumes in tropical and subtropical agriculture. En: Advances in Agronomy. Vol. 44. 1990. P. 155-217.

POLO MONTES, A. Estudios de las características agrobotánicas de 19 tipos brasileños de Caupí (*Vigna unguiculata* L/ Walp.) Montería 1985. 108p. Tesis (Ingeniero agrónomo) Universidad de Córdoba. Citados por BASTIDAS, O.M. Y OSPINA, J.A. El Caupí *Vigna unguiculata* L/ Walp) Medellín Colombia. 1989. 71p.

RANDOLPH, R.H. Technology assessment of biological nitrogen fixation. p 665-673. In: GRAHAM et all. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Cali. CIAT. 1989. 795 p.

RAHEJA. P.C. Organis matter and carbon, nitrogen relation hips. In: Soil productivityand crop growth. New York. 1986.

RODRIGUEZ, J.M. Fertilización de la rotación de papa y avena en suelos volcánicos. Revista I.C.A. 7:305-328. 1979.

SING,S.R. Cowpea research production and utilization. Ibadan. Nigeria. IITA. 1985. 459. P.

SOKAL SEATH. L'étude de la variabilite chez le *Hanicot comunun* (*P. vulgaris* L) per l' utilization de methodes stadistiques multivarariées appliquées a une banque de données. Faculté des Sciences Agronomiques de l' Etat. 269p, 1986.

SMARTT, J. The old world pulses: Vigna species In:-----Grain Legumes: evolution and genetic resources. Cambridge University. 1990. P.140-175.

STEVENSON, F.J. Organic matter reaction involving herbicides in soil quality 1982. En: Los Suelos y su fertilidad. I.C.A. Bogotá 1986.

STEELE, W.M. Cowpeas in evolution of crops plants. London, N.W, Simonds, 1976. p.183-185. Citado por SMARTT, J. Grain legumes: evolution and genetic resources. Cambridge University. 1990. P. 140-175.

