

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO RADICULAR DE LA
PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq.), SEGÚN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y DE COBERTURA
CON KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides* L.)**

**LUIS CARLOS MARENCO SIERRA
DALBER ZAMBRANO FERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2001

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO RADICULAR DE LA
PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis*. Jacq), SEGÚN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y DE COBERTURA
CON KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides* L.)**

**LUIS CARLOS MARENCO SIERRA
DALBER ZAMBRANO FERNÁNDEZ**

**Memoria de grado presentada como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero Agrónomo**

**Director
EFRAIN ULLOA GUETTE
I. A.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2001

**LOS JURADOS EXAMINADORES DE ESTE TRABAJO NO SE
HACEN RESPONSABLES DE LOS CONCEPTOS EMITIDOS POR
LOS AUTORES**

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Santa Marta, Diciembre de 2001

DEDICATORIA

Con todo cariño esta tesis está dedicada a:

Dios, Nuestro Señor, quién siempre ha caminado a mi lado compartiendo mis alegrías y dándome fuerzas para superar mis tristezas y frustraciones.

Mis padres, Luis Marengo Pérez y Marelvis Sierra, quienes con su ejemplo y afecto me apoyaron y estimularon día a día para que este sueño de ser un profesional se hiciera realidad.

Mis hermanos, Lilibeth, Angélica, Leonardo y Livinton, quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera y con orgullo entrego el fruto de mi dedicación y esmero.

Mis abuelos, Luis Marengo, Faride, Virginia, Manuel, tíos y demás familiares

La familia Medina Barrios.

Mis compañeros de estudios Berthina, Liliana, Rodolfo, Gustavo, Carlos Velásquez, Ali, Jhair, José Cuevas, Shirley, Roberto, Fernando, Jairo, Edwin Barranco, Berce, Mabys, Rafael, Javier, Carlos García, Somerson, Jheider, Yamith, José Peñalosa y Aleida, que en cada momento estuvimos juntos.

Mis amigos, David, Nilson, Mario, Adalberto, Neko, Calet, Papito, Clay, Cesar, Carlos, José, Deivy, Guillermo, Alain, Haroldo.

Y todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este éxito.

LUIS CARLOS

DEDICATORIA

En forma especial este trabajo esta dedicado a :

Dios Padre Todopoderoso, quién me dio la oportunidad de estar en este mundo, y me ha acompañado en los momentos más especiales de mi vida.

Mi Señora Madre Gladys Fernández, quién me enseñó la lucha y tenacidad diaria para salir adelante, quién me brindó su amor y apoyo incondicional en todo momento.

Mis hermanas Kira y Lucía, por su amor y alegría que irradian a diario y dan sabor a mi vida.

Mi señor padre, quién siempre ha estado conmigo en la distancia.

Guillermo García, quién pacientemente me acompañó en todos mis inicios.

Mi hermano Ángel Rafael, a quién admiro y respeto por su gran corazón.

Mis primos Saúl, Donaldo, José David con quienes comparto mis alegrías y preocupaciones, y me apoyan en todo momento.

Mi novia Johana, por enseñarme lo que es ser noble, y darme su apoyo incondicional

Mis tíos Vicente Zambrano, por ser un buen consejero y amigo, Edinson Troncoso, por su apoyo y ayuda en todo momento, Fernando y Miguel Fernández, quienes además de ser especiales conmigo, me contagian con su alegría.

A la familia Espitia Serna, en Barranquilla de quienes estaré siempre agradecido.

A mis amigos y compañeros de la Universidad del Magdalena, con quienes compartí un momento especial de mi vida, y ayudaron a la realización de este objetivo, en especial: Rodolfo, Gustavo, Carlos Velásquez, Carlos García, Somerson, Shirley, Jheider, Bercelio, Mabis, José Cuevas, José Peñalosa, Liliana, Edwin, Jorge, Rafael, Javier, Jairo, Roberto, Fernando, Alí, Yamith y Jhair .

DALBER

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de investigación expresan sus mas sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades por la colaboración prestada para la realización de dicho trabajo.

Efraín Ulloa Guette I.A. Director de la Memoria de grado.

Jorge Aragón Tinoco I.A. Jurado del presente trabajo.

Reynaldo Lobato I.A. Jurado del presente trabajo.

Eliécer Canchano I.A. Especialista en suelos

Rafael Bonilla I.A. Estadístico

Giovanni Guerrero I.A.

Betty Patiño Administradora de Empresa

Anselmo Marin I.A. Decano de la Facultad

Alejandro Andrade I.A.

Adis Quintana

Luis Cabrales I.A. M.Sc. Fitopatología.

Nelly Cantillo de Russo

José Campo Robles

Luz Yeneris Naranjo

Oscar Ortiz Asistente del laboratorio de suelos

Mayra Hernández

Al cuerpo de docentes de la Universidad del Magdalena, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, por el aporte a la formación profesional y académica.

Universidad del Magdalena.

Plantación Maria Luisa y su cuerpo de colaboradores.

A todas aquellas personas y entidades que de una u otra forma, contribuyeron al feliz término de esta investigación.

IA
00507



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 DESCRIPCIÓN DE ÁREA	10
2.1.1 Localización y característica general del área	10
2.2 SELECCIÓN DE LOS LOTES DE ESTUDIO	10
2.3 TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO	13
2.3.1 Toma de muestras de raíces	13
2.3.2 Toma de suelo para los análisis físicos y químicos	16
2.3.2.1 Conductividad Hidráulica	16
2.3.2.2 Densidad Aparente	23
2.3.2.3 Densidad Real	24
2.3.2.4 Porosidad Total	24
2.3.2.5 Macroporosidad (M %)	25
2.3.2.6 Consistencia	26
2.3.2.7 Compactación	31
3. RESULTADOS	32
3.1 RAÍCES PRIMARIAS	32
3.2 RAÍCES SECUNDARIAS	41
3.3 RAÍCES TERCIARIAS-CUATERNARIAS	48

3.3.1	Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias cuaternarias, entre los lotes que presentan kudzú como cobertura vegetal y lote sin este tipo de cobertura vegetal.	61
3.3.1.1	Lote 1-A (con kudzú) y lote 7 (sin kudzú).	61
3.3.1.2	Lote 6A (sin kudzú) y lote 6B (con kudzú).	63
3.4	DETERMINACIÓN Y PROPIEDADES FÍSICAS.	65
3.4.1	Características físicas del lote 1-A con kudzú.	65
3.4.2	Características físicas del lote 7 sin kudzú.	66
3.4.3	Características físicas del lote 6A con kudzú..	68
3.4.4	Características físicas del lote 6B sin kudzú	69
3.5	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICA	74
4.	DISCUSIÓN	75
5.	CONCLUSIÓN	82
	BIBLIOGRAFÍA	84
	ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Lote con kudzú como cobertura vegetal.	11
Figura 2. Lote sin kudzú.	12
Figura 3. Zona de calle de cosecha.	14
Figura 4. Zona de palera	15
Figura 5. Raíces primarias	17
Figura 6. Raíces secundarias	18
Figura 7. Raíces terciarias-cuaternarias	19
Figura 8. Esquema del infiltrómetro de altura constante	21
Figura 9. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 1-A con kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	36
Figura 10. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 1-A con kudzú halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	36
Figura 11. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 7 sin kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	37

Figura 12. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 7 sin kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	37
Figura 13. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6 B sin kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	38
Figura 14. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6B sin kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	38
Figura 15. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 6 A con kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	40
Figura 16. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 6 A con kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	40
Figura 17. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 1-A con kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	43
Figura 18. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 1-A con kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	43
Figura 19. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 7 sin kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	45

Figura 20. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 7 sin kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	45
Figura 21. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 6B sin kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	46
Figura 22. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 6B sin kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	46
Figura 23. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 6A con kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.	47
Figura 24. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en las palmas del lote 6A con kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.	47
Figura 25. Curva de conductividad hidráulica para el lote 1-A con kudzú.	72
Figura 26. Curva de conductividad hidráulica para el lote 7 sin kudzú.	72
Figura 27. Curva de conductividad hidráulica para el lote 6A con kudzú.	73
Figura 28. Curva de conductividad hidráulica para el lote 6B sin kudzú.	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Conductividad hidráulica y valores asociados de permeabilidad, según Mazurak.	22
Tabla 2. Consistencia en suelo seco.	28
Tabla 3. Consistencia en suelo húmedo.	29
Tabla 4. Consistencia en suelo mojado.	30
Tabla 5. Relación entre la densidad aparente y porosidad total del suelo.	31
Tabla 6. Promedio de peso seco (gr) de raíces primarias halladas en las palmas de los lotes de estudio, en los sitios de muestreo con sus respectivas distancias en metros.	33
Tabla 7. Promedio de peso seco (gr) de raíces secundarias halladas en las palmas de los lotes de estudio, en los sitios de muestreo con sus respectivas distancias en metros.	42
Tabla 8. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de cosecha, en el lote 1-A con kudzú.	50
Tabla 9. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de palera, en el lote 1-A con kudzú.	50

Tabla 10. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), entre la línea de palera y la línea de cosecha con sus respectivas distancias, en el lote 1-A con kudzú.	51
Tabla 11. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de cosecha, en el lote 7 sin kudzú.	52
Tabla 12. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de palera, en el lote 7 sin kudzú.	53
Tabla 13. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), entre la línea de palera y la línea de cosecha con sus respectivas distancias, en el lote 7 sin kudzú.	54
Tabla 14. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de cosecha , en el lote 6B sin kudzú.	55
Tabla 15. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de palera, en el lote 6A con kudzú.	56
Tabla 16. Análisis comparativo del cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), entre la línea de palera y la línea de cosecha con sus respectivas distancias, en el lote 6A con kudzú.	57
Tabla 17. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de cosecha, en el lote 6 sin kudzú.	58

Tabla 18. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr) del lado de la línea de palera, en el lote 6B sin kudzú.	59
Tabla 19. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), entre la línea de palera y la línea de cosecha con sus respectivas distancias, en el lote 6 sin kudzú.	60
Tabla 20. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), en la línea de cosecha con sus respectivas distancias, en el lote 1-A con kudzú.	62
Tabla 21. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), en la línea de palera con sus respectivas distancias, entre el lote 1-A con kudzú y el lote 7 sin kudzú.	62
Tabla 22. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), en la línea de cosecha con sus respectivas distancias, entre el lote 6A con kudzú y el lote 6B sin kudzú.	64
Tabla 23. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias – cuaternarias, determinado en peso seco (gr), en la línea de palera con sus respectivas distancias, entre el lote 6 con kudzú y el lote 6 sin kudzú.	64
Tabla 24. Composición granulométrica de los lotes de estudio.	70
Tabla 25. Propiedades físicas de los lotes de estudio.	71
Tabla 26. Análisis químico de los lotes de estudio.	74

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado de la línea de cosecha, en las tres distancias evaluadas en el lote 1-A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena. 89
- Anexo B.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 1-A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena. 90
- Anexo C.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado de la línea de cosecha, en las tres distancias evaluadas en el lote 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena. 91
- Anexo D.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena. 92
- Anexo E.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha en las tres distancias, evaluadas en el lote 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena. 93

- Anexo F.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 6A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 94
- Anexo G.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha en las tres distancias, evaluadas en el lote 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 95
- Anexo H.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 96
- Anexo I.** Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias–cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en los lotes 6B sin kudzú y 6A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 97
- Anexo J.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a dos metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 6A con kudzú y 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 98
- Anexo K.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a tres metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 6A con kudzú y 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 99

- Anexo L.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a un metro de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 6A con kudzú y 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 100
- Anexo M.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a dos metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 6A con kudzú y 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 101
- Anexo N.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a tres metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 6A con kudzú y 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 102
- Anexo O.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a un metro de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 103
- Anexo P.** Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a dos metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lote 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 104

Anexo Q. Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a tres metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 105

Anexo R. Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a un metro de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 106

Anexo S. Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a dos metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 107

Anexo T. Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a tres metros de distancia, a partir de la base del estipe, evaluadas en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa Zona Bananera del Magdalena 108

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la plantación Maria Luisa, ubicada en el corregimiento de Orihueca, municipio de la Zona Bananera Departamento del Magdalena.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que tienen las condiciones físicas del suelo y el uso del kudzú (*Pueraria phaseoloides* L.), como cobertura vegetal sobre el desarrollo radicular de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq).

Se determinó el peso seco de las raíces primarias, secundarias y terciarias – cuaternarias, contenidas en un volumen constante de muestra (suelo + raíces), los sitios de muestreo fueron la calle de cosecha y la zona de palera, a tres distancias: de uno, dos y tres metros a partir de la base del estipe, además se evaluaron propiedades físicas de los lotes como: textura, Da, Dr, porosidad total, conductividad hidráulica, consistencia, entre otras.

La toma de muestra se realizó en cuatro lotes dividido así: dos lotes de siembra 1983, uno con kudzú como cobertura vegetal, y otro sin kudzú, dos lotes de siembra 1985, con y sin kudzú. Todos los lotes presentaban el mismo material genético TENERA Costa Rica.

Los resultados indican que los contenidos de raíces primarias y secundarias son muy variados en las palmas, no hay homogeneidad en este aspecto, tanto en la calle de cosecha como zona de palera, y los promedios no indican claramente como esta situación puede estar relacionada con el uso o no del kudzú como cobertura vegetal.

Por su parte el grupo de raíces terciarias-cuaternarias muestran homogeneidad dentro de cada grupo de palmas muestreadas, y su contenido en las palmas indica que la presencia de kudzú, favorece el desarrollo de este tipo de raíces.

Además el desarrollo de estas de raíces terciarias - cuaternarias en las palmas, se halla afectado por las labores de cosecha, ya que en las distancias de dos y tres metros a partir de la base del estipe, en la calle de cosecha, los contenidos de estas son muy bajos, siendo en esta zona, donde se produce el paso de los obreros durante la cosecha y de la maquinaria utilizada para el transporte del

fruto, lo cual ha producido la compactación del suelo en este sitio, como lo demuestran los altos valores de densidad aparente (1.6 gr./cc.) y la baja permeabilidad aquí encontrada.

En la zona de palera, los contenidos de este grupo de raíces terciarias cuaternarias en las palmas, presentan poca diferencia entre las tres distancias evaluadas, su contenido en las distancias de dos y tres metros a partir de la base del estipe, es mayor comparado con el hallado del lado de la calle de cosecha en estas mismas distancias.

Las palmas, no presentan diferencia significativa en su contenido de raíces terciarias – cuaternarias a la distancia de un metro, a partir de la base del estipe, hallándose contenidos muy similares en la zona de palera y calle de cosecha.

Los lotes con kudzú, presentan mejores contenidos de nutrientes que aquellos que no presentan kudzú, en especial de Boro y Potasio.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis jacq*), ha adquirido gran importancia económica, y cada vez su participación en el suministro de grasas y aceites es mayor, contribuyendo así en una forma sustancial a una reducción en las necesidades de importar aceite, y en la generación de empleos en las zonas agrícolas donde se cultiva esta oleaginosa.

En Colombia existen cuatro zonas palmeras claramente definidas, que se hallan distribuidas a lo largo y ancho de la geografía nacional, lo que sugiere diferencias en las condiciones físicas y químicas de los suelos, ambientales y climáticas, lo cual incide mucho en la presencia de algunas plagas y enfermedades, rendimiento expresada en ton/Ha, y obviamente en el manejo cultural y agronómico, que se le da al cultivo en cada una de ellas.

En lo que a condiciones físicas del suelo se refiere, es bien sabido la importancia de estas para que las plantas tengan un buen crecimiento y

anclaje, además de una buena producción. La palma de aceite necesita de suelos que presenten una buena textura y estructura, que permitan su exploración por parte de las raíces, además de una buena porosidad que facilite la circulación del agua a través del suelo, y por consiguiente una buena aireación en el mismo.

Debido a actividades inherentes al cultivo, en especial la cosecha, la cual se hace regularmente, los suelos se van compactando debido especialmente al pisoteo por parte de los animales de carga, y de la maquinaria utilizada para el transporte de la fruta.

Una de las áreas más compactadas es la zona del plato debido al fuerte impacto que producen los racimos una vez se cortan; a mayor altura de la palma y más pesado es el racimo, mayor impacto, en el suelo, más compactación se genera.

Por otro lado, en palma aceitera, se utiliza como cobertura vegetal el kudzú (***Pueraria phaseoloides* L**) con el propósito de favorecer la incorporación de Nitrógeno y Materia Orgánica al suelo y además evitar la erosión hídrica y

controlar parcial o totalmente las malezas gramíneas, entre otras.

Pero hay que tener en cuenta, que el establecimiento de esta cobertura, implica un costo adicional, debido a que en palma nueva, especialmente invade la zona de plateo lo que dificulta las labores de poda, cosecha, fertilización, y las labores de monitoreo de **Strategus aleoides**. En casos extremos, cuando logra treparse por las hojas bajas, “arropa” la planta produciendo en ella, malformaciones retraso en el crecimiento, de ahí la necesidad de hacer podas periódicas de observación, para evitar que las situaciones antes descritas se presenten.

El aporte de materia orgánica al suelo, la cual puede modificar la textura o la granulometría del mismo, y el sistema radicular pivotante del kudzú (**P. phaseoloides L.**), que se considera, que trabaja como subsolador biológico, junto con las condiciones físicas de los suelos palmeros (textura, porosidad, densidad real aparente etc.), pueden estar jugando un papel importante en el desarrollo radicular de la palma de aceite, que en determinado momento le puede impedir a esta palma aceitera expresar su máximo potencial productivo, lo cual iría en detrimento de la economía del agricultor, haciendo que este cultivo deje de ser atractivo, lo que alejaría a potenciales inversionista

acabando de una vez, con el propósito de ampliar el área de siembra de esta oleaginosa.

Las anteriores consideraciones deben ser valoradas a fin de despejar las dudas que existen alrededor de este tema para lo cual se planteó el siguiente trabajo in-titulado, “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO RADICULAR DE LA PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq) SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y DE COBERTURA CON KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides* L) ”.

1. ANTECEDENTES

Para el buen desarrollo radicular, es necesario que el suelo presente óptimas condiciones que le permitan a la planta explorarlo, a través del crecimiento de sus diferentes raíces. Estas condiciones incluyen entre otras, un buen contenido de nutrientes y de humedad, claro está que las propiedades físicas del suelo también desempeñan un papel importante. La textura en este caso es muy influyente, pues suelos muy pesados impiden un buen desarrollo radicular contrario a lo que sucede en suelos livianos. (3)

El espacio poroso es muy importante en el movimiento del agua a través del suelo, y facilita la aireación de este; lo cual es favorable para un buen desarrollo de raíces encargadas de la absorción de los nutrientes. Cuando el suelo presenta capas muy duras como hard pan o clay pan, o poca profundidad efectiva, las raíces de las plantas tienen dificultades para penetrar a mayor profundidad (7).

El cultivo de la palma de aceite exige que el suelo escogido para realizar la siembra presente buenas condiciones de drenaje, aireación y otras más, pues, este es un tipo de agricultura intensiva donde a diario las palmas están extrayendo grandes contenidos de nutrientes del suelo especialmente potasio; así que las actividades agronómicas como fertilización deben estar dirigidos a mantener un equilibrio entre los nutrientes que se hayan en el suelo y los tomados por las palmas (4).

En cultivos que llevan muchos años de haber sido establecidos, las condiciones físicas del suelo van cambiando; esto, debido a muchos factores entre los que se pueden citar: las practicas agronómicas como la cosecha, el riego, la incorporación de materia orgánica y también el efecto que tenga el pisoteo por parte de animales de carga y personas en sus labores dentro de este. (6).

La palma de aceite no tolera suelos impermeables, niveles freáticos altos por mucho tiempo, pero parece ser tolerante en su hábitat natural y en suelos arcillosos y limosos a mantos freáticos fluctuantes y al agua en movimiento dentro de estos suelos (6).

Uno de los problemas de carácter físico que con mayor frecuencia se observa en los suelos donde se cultiva palma de aceite en Colombia es la compactación, la cual se presenta en forma localizada o generalizada dentro de las plantaciones. En las cuatro zonas productoras se ha observado con mucha frecuencia compactación del suelo en los platos lo cual generalmente se atribuye a los efectos de la libre exposición del suelo, la presión ejercida por la caída de los racimos cosechados y el pisoteo de los operarios en su labor de cosecha. (11).

Se plantea que la compactación del suelo en los platos puede limitar la efectividad de la fertilización, porque no se dan las condiciones necesarias para su incorporación en el suelo y hay una alta probabilidad de que se pierda por escorrentía (13).

Según estudios experimentales, se consideran aptos para el cultivo de la palma de aceite suelos con un nivel freático de 40 cms. Igualmente, los mismos estudios indican que suelos muy firmes y sin estructura no son aptos para el cultivo. Índices de acidez (pH) menores de 3.2, suelos de textura franco arenosa y de permeabilidad muy rápidas o muy lentas tampoco se consideran aptos para el cultivo (15).

En el cultivo de palma de aceite es común el uso de las coberturas vegetales para la protección del suelo, además de la incorporación de Nitrógeno. Las leguminosas son las más utilizadas en esta labor destacándose el uso del Kudzú el cual está muy generalizado en la mayoría de las plantaciones palmeras colombianas. (14).

Durante el período de inmadurez, las leguminosas fijan grandes cantidades de nutrientes, especialmente de Nitrógeno de la atmósfera y lo devuelven al suelo, por medio de la descomposición de los desechos. La acumulación de desechos foliares comienza unos seis meses después del establecimiento de la leguminosa. Los retornos de Nitrógeno en el primer año de desarrollo son relativamente bajos, pero a partir del segundo año se liberan grandes cantidades de este elemento, se ha estimado que durante este período se liberan de 200 – 300 kg/ha. (5).

En palma maduran miles de raíces primarias que se extienden con rapidez desde el tronco, y continuamente nuevas raíces primarias reemplazan las que se mueren. Se han realizado algunos estudios del sistema radicular, y se ha demostrado que su extensión vertical depende en gran parte de la presencia o ausencia del manto freático (9).

La mayor cantidad de raíces está en los primeros 15 a 30 centímetros del suelo y además que la mayor parte de la absorción de los nutrimentos, se hace a través de las raíces terciarias, cuaternarias, y ápices absorbentes de las primarias y secundarias a la misma profundidad(10).

Las raíces de todas las clases muestran un tropismo positivo hacia las mejores condiciones de abastecimiento de agua y nutrimento, y si existe una vegetación caída o montones de hoja de palma en descomposición o bajo una buena cobertura con Pueraria, esto puede conducir a una gran cantidad de raíces terciarias en la zona comprendida entre dos hileras de palma (16

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.

2.1.1 Localización y Característica General del área.

Este estudio se realizó en la plantación Maria Luisa, ubicada en el corregimiento de Orihueca, Municipio de la Zona Bananera.

Esta Zona se encuentra clasificada como bosque seco tropical (Bs - T), con una temperatura media anual de 28⁰C, una humedad relativa del 82% y una precipitación media anual de 1280 mm.

2.2 SELECCIÓN DE LOS LOTES DE ESTUDIO.

Se seleccionaron cuatro lotes, plantados con el mismo material genético, dos con cobertura vegetal (*P. phaseoloides* L.) y dos sin esta leguminosa.

Los lotes con cobertura instalada fueron: 1 A, y 6 A, ambos plantados con material TENERA, COSTA RICA; el primero en 1985 y el segundo en 1983.

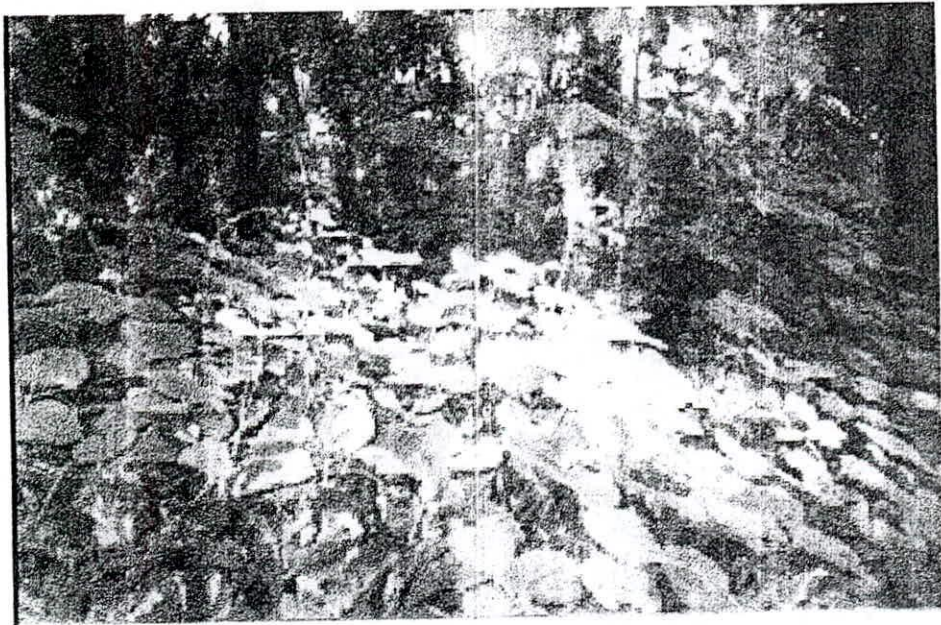


Figura 1. Lote con Kudzú como cobertura vegetal



Figura 2. Lote sin Kudzú

Los lotes sin cobertura fueron: 7 y 6B, ambos sembrados con TENERA, COSTA RICA; en 1985 y 1983 respectivamente.

En cada lote se trabajó en un área de 1 hectárea, dentro de ésta se hizo la elección en forma aleatoria de las palmas, para tomar las muestras de suelo-raíces.

2.3 TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO.

2.3.1 Toma de muestras de raíces.

Una vez seleccionada la palma se procedió con la toma de la muestra, para lo cual se tuvo en cuenta la línea de cosecha y la línea de palera, figuras 3 y 4.

Con una cinta métrica se determinaron tres distancias: 1, 2, y 3 metros; medidos a partir de la base del estipe, orientadas, una hacia la línea de palera y otra hacia la línea de cosecha.

Para el muestreo se utilizó un cilindro de hierro de 45 cms de largo y 10 cms de diámetro; las muestras se tomaron a 40 cms de profundidad, el uso de este cilindro garantizó trabajar con un volumen constante de suelo.

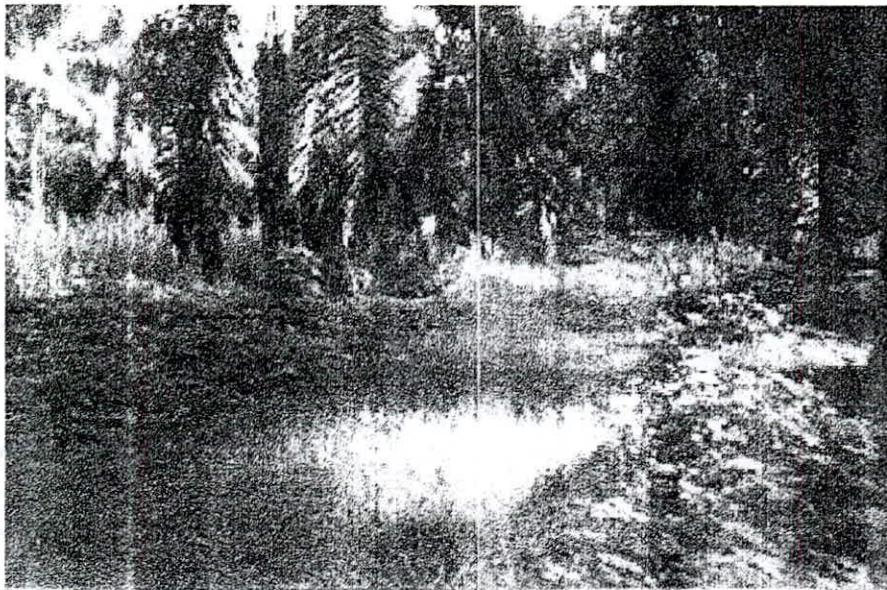


Figura 3. Zona de calle de cosecha

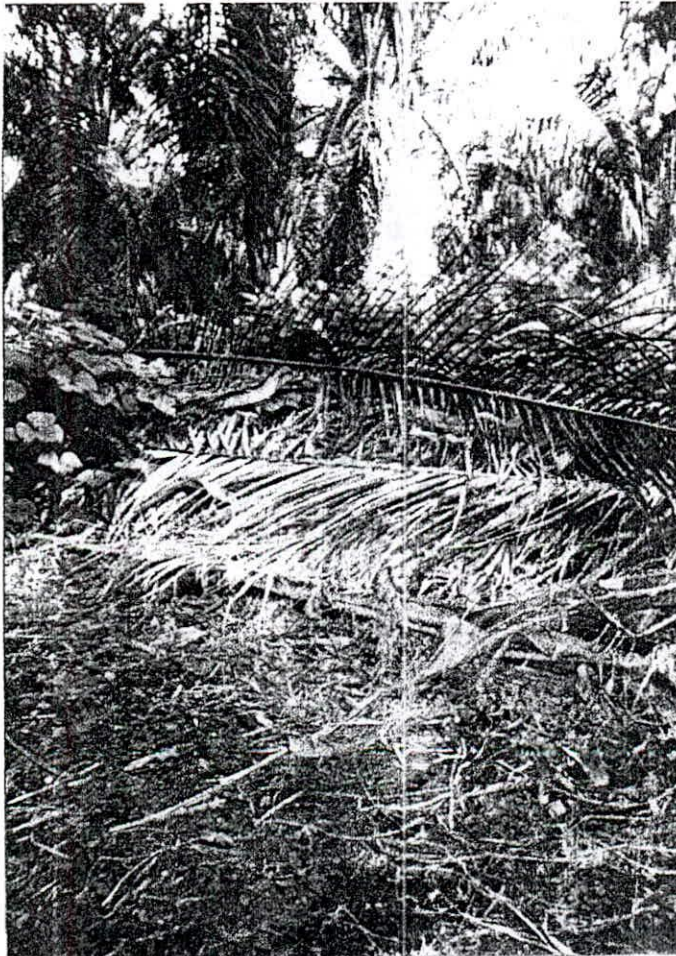


Figura 4. Zona de Palera

Posteriormente se procedió a la separación de la tierra adherida a las raíces, hecha la separación, las raíces eran guardadas en bolsas plásticas, con su respectiva etiqueta, la cual contenía la siguiente información: lote, distancia, ubicación (calle o palera).

En el laboratorio se procedió al lavado de las raíces, luego éstas eran colocadas al horno de secado por un lapso de 24 horas, a una temperatura constante de 70⁰C.

Una vez secas las raíces, de acuerdo al grosor se clasificaron en tres grupos: Raíces Primarias, Secundarias y Terciarias-Cuaternarias, (figuras 5, 6, y 7) que luego se pesaban en una balanza de precisión.

2.3.2 Toma de muestra de suelo para los análisis físicos y químicos.

2.3.2.1 Conductividad hidráulica.

De las diez palmas muestreadas en cada lote, se escogieron al azar dos, para estos análisis. Para ello se utilizó un cilindro p.v.c. de 20 cm de largo por 7.5 cm de diámetro. La muestra se tomó a una distancia de 1.5 m. del estipe de

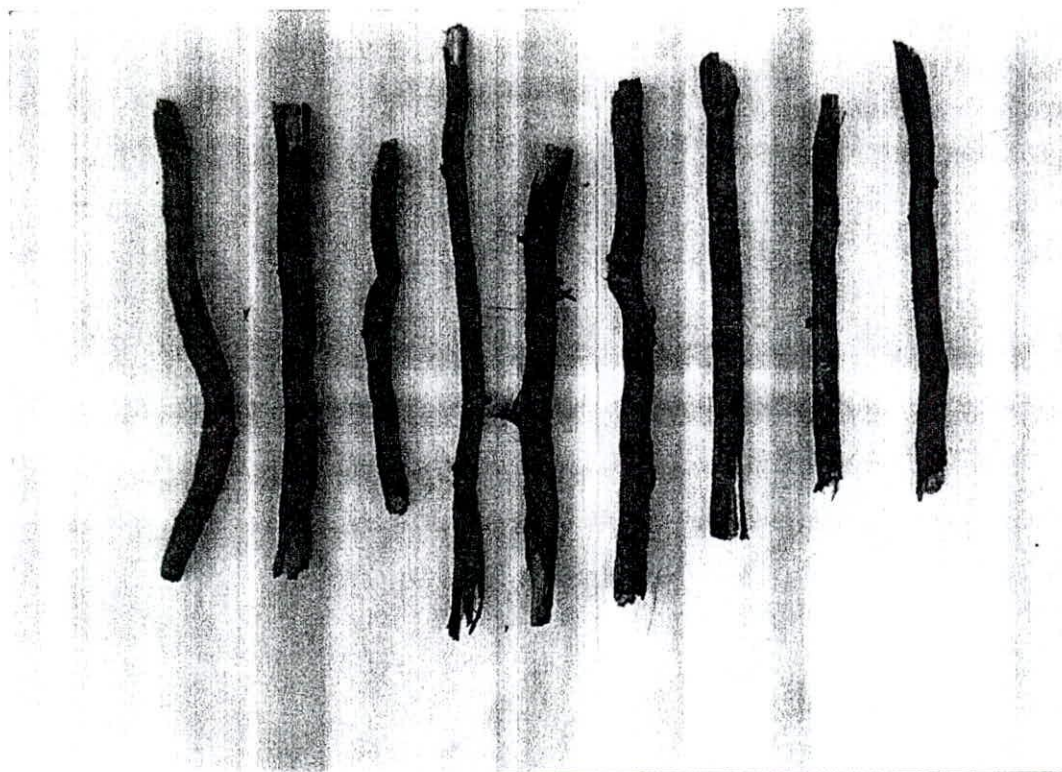


Figura 5. Raíces Primarias

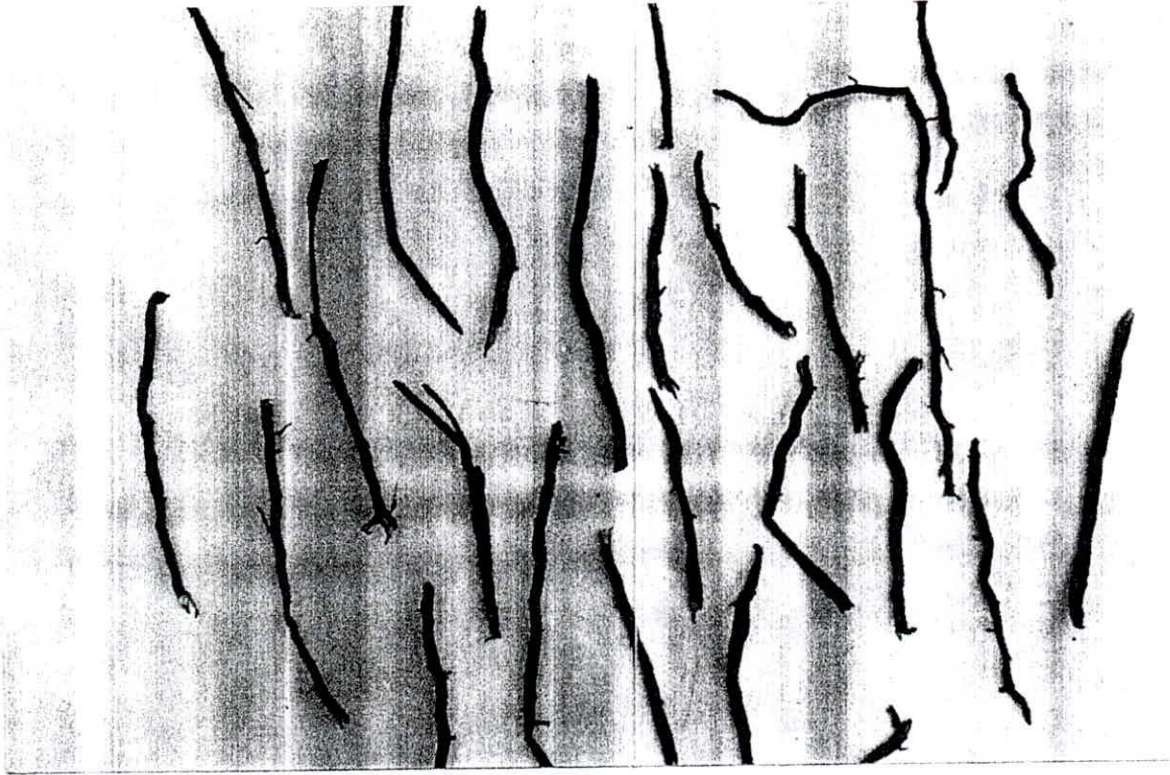


Figura 6. Raíces Secundarias

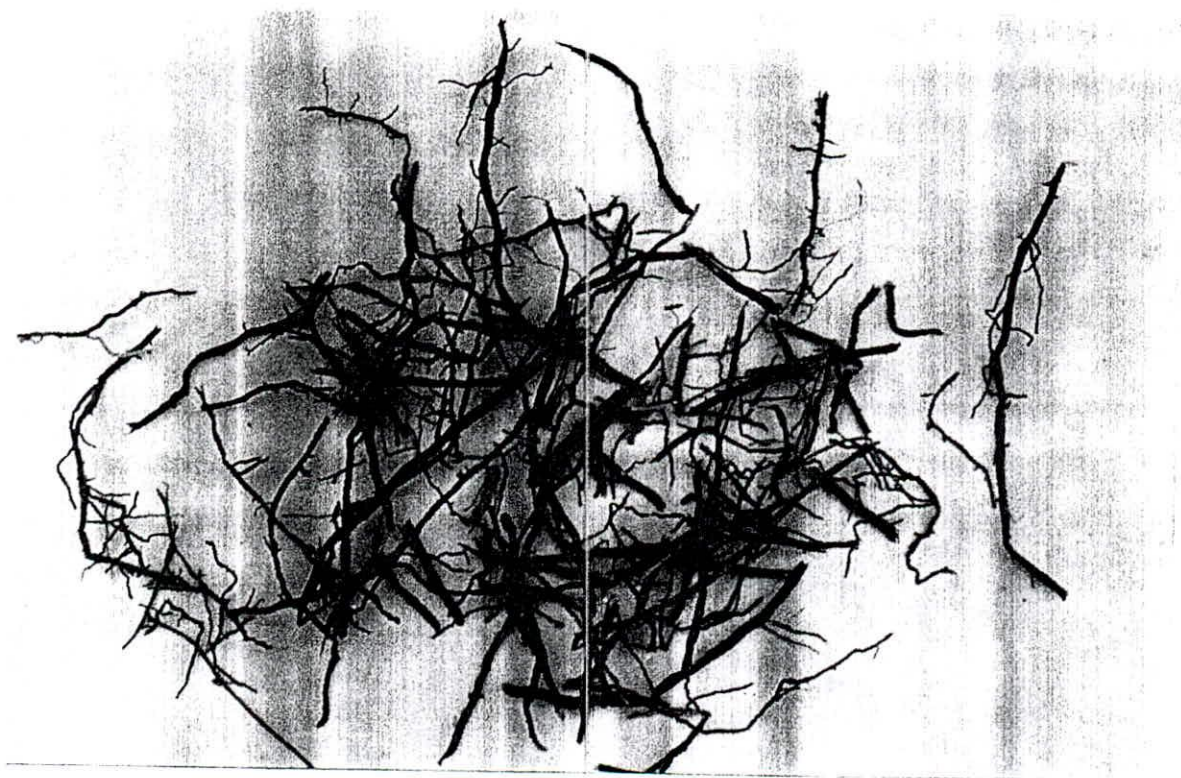


Figura 7. Raíces terciarias y cuaternarias

cada palma, a dos profundidades: 0-20 cm y 20-40 cm. Este procedimiento se repitió a 2.5 m. de distancia. Las muestras se tomaron tanto en la línea de cosecha como en la línea de palera.

Para evitar la perturbación de las muestras de suelo contenidas en el tubo, la extracción de éstas se hizo con la ayuda de un palín.

En el laboratorio las muestras fueron llevadas a saturación, agregándole agua por un periodo de 24 horas. Lograda la saturación se montó el sistema como indica la figura 8, para realizar las lecturas a los diferentes intervalos de tiempo (5, 30, 60, 120 min.).

Cálculos:

$$V_e = K (H / L) \quad V_e = Q / A$$

Donde:

K = Conductividad hidráulica (cm / h)

V_e = Velocidad de infiltración (cm / tiempo)

H = Altura del suelo + altura del agua (cm.)

L = Altura del suelo (cm.)

Q = Gasto (cc / tiempo)

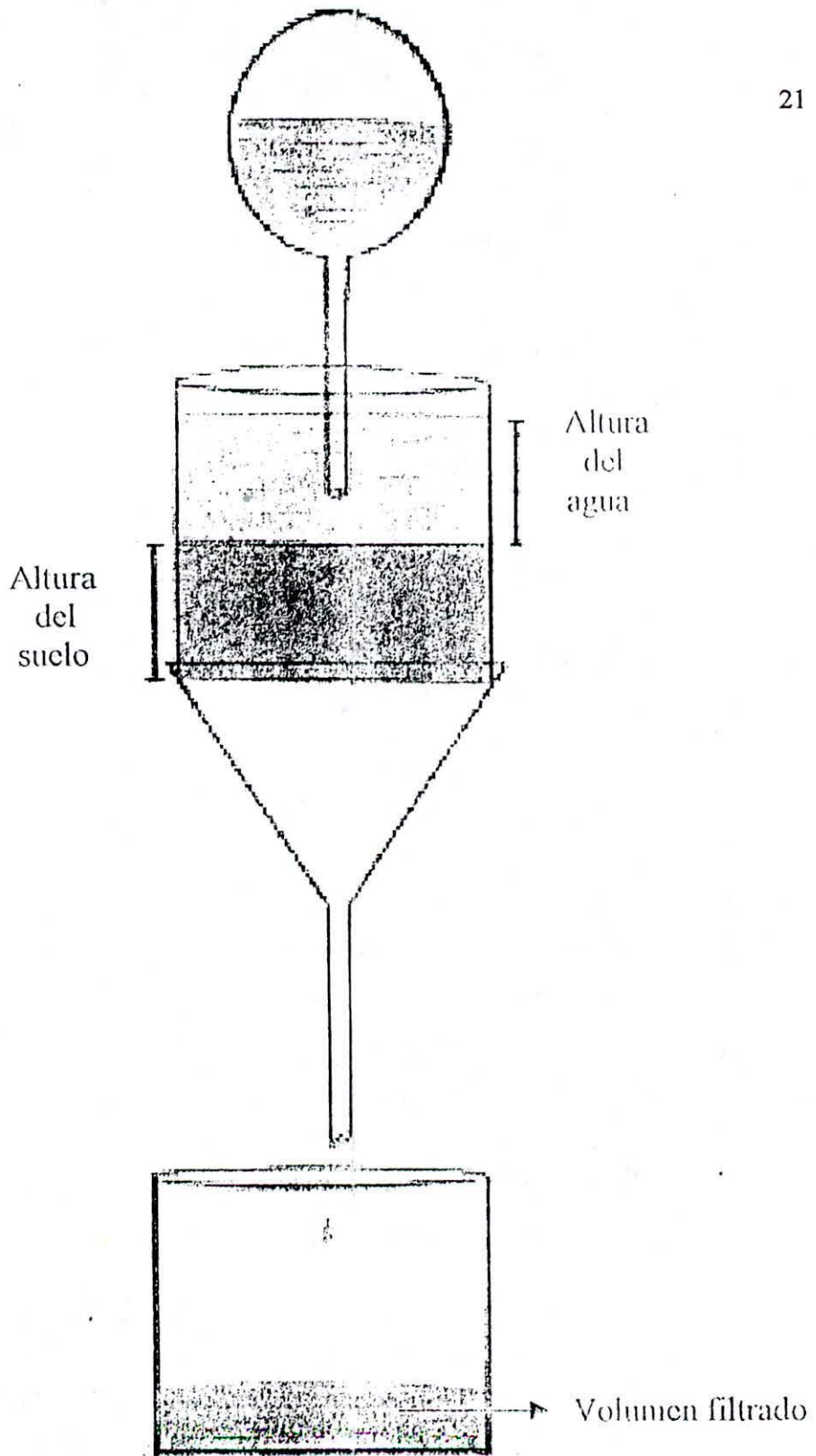


Figura 8. Esquema del infiltrómetro de Altura Constante

$A = \text{Área del cilindro (cm}^2\text{)}$

Para la interpretación de la conductividad hidráulica se trabajó con la tabla de Mazurak.

Tabla 1. Conductividad hidráulica y valores asociados de permeabilidad según Mazurak.

Conductividad Hidráulica K (cm/h)	Permeabilidad	Comentarios
Mayor de 25	Excesiva (Muy rápida)	Muy pobre son las condiciones para retener la humedad.
12.5 – 25 6.25 – 12.5	Alta (Moderadamente alta)	Condiciones favorables tanto de retención como de permeabilidad.
20 – 6.25	Mediana	Permeabilidad adecuada.
0.125 – 20	Baja	Condiciones muy bajas para relaciones adecuadas agua / aire.
Menor de 0.125	Extremadamente lenta	Muy lenta para drenaje artificial lixiviación insignificante.

2.3.2.2 Densidad aparente.

Se realizó utilizando el método del terrón parafinado, así:

Se tomaron cuidadosamente del suelo terrones previamente secado al horno a una temperatura de 80°C durante 24 horas. Estos se sumergieron durante unos segundos en un recipiente con parafina líquida, ya cubiertos, se les tomó el peso y se determinó su volumen, por el desplazamiento que produjo el terrón parafinado en la probeta con agua.

Cálculos:

$$Da = \frac{PM}{Vol}$$

Donde:

Da = Densidad aparente

PM = Peso de la muestra

Vol. = Volumen del agua desplazada

2.3.2.3 Densidad real

Método del cilindro graduado. Se tomaron 20 gr. de suelo seco previamente tamizado con malla de 2 mm, luego se introdujo la muestra en una probeta de 100 mm que contenía un volumen determinado de agua, se dejó reposar por 30 min. y se midió el volumen desplazado por la muestra.

$$Dr = \frac{PM}{V}$$

Donde:

Dr. = Densidad real

PM = Peso de la moneda

V = Volumen desplazado

2.3.2.4 Porosidad Total.

Se calculó utilizando la fórmula basada en las densidades.

$$P (\%) = \left(1 - \frac{Da}{Dr} \right) \times 100$$

Donde:

P(%) = Porosidad total

Da = Densidad aparente

Dr = Densidad Total

2.3.2.5 Macroporosidad (M P %).

Se realizó utilizando el método de comprensión de aire. Se tomaron 100 gr. de suelo de cada una de las muestras y se colocaron en un filtro de porcelana puesto sobre un Erlenmeyer de 500 cc, se le adicionó agua lentamente a la muestra, se dejó filtrar hasta llevar la muestra a capacidad de campo. Con ayuda de una espátula, se extrajo aproximadamente 10 gr. de suelo y se introdujo en tubos de ensayos, sellando la muestra con papel filtro y se colocaron en centrifugas durante 5 minutos a 7.000 r.p.m. Luego se tomó una pequeña fracción de las muestras contenidas en los tubos de ensayo y se llevó al horno a una temperatura de 70°C por 24 horas. Secada la muestra se halló su peso seco y se determinó la humedad equivalente (He) aplicando la siguiente formula.

$$He = \frac{\text{Peso húmedo del suelo} - \text{Peso seco del suelo}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100$$

Con este dato se hizo el cálculo de la microporosidad (M %).

$$M(\%) = P(\%) - He.Da$$

Donde:

P(%) = Porosidad total, He = Humedad equivalente y Da = Densidad aparente.

Así la macroporosidad será igual a:

$$MP(\%) = P(\%) - M(\%)$$

Donde:

P (%) = Porosidad total y M (%) = Microporosidad.

2.3.2.6 Consistencia

Se hizo utilizando el método del tacto. los diferentes grados de consistencia del suelo resultaron de las diferencias en el contenido de humedad de las muestras. Se determinó consistencia en suelo seco, húmedo y mojado de la siguiente manera:

- Suelo seco: Para determinar esta característica, se tomó una masa de suelo secado a temperatura ambiente, que luego se presionó entre los dedos pulgar e índice. Los resultados se obtienen según la tabla (2).

- En suelo húmedo: La muestra de suelo previamente pesada, se le agregó agua hasta lograr un contenido de humedad intermedio entre seco al aire y capacidad de campo, luego se desmenuzó entre los dedos un pequeño terrón y con base en la tabla 3 se determinó la consistencia en húmedo.

- Suelo mojado: Se determinó llevando la muestra a un límite ligeramente superior a capacidad de campo y, luego presionando levemente entre los dedos se obtuvo esta variable. La tabla 4, indica el grado de consistencia en mojado.

Tabla 2. Consistencia en suelo seco.

Consistencia	Características
Suelta	No Coherente.
Blanda	El suelo se convierte en polvo o en granos individuales bajo una presión muy leve.
Ligeramente dura	Cuando el suelo resiste una presión débil y se deshace débilmente entre los dedos índice y pulgar.
Dura	Cuando el suelo resiste una moderada presión y se puede deshacer sin dificultad en las manos, pero es muy raro cuando se puede deshacer entre los dedos índice y pulgar.
Muy dura	Cuando el suelo es muy resistente a la presión. Puede quebrarse entre las manos, pero con dificultad y no se puede deshacer al ejercer presión entre los dedos índice y pulgar.
Extremadamente dura	Cuando el suelo resiste una fuerte presión y no se puede quebrar entre las manos.

Tabla 3. Consistencia en suelo húmedo.

Consistencia	Características
Suelta	No Coherente.
Muy friable	Cuando el material se desmenuza bajo presiones muy débiles, pero se une cuando se le junta y aprieta.
Friable	La muestra se desmenuza fácilmente bajo una presión suave a moderada entre los dedos índice y pulgar, y se une cuando se junta y aprieta.
Firme	El terrón se desmenuza entre los índice y pulgar, aplicando una moderada presión.
Muy firme	El material se desmenuza bajo fuerte presión entre los dedos índice y pulgar.
Extremadamente firme	La muestra se desmenuza únicamente cuando se aplica una presión muy fuerte, pero no se puede entre los dedos índice y pulgar.

Tabla 4. Consistencia en el suelo mojado.

Consistencia	Características
No pegajoso	Al remover y presionar no queda ningún material de suelo adherido al pulgar o índice.
Ligeramente pegajoso	Después de aplicar presión al material, este adhiere en ambos dedos; pero al separarlos uno de los dos queda casi limpio y no se observa estiramiento.
Pegajoso	Después de retirar la presión, el material se adhiere en ambos dedos y tiende a estirarse y a partirse cuando se separa de ellos.
Muy pegajoso	Después de retirar la presión el material se adhiere fuertemente en ambos lados y cuando este se separa el material se estira.
No plástico	No se forma ningún rodillo.
Plástico	Se forma un rodillo al cual hay que aplicarle una presión moderada para poderlo deformar.
Muy plástico	Se forma un rodillo al cual hay que aplicarle bastante presión para deformarlo.



2.3.2.7. Compactación

Debido a que el concepto de densidad aparente incluye el espacio poroso total, esta propiedad se determinó mediante la relación existente entre la densidad aparente (gr/cc) y porosidad (%), según la muestra la tabla 5.

Tabla 5. Relación entre la densidad aparente y la porosidad total del suelo.

DENSIDAD APARENTE Gramos / cm ³	POROSIDAD TOTAL %	CARACTERÍSTICA DETECTABLE
Menor de 1	Mayor del 63	Suelos friables con con alta materia orgánica
1.0 – 1.2	55 – 62	
1.3 – 1.4	47 - 54	
1.5 – 1.6	40 – 46	Suelos compactos con baja materia orgánica
1.6 – 1.8	32 - 39	
Mayor de 1.8	Menor de 31	

3. RESULTADOS

3.1 RAÍCES PRIMARIAS.

No hay un patrón definido en cuanto a la cantidad y distribución de este tipo de raíces.

Como se puede apreciar en la tabla 6, los valores del coeficiente de variación son muy altos, esto no permitió hacer una comparación entre la cantidad de raíces primarias en palmas, ubicadas en lotes con kudzú como cobertura y lotes sin este tipo de leguminosa.

Para poder observar en mejor forma como están distribuidas este tipo de raíces en las palmas se hace la presentación en términos de porcentaje.

Tabla 6. Promedio de peso seco (gr) de raíces primarias, halladas en las palmas de los lotes de estudio, en los sitios de muestreo con sus respectivas distancias en metro.

LOTE 6 A CON KUDZU						
DISTANCIA EN m	CALLE			PALERA		
	1	2	3	1	2	3
PROMEDIO	8.4	6.74	4.02	10.46	5.86	5.01
C.V.	32.04	45.21	62.06	40.68	30.13	49.07
LOTE 6 B SIN KUDZÚ						
PROMEDIO	6.018	3.9	3.46	5.877	3.955	3.764
C.V	42.86	64.43	49.56	41.86	51.12	33.2
LOTE 1 A CON KUDZU						
PROMEDIO	5.11	2.667	1.68	6.58	2.54	2.76
C.V	43.43	37.52	64.67	58.93	56.88	41.52
LOTE 7 SIN KUDZÚ						
PROMEDIO	6.71	4.386	3.799	6.41	3.54	2.02
C.V.	48.53	85.64	60.22	53.03	61.75	88.8

C.V. Coeficiente de variación

➤ **Lote 1A con kudzú.**

Del total de raíces primarias encontradas en ambos sitios de muestreo, la mayor cantidad, 55.66%, se contabilizó hacia la línea de palera figura 9.

La mayor cantidad de raíces primarias, tanto en la línea de cosecha como en la línea de palera, se encontró a un metro de distancia.

El resto de la distribución porcentual de estas raíces, en los dos sitios donde se realizó el muestro se puede apreciar en la figura 10.

➤ **Lote 7 sin kudzú.**

Las palmas ubicadas en este lote, presentaron la mayor cantidad de éstas raíces hacia la línea de cosecha 55.4%, presentándose una situación inversa a la ocurrido en el lote 1A . Figura 11.

Tanto en la línea de palera como en la de cosecha, la mayor cantidad de raíces primarias se localizan a un metro de distancia. Mientras que a 2 y 3 m. de distancia, en la línea de cosecha la distribución de estas es un poco uniforme

pero a la misma distancia , en la zona de palera, la distribución es menos uniforme. Figura 12.

➤ **Lote 6 B sin kudzú.**

En este lote la distribución de las raíces primarias en las palmas es más equilibrada; 50% y 50%, tanto en la línea de cosecha como en la línea de palera. Figura 13.

Del lado de la línea de cosecha, la mayor cantidad de estas raíces se encuentran a un metro de distancia, y a dos y tres metros, la cantidad de estas raíces se puede decir que es equilibrado, este mismo hecho ocurre hacia la zona de palera, figura 14

➤ **Lote 6 A con kudzú.**

En este lote la mayor cantidad de raíces primarias se localizan hacia el lado de la palera, 52.6%, mientras que hacia la línea de cosecha es de 47.3%. Figura 15.

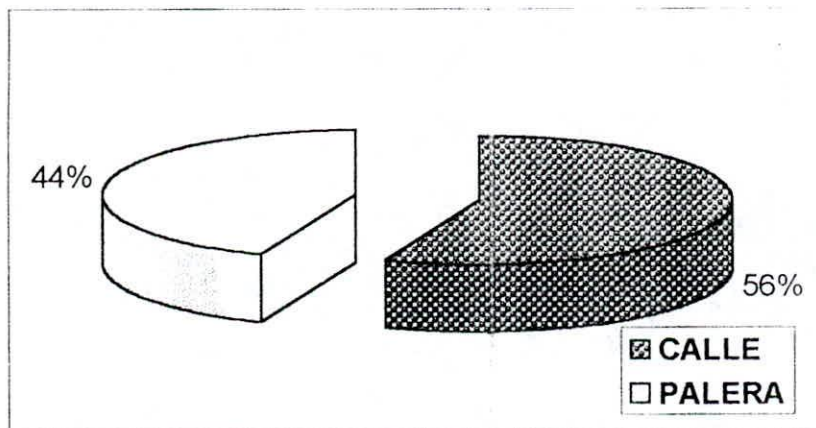


Figura 9. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias , en palmas del lote 1 A con Kudzú, en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

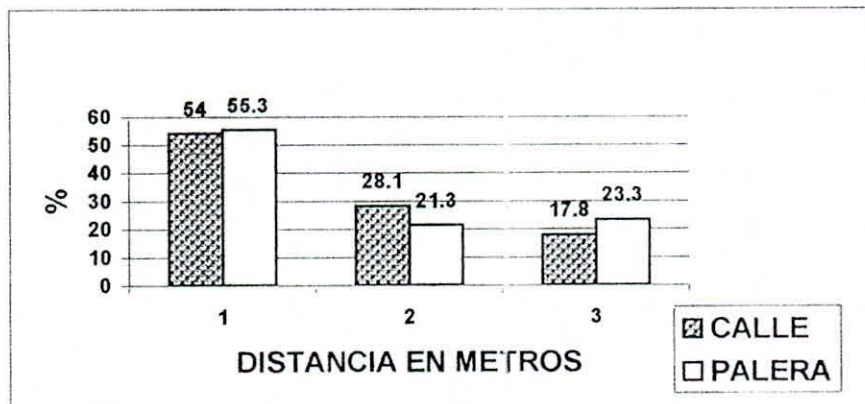


Figura 10. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en las palmas del lote 1 A con Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros, de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

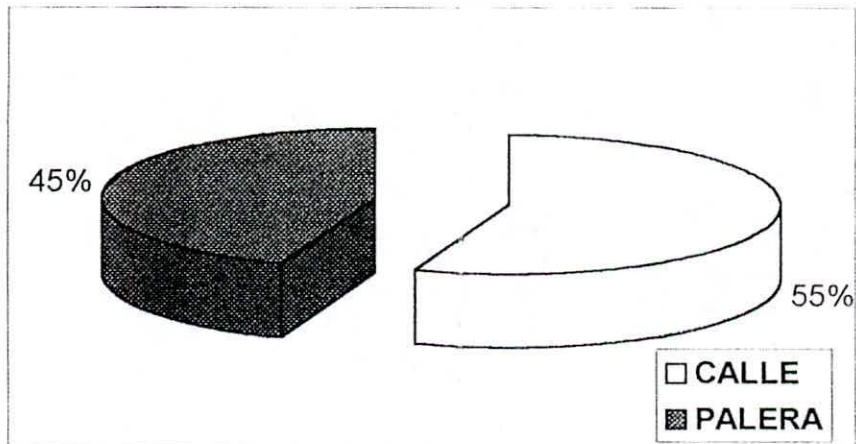


Figura 11. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 7, sin Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

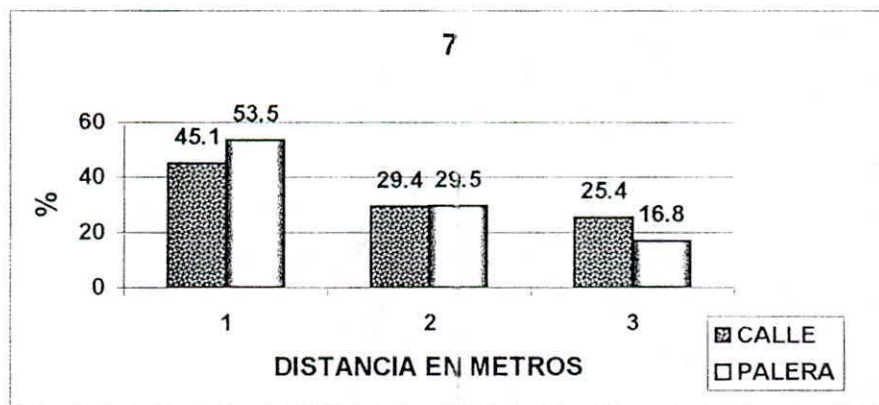


Figura 12. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 7, sin Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

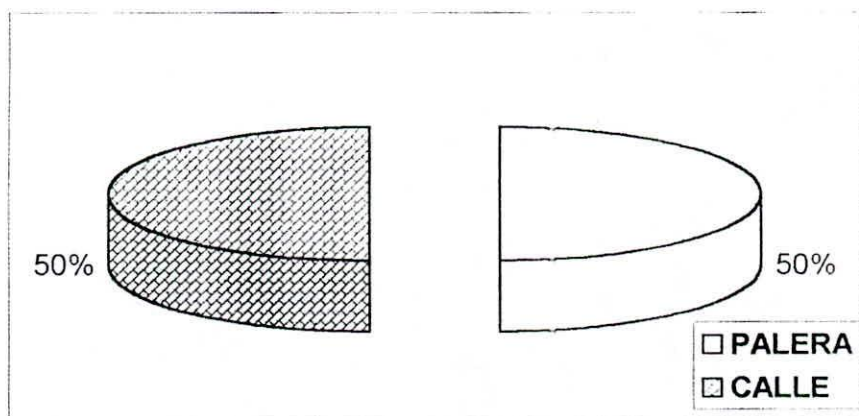


Figura 13. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6B, sin Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

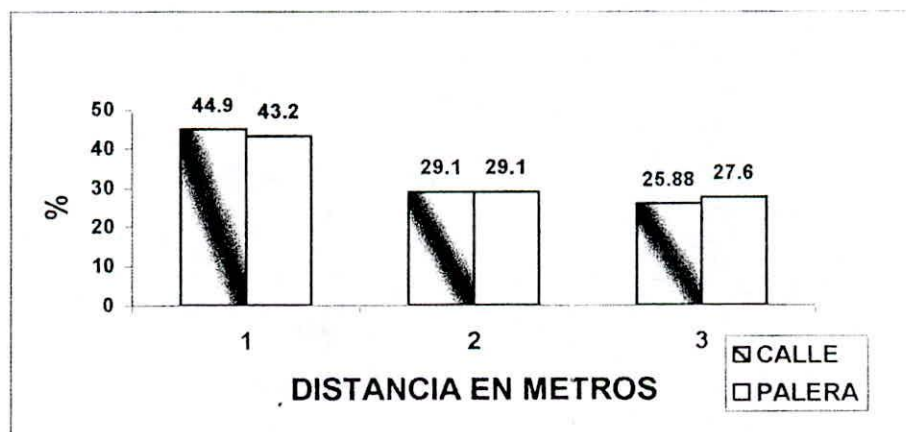


Figura 14. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6B, sin Kudzú, halladas en las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

Del lado de la línea de cosecha, las palmas tienen una gran cantidad de estas raíces a uno y dos metros de distancia, pero a 3 m., se reduce ostensiblemente.

Del lado de la línea de palera, las palmas tienen una mayor cantidad de estas raíces a un metro de distancia, y a dos y tres metros, estas raíces se hallan distribuidas más equitativamente. Figura 16.

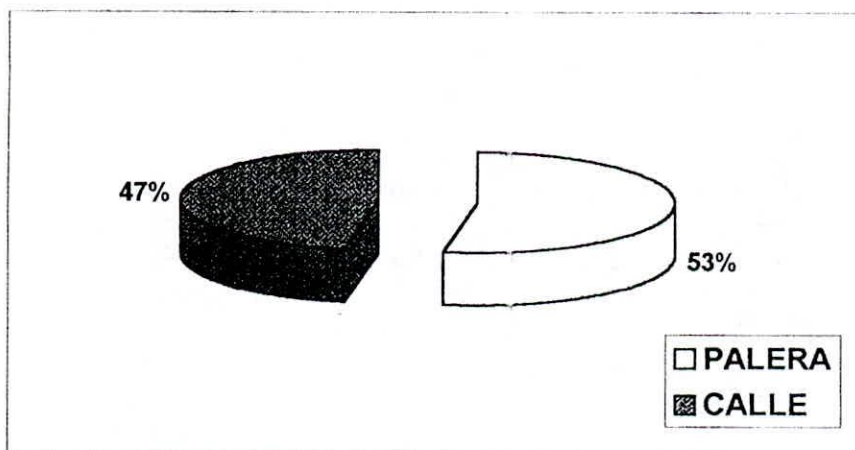


Figura 15. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6A, con Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

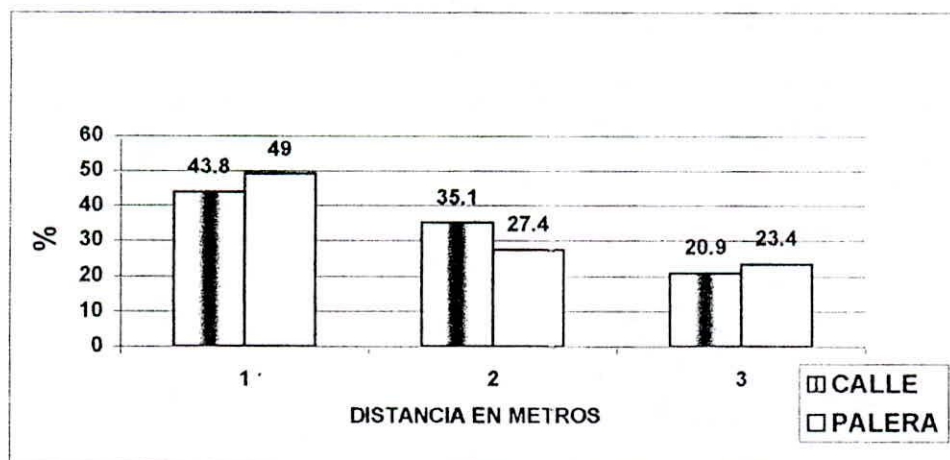


Figura 16. Distribución porcentual de la cantidad de raíces primarias, en palmas del lote 6A, con Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

3.2 RAÍCES SECUNDARIAS

Tal cómo sucedió con las raíces primarias, los altos coeficientes de variación indican, que no hay uniformidad o patrón que muestre tendencia en el comportamiento de esta variable. En la tabla 7 se pueden ver los valores de coeficiente de variación.

➤ **Lote 1A con kudzú.**

En este lote, la mayor cantidad de estas raíces en las palmas se hallan hacia la línea de la palera, siendo muy marcada la diferencia con respecto a la cantidad de raíces halladas en la línea de cosecha. Figura 17.

Hacia la línea de cosecha a uno y dos metros la cantidad de estas raíces es más o menos similar viéndose disminuido su porcentaje a 3 m de distancia.

Del lado de la palera, la mayor cantidad de estas raíces se hallan a un metro de distancia a partir de la base del estipe, seguido por la distancia de tres metros. Figura 18.

Tabla 7. Promedio de peso seco (gr) de raíces secundarias, halladas en las palmas de los lotes de estudio, en los sitios de muestreo con sus respectivas distancias en metro.

LOTE 6 A CON KUDZÚ						
	CALLE			PALERA		
DISTANCIA EN m	1	2	3	1	2	3
PROMEDIO	0.9	0.65	0.64	0.935	0.83	0.85
C.V.	49.6	60.5	92.7	51.5	49.57	35.45
LOTE 6 B SIN KUDZÚ						
PROMEDIO	0.637	0.602	0.519	0.92	0.59	0.75
C.V	60.8	58.93	94.2	84.7	42.71	55.81
LOTE 1 A CON KUDZU						
PROMEDIO	0.522	0.542	0.452	0.916	0.563	0.811
C.V	41.9	40.68	39.95	52.42	47.48	43.58
LOTE 7 SIN KUDZÚ						
PROMEDIO	0.93	0.539	0.74	0.61	0.62	0.54
C.V.	53.54	95.8	47.35	64.13	58.72	100

C.V. Coeficiente de variación.

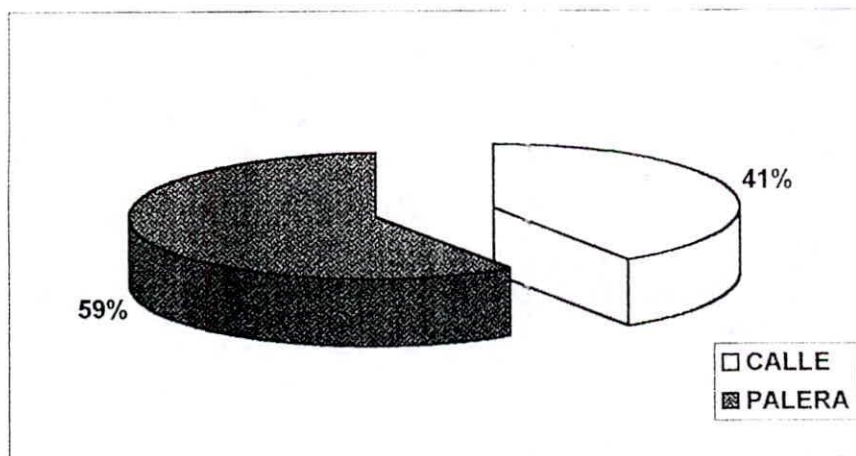


Figura 17. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 1A, con Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

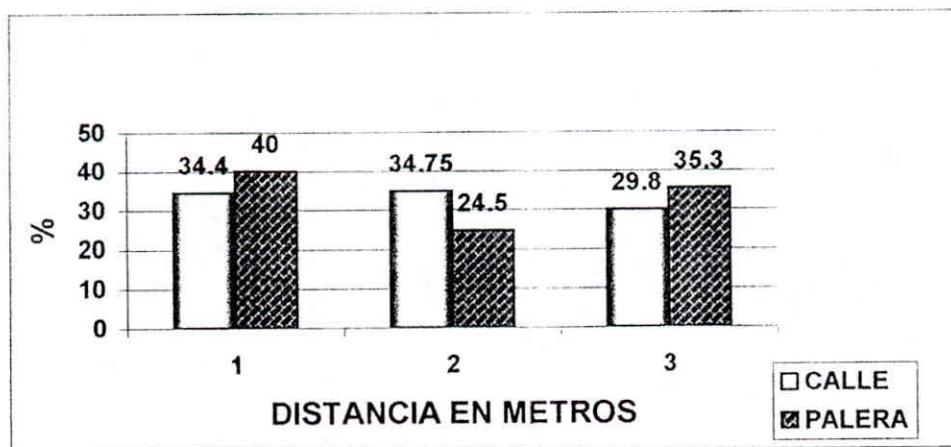


Figura 18. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 1A, con Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

➤ **Lote 7 sin kudzú.**

Las palmas en este lote, presentan un comportamiento radicular diferente al observado en el lote 1A, pues aquí la mayor cantidad de raíces secundarias se halla en la línea de cosecha. Figura 19.

Hacia la línea de cosecha, la mayor cantidad de raíces secundarias se encontraron a la distancia de un metro con un 42.27%.

Mientras que hacia la línea de palera, en los tres metros de muestreo, la cantidad de raíces secundarias es más o menos similar. Figura 20.

➤ **Lote 6 B sin kudzú.**

Cuando se muestreo en ambos sitios, el mayor porcentaje de las raíces secundarias, se encontró del lado de la palera, con un 55.9%. Figura 21.

En la línea de cosecha, las palmas presentan una distribución mas uniforme de estas raíces, siendo similar a uno y dos metros a partir de la base del estipe.

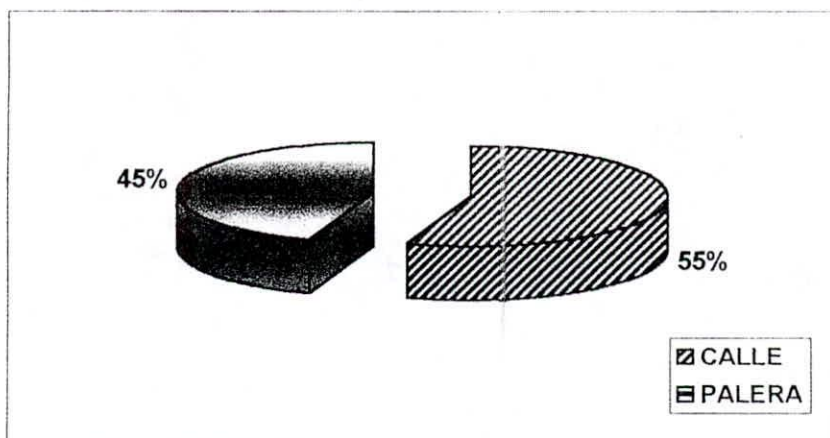


Figura 19. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 7, sin Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

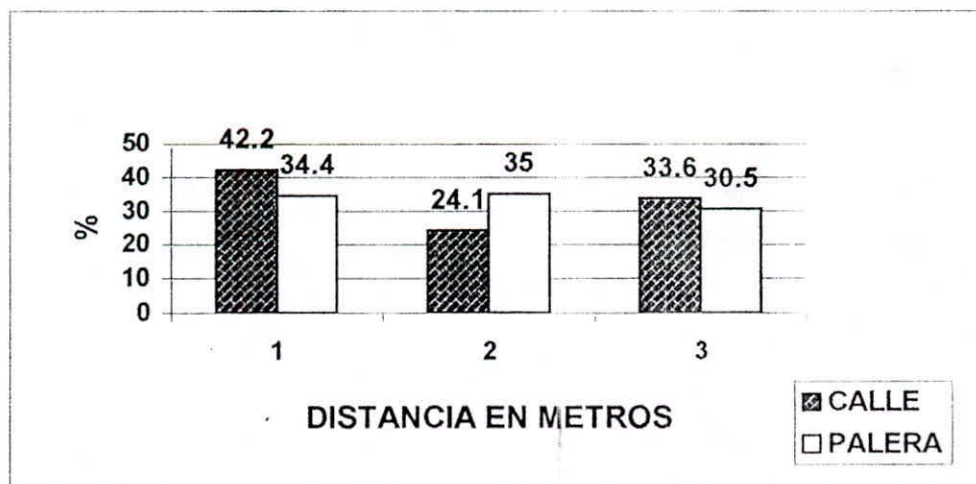


Figura 20. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 7, sin Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

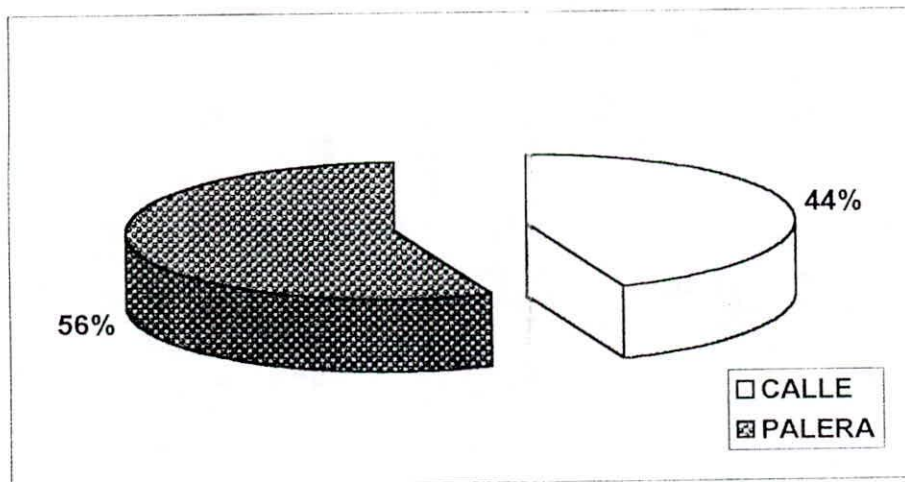


Figura 21. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 6 B, sin Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

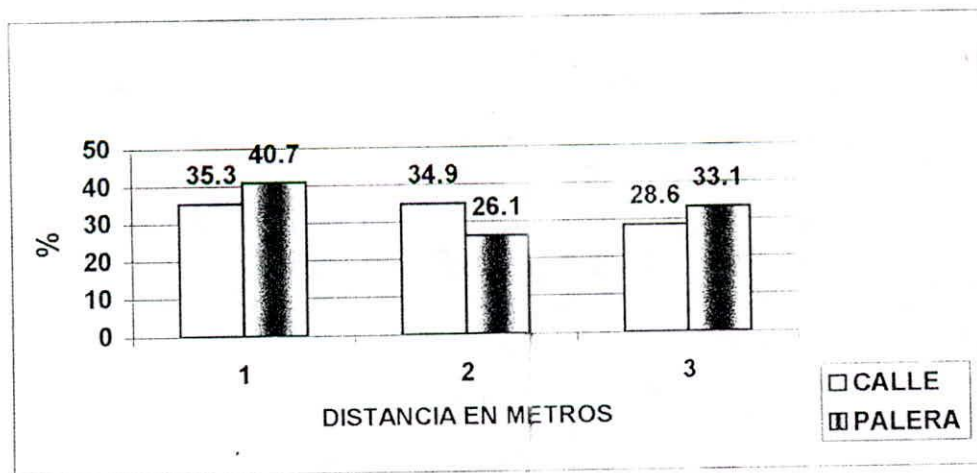


Figura 22. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 6B, sin Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

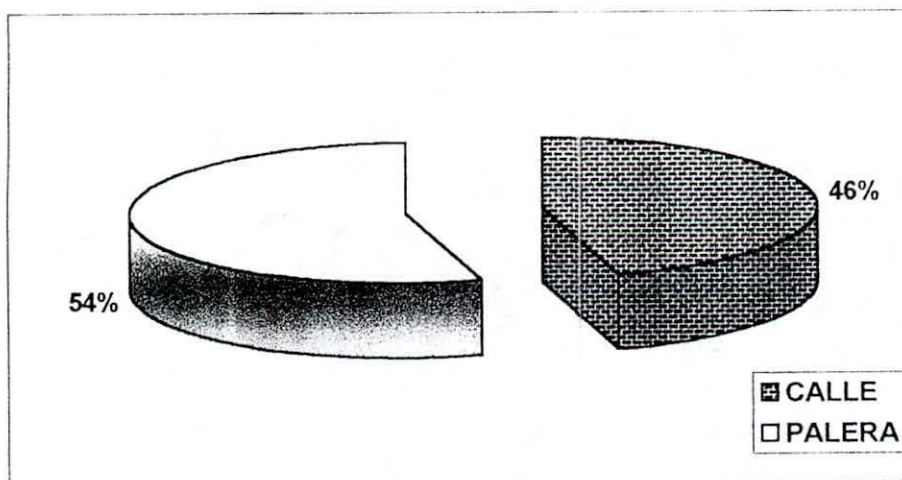


Figura 23. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 6 A, con Kudzú en los dos sitios de muestreo, línea de cosecha y línea de palera.

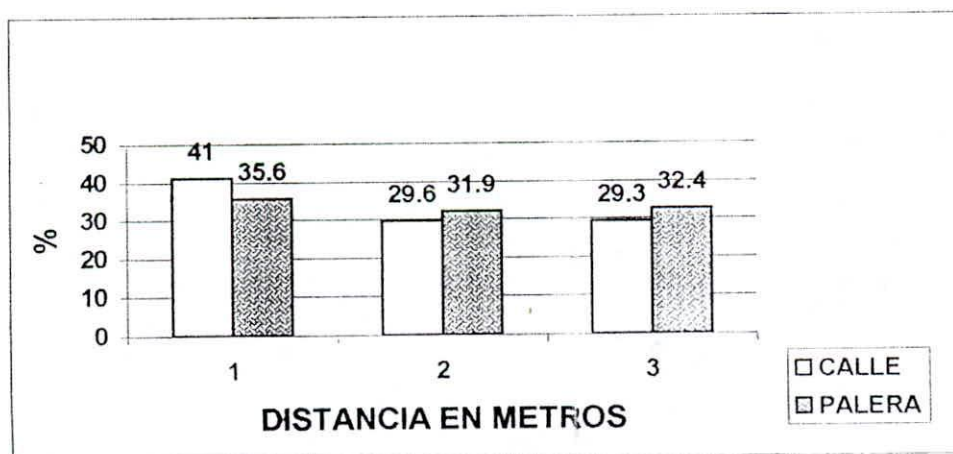


Figura 24. Distribución porcentual de la cantidad de raíces secundarias, en palmas del lote 6A, con Kudzú, halladas a las distancias de 1, 2 y 3 metros de la base del estipe, en la línea de cosecha y línea de palera.

Del lado de la línea palera, la mayor cantidad de estas raíces en las palmas, se halla a un metro de distancia, seguido por la distancia de tres metros. Figura 22.

➤ **Lote 6 A con kudzú.**

En este lote, la distribución de estas raíces es similar a la presentada en el lote 6 B sin kudzú. Figura 23.

Del lado de la línea de cosecha, el mayor porcentaje de esta raíces se encontró a la distancia de un metro, mientras que a dos y tres metros las cantidades fueron similares. Este mismo comportamiento se observó en la línea de palera. Figura 24.

3.3. RAÍCES TERCIARIAS - CUATERNARIAS.

De acuerdo a lo observado , la distribución de estas raíces es bastante uniforme.

Los coeficientes de variación, tienen un menor valor que los obtenidos con las raíces primarias y secundarias, lo cual indica que hay una homogeneidad en este aspecto entre las palmas muestreadas, esta situación permitió realizar los diferentes análisis de varianza con su respectiva prueba de Duncan, para poder comparar y analizar los resultados obtenidos.

➤ Lote 1A con kudzú

En este lote, del lado de la línea de cosecha, las palmas tienen una mayor cantidad de estas raíces a la distancia de un metro, las cantidades halladas a dos y tres metros es menor con respecto a la distancia de un metro; presentando diferencias significativas. A tres metros la cantidad es menor, viéndose muy disminuida la cantidad de estas raíces. Tabla 8.

Con respecto a la línea de palera se observó, que el mayor número de este tipo de raíces se hallan a las distancias de uno y tres metros. El análisis de varianza, con su respectiva prueba de Duncan, indica que no hay diferencia significativa en la cantidad de estas raíces, encontradas en estas dos distancias.

Tabla 9.

Tabla 8. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinadas en peso seco (gr.), del lado de la línea de cosecha en el lote 1-A con kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	1.13 ^a	0.69 ^b	0.585 ^c
C. V	19.42	14.03	15.17

Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Valores con letras diferentes en las filas muestran diferencia significativa.

CV: Coeficiente de variación.

Tabla 9. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinadas en peso seco (gr.), del lado de la línea de palera en el lote 1-A con kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	0.975 ^a	0.935 ^a	1.006 ^a
C. V	9.71	14.49	16.57

Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia significativa.

a: Valores con letras iguales no muestran diferencia.

C. V: Coeficiente de variación.

El análisis comparativo entre las raíces, halladas del lado de la línea de cosecha, y las halladas del lado de la línea de palera, muestra que no hay diferencia significativa en la masa radicular en ambos sitios de muestreo, a la distancia de un metro contados a partir de la base del estipe. La cantidad de raíces halladas a 2 y 3 mts presentan diferencias significativas, entre la línea de cosecha y la línea de palera. Tabla 10.

Tabla 10. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinada en peso seco (gr.), entre la línea de palera y línea de cosecha, con sus respectivas distancias en el lote 1-A con kudzú.

Distancia en metros	Calle	Palera
1	1.13 ^a	0.975 ^a
2	0.694 ^a	0.935 ^b
3	0.585 ^a	0.987 ^b

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia. significativa.

valores con letras iguales no muestran diferencias

➤ **Lote 7 sin kudzú.**

Hacia la línea de cosecha, las palmas en este lote, presentan mayor cantidad de esta raíces a un metro de distancia, con marcada diferencia respecto a las otras distancias siguientes. Tabla 11.

Del lado de palera, la distribución de las raíces es mas uniforme, y las diferencias encontradas no fueron significativas. Tabla 12.

Tabla 11. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr.), del lado de la línea de cosecha en el lote 7 sin kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	1.018 ^a	0.634 ^b	0.607 ^b
C. V	15.8	16.18	14.15

Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia significativa .

Valores con letras iguales no muestran diferencia.

C.V: Coeficiente de variación.

Tabla 12. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco(gr.), del lado de la línea de palera en el lote 7 sin kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	0.836 ^{ab}	1.006 ^b	0.953 ^a
C. V	10.86	9.86	13.56

Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

C:V: Coeficiente de variación.

a : Valores con igual letra en la fila no hay diferencia significativa.

ab : Valores con diferencia no significativa.

El análisis comparativo entre la línea de palera y la línea de cosecha, indica que a un metro de distancia, no existe una diferencia significativa en cuanto a la cantidad de estas raíces. Mientras que en las otras distancias la mayor masa radicular se encontró del lado de la línea palera, con respecto al hallado en la línea de cosecha, siendo significativa las diferencias encontradas, Tabla 13.

Tabla 13. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias determinadas en peso seco (gr.), entre la línea de palera y línea de cosecha con sus respectivas distancias en el lote 7 sin kudzú.

Distancia en metros	Calle	Palera
1	1.018 ^{ab}	0.836 ^{ab}
2	0.634 ^a	1.006 ^b
3	0.607 ^a	0.953 ^b

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en la filas, muestran diferencia significativa.

ab: Valores con diferencia no significativa.

➤ **Lote 6 A con kudzú.**

Las palmas en este lote, hacia la línea de cosecha, presentaron mayor cantidad de esta raíces a la distancia de un metro, mientras que a 2 y 3 m fue menor. El análisis de varianza con su respectiva prueba de Duncan, indica que hay diferencias significativas entre las tres distancias. Tabla 14.

Del lado de la palera, la mayor cantidad de esta raíces, se halló a un metro de distancia, con diferencia significativa respecto a las otras distancias. Las distancias de dos y tres metros no presentan diferencias significativas con relación a esta variable. Tabla 15.

Tabla 14. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr.), del lado de la línea de cosecha en el lote 6A con kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	0.932 ^a	0.780 ^b	0.587 ^c
C. V	10.79	16.19	13.08

Prueba de Duncan ($p < 0.005$)

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia significativa.

Valores con igual letra no muestran diferencias.

C.V: Coeficiente de variación.

Tabla 15. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr.), del lado de la línea de palera en el lote 6A con kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	1.016 ^a	0.746 ^{bc}	0.765 ^{bc}
C. V	11.68	16.53	15.88

Prueba de Duncan ($p < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia significativa.

bc: Valores que muestran diferencia no significativa.

C.V: Coeficiente de variación.

El análisis comparativo entre la línea de palera y línea de cosecha indica, que no hay diferencias significativa en la cantidad de esta raíces halladas a un metro en ambos sitios. Este mismo hecho se repite a la distancia de dos metros, pero a la distancia de tres metros hubo diferencia significativa en la cantidad de estas raíces halladas en la calle de cosecha y en la zona de palera, siendo mayor en esta última, Tabla 16.

Tabla 16. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr.), entre la línea de palera y línea de cosecha con sus respectivas distancia en el lote 6 A con kudzú.

Distancia en metros	Calle	Palera
1	0.932 ^a	1.016 ^a
2	0.780 ^a	0.746 ^a
3	0.587 ^a	0.765 ^b

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letra diferentes en la fila, muestran diferencia significativa .

Valores con letra igual no muestran diferencia.

➤ **Lote 6 B sin kudzú.**

En este lote, las palmas en la línea de cosecha, presentaron mayor cantidad de raíces de este tipo, a la distancia de un metro, este valor tiene diferencias significativas con las halladas a dos metros de distancia, y muy significativa con las halladas a tres metros, Tabla 17.

En la línea de palera, este tipo de raíces se hallan distribuidas uniformemente y las cantidades halladas en las tres distancias no presentan diferencia significativa, Tabla 18.

Tabla 17. Cantidad de raíces terciarias –cuaternarias, determinado en peso seco en gramos del lado de la línea de cosecha en el lote 6 B sin kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	0.705 ^a	0.524 ^b	0.373 ^c
C. V	12.54	19.18	13.72

Prueba de Duncan ($p < 0.05$)

Valores con letra diferente en la fila, muestran diferencia significativa.

C.V: Coeficiencia de variación.

Tabla 18. Cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco en gramos del lado de la línea de palera en el lote 6 B sin kudzú.

Distancia en metros	1	2	3
Promedio	0.614 ^{ab}	0.712 ^a	0.708 ^a
C. V	15.47	15.45	14.94

Prueba de Duncan ($p < 0.05$)

a: Valores con igual letra en las fila, no muestran diferencia significativa.

ab: Valores con letras diferentes en la fila, presentan diferencia no significativa.

C.V: Coeficiente de variación.

En ambos sitios de muestreo, a un metro de distancia, el análisis comparativo no mostró diferencias significativas en cuanto a la cantidad de raíces halladas.

En las dos distancias siguientes si hay diferencia significativa entre la cantidad de raíces halladas en la línea de cosecha y línea de palera, siendo mayor en esta última. Tabla 19.

Tabla 19. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias determinado, en peso seco en gramos, entre la línea de palera y la línea de cosecha con sus respectivas distancias en el lote 6 B sin kudzú.

Distancia en metros	Calle	Palera
1	0.705 ^a	0.614 ^a
2	0.524 ^a	0.712 ^b
3	0.373 ^a	0.708 ^b

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las filas, muestran diferencia significativa.

Valores con letra igual no muestran diferencia.

3.3.1. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, entre lotes que presentan kudzú como cobertura vegetal, y lotes sin este tipo de cobertura vegetal.

3.3.1.1. Lote 1A (Con Kudzú) y Lote 7 (Sin Kudzú).

Comparando los resultados obtenidos en estos lotes, encontramos que no existe diferencia significativa en cuanto a la cantidad de raíces halladas, a 1 y 3 m de distancia, en ambos sitios de muestreo pero a dos metros si hay diferencias significativa; las palmas del lote 1A tienen más raíces de este tipo que las del lote 7 (sin kudzú). Tabla 20.

A 1 y 3 m de distancia, tanto en la línea de palera como en la de cosecha, la cantidad de raíces tienen un comportamiento muy similar no hay diferencias significativas. Pero a 2 m de distancia en el lote con kudzú, se registró una mayor cantidad de raíces de este tipo. Tabla 21.

Tabla 20. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias determinado en peso seco (gr.), entre el lote 1-A con kudzú y el lote 7 sin kudzú del lado de la línea de cosecha con sus respectivas distancias.

Distancia en metros	1	2	3
Lote 1-A con kudzú	1.13 ^a	0.694 ^a	0.607 ^a
Lote 7 sin kudzú	1.018 ^a	0.634 ^b	0.585 ^a

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las columnas, muestran diferencia significativa.

Valores con igual letra no muestran diferencia.

Tabla 21. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, determinado en peso seco (gr.), entre el lote 1-A con kudzú y el lote 7 sin kudzú del lado de la línea de palera con sus respectivas distancias.

Distancia en metros	1	2	3
Lote 1-A con kudzú	0.975 ^a	0.935 ^b	0.987 ^a
Lote 7 sin kudzú	0.836 ^a	1.006 ^b	0.953 ^a

ANAVA ($f < 0.005$)

Valores con letras diferentes en las columnas, muestran diferencia significativa.

Valores con igual letra no muestra diferencia.

3.3.1.2. Lote 6 A (con kudzú) y Lote 6 B (sin kudzú).

La mayor cantidad de raíces de este tipo, en el lote con kudzú se registró del lado de la línea de cosecha, mostrando diferencia significativa en los 3 puntos de muestreo. Tabla 22.

Del lado de la palera, a dos y 3 m de distancias en ambos lotes, no se halló diferencia significativa, en cuanto a la cantidad de estas raíces, pero a la distancia de un metro, las palmas ubicadas en el lote que presenta kudzú como cobertura vegetal, tienen una mayor cantidad de estas raíces, siendo significativa la diferencia observada, Tabla 23.

Tabla 22. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias determinado en peso seco (gr.), entre el lote 6A con kudzú y el lote 6B sin kudzú del lado de la línea de cosecha con sus respectivas distancias.

Distancia en metros	1	2	3
Lote 6B sin kudzú	0.705 ^a	0.524 ^a	0.373 ^a
Lote 6 A con kudzú	0.932 ^b	0.781 ^b	0.587 ^b

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las columnas, muestran diferencia significativa

Tabla 23. Análisis comparativo de la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias determinado en peso seco (gr.), entre el lote 6A con kudzú y el lote 6B sin kudzú en la línea de palera con sus respectivas distancias.

Distancia en metros	1	2	3
Lote 6B sin kudzú	0.614 ^a	0.712 ^a	0.708 ^a
Lote 6 A con kudzú	1.016 ^b	0.746 ^a	0.765 ^a

ANAVA ($f < 0.05$)

Valores con letras diferentes en las columnas, muestran diferencia significativa.

Valores con igual letra en las columnas no muestran diferencia.

3.4 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.

3.4.1 Características físicas del lote 1-A con kudzú

Este lote presenta una textura franco arenoso (F.A). El análisis de granulometría muestra que en este lote predominan las arenas finas con un 23.2 %, el limo con un 25.2%, y la arcilla con un 19.8%, el resto de la composición granulométrica de este lote se puede apreciar en la tabla 24.

La Densidad Aparente (D_a) en este lote es de 1.5 del lado de la línea de cosecha, en ambas profundidades. Del lado de la línea de palera es de 1.4 en los primeros 20 cm de profundidad y de 1.5 entre 20 y 40 cm de profundidad.

La Densidad Real (D_r) es de 2.35 del lado del la línea de palera en ambas profundidades, mientras que en la línea de cosecha es de 2.2 en los primeros 20 cm y de 2.3, entre 20 y 40 cm de profundidad

El comportamiento de la curva de conductividad hidráulica, indica que la permeabilidad es lenta en este lote especialmente del lado de la calle de la cosecha donde presenta valores extremadamente bajos. Figuras 25.

La consistencia en este suelo es la siguiente:

Suelo seco: Duro en todas la profundidades muestreadas.

Suelo húmedo: Del lado de la calle es muy firme en ambas profundidades, y del lado de la palera es friable en las dos profundidades.

Suelo mojado: Es pegajoso en los dos sitios de muestreos y en las dos profundidades.

La demás propiedades físicas evaluadas en este lote se pueden observar en la tabla 25.

3.4.2 Características físicas del lote 7 sin kudzú.

Este lote posee una textura franco arenoso (F.A.), en donde predominan las arenas finas con un 20.30%, el limo con un 31.2% y las arcillas con un 17.3%, el resto de la composición granulométrica se puede apreciar en la tabla 24.

La Densidad Aparente (D_a) presenta un valor de 1.6 del lado de la calle de cosecha, en ambas profundidades, mientras del lado de la palera es de 1.6 en los primeros 20 cm y 1.38 de 20 a 40 cm de profundidad.

La Densidad Real (D_r) presenta valores de 2.35 del lado de la calle de cosecha en ambas profundidades, y en la palera es de 2.2 en los primeros 20 cm, y de 2.35 entre los 20 y 40 cm de profundidad.

El comportamiento de la curva de la conductividad hidráulica indica que hay valores de baja permeabilidad, siendo lenta del lado de la zona de palera y extremadamente lenta del lado de la calle de cosecha. Figura 26.

La consistencia es uniforme en este lote; tanto en los dos sitios de muestreo como en las diferentes profundidades:

En suelo seco: Dura.

En suelo húmedo: Friable.

En suelo mojado: Pegajoso.

Las otras propiedades físicas evaluadas en este lote se pueden observar en la tabla 25.

3.4.3. Características físicas del lote 6 A con kudzú.

La textura predominante en este lote es franco arenoso. El análisis de granulometría muestra que este lote tiene un 20.2% de arena media, un 19.8% de arena fina, un 26.2% de limo y un 16.7% de arcilla, el resto de los componentes de granulometría se pueden apreciar en la tabla 24.

La Densidad Aparente (D_a) en este lote es de 1.47 en los primeros 20 cm. de profundidad del lado de la calle de cosecha, de 1.6 entre los 20 y 40 cms de profundidad, de lado de la zona de palera el valor es de 1.6 en ambas profundidades.

En cuanto a la Densidad Real (D_r) este valor fue de 2.3 del lado de la calle de cosecha y 2.4 del lado de la palera en las dos profundidades.

La curva de la conductividad hidráulica en este lote indica que la permeabilidad es extremadamente lenta especialmente del lado de la calle de cosecha y baja en la zona de palera. Figura 27.

La consistencia en este lote es uniforme teniendo las siguientes características:

En suelo seco: Ligeramente dura.

En suelo húmedo: Friable.

En suelo mojado: Ligeramente pegajoso.

Las demás propiedades físicas de este lote se pueden apreciar en la tabla 25.

3.4.4 Características físicas del lote 6 B sin kudzú.

La textura de este lote es franco arenoso. El análisis de granulometría muestra que en él hay un 15.5% de arena fina, un 12.6% de arena muy fina, un 30.2% de limo y un 22.1% de arcilla. El total de la composición granulométrica de este lote se puede observar en la tabla 24.

Los valores de densidad aparente son de 1.4 para el lado de la calle de cosecha, y de 1.3 para el lado de la zona de palera en ambas profundidades.

Para la densidad real (D_r) los valores obtenidos fueron de 2.14 para el lado de la calle de cosecha en los primeros 20 cm de profundidad, este mismo valor se repite del lado de la palera a la misma profundidad. En la línea de cosecha

entre 20 y 40 cm. de profundidad es de 2.2 y del lado de la línea de palera es de 2.34.

Los valores de la conductividad hidráulica muestran que este lote tiene una permeabilidad lenta tanto del lado de la calle como del lado de la palera.

Figura 28.

La consistencia en los suelos de este lote se presentan de la siguiente manera:

En suelo seco: Muy dura.

En suelo húmedo: Muy friable.

En suelo mojado: Pegajoso.

Las otras propiedades físicas evaluadas en este lote se pueden apreciar en la tabla 25.

Tabla 24. Composición granulométrica de los lotes de estudio.

LOTES	Gr %	Amg %	Ag %	A m %	Af %	A mf %	L %	Ar %	TOTAL %
1 A	0	5.8	7.5	15.2	23.2	3.3	25.2	19.8	100
7	0	5.5	9.5	8.7	20.3	3.5	31.2	17.3	100
6 A	0	4.2	8.4	20.2	19.8	4.5	26.2	16.7	100
6 B	0	3.5	10.2	10.5	15.5	12.6	30.2	22.1	100

Tabla 25. Propiedades físicas de los lotes de estudio.

LOTE	MUESTRA	TEXTURA	ESTRUCTURA	Da	Dr	P (%)	He	SECO	HUMEDO	MOJADO	PERMEABILIDAD	COMPACTACION
6 A CON KUDZÚ	Calle 0 - 20 cm	FA	GRANULAR	1.47	2.34	37.17	38.08	lig. Dura	friable	Lig.pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 A CON KUDZÚ	Calle 20 - 40 cm	FA	GRANULAR	1.62	2.38	32.77	36.98	lig. Dura	friable	Lig.pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 A CON KUDZÚ	palera 0 - 20cm	FA	GRANULAR	1.64	2.44	33.6	43.12	lig. Dura	friable	No pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 A CON KUDZÚ	palera 20 - 40cm	FA	GRANULAR	1.47	2.4	31.66	34.16	lig. Dura	friable	Lig.pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 B SIN KUDZÚ	Calle 0 - 20 cm	FA	GRANULAR	1.42	2.14	31.3	44.5	muy dura	Muy friable	Pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 B SIN KUDZÚ	Calle 20 - 40 cm	FA	GRANULAR	1.48	2.2	35.45	33.8	lig. Dura	friable	Lig.pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 B SIN KUDZÚ	palera 0 - 20cm	FA	GRANULAR	1.47	2.14	35.51	37.23	muy dura	Muy friable	Pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
6 B SIN KUDZÚ	palera 20 - 40cm	FA	GRANULAR	1.57	2.34	41.45	36.36	dura	Muy friable	Pegajoso	MUY BAJA	COMPACTADO
1 A CON KUDZÚ	Calle 0 - 20 cm	FA	GRANULAR	1.57	2.22	29.27	33.3	dura	firme	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
1 A CON KUDZÚ	Calle 20 - 40 cm	FA	GRANULAR	1.52	2.3	33.91	32.7	dura	firme	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
1 A CON KUDZÚ	palera 0 - 20cm	FA	GRANULAR	1.45	2.35	38.29	34.4	lig. Dura	friable	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
1 A CON KUDZÚ	palera 20 - 40cm	FA	GRANULAR	1.55	2.35	34.04	28.42	dura	Muy friable	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
7 SIN KUDZÚ	Calle 0 - 20 cm	FA	GRANULAR	1.63	2.35	30.63	35.01	dura	firme	No pegajoso	BAJA	COMPACTADO
7 SIN KUDZÚ	Calle 20 - 40 cm	FA	GRANULAR	1.66	2.35	29.36	32.97	dura	firme	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
7 SIN KUDZÚ	palera 0 - 20cm	FA	GRANULAR	1.65	2.22	25.67	36.36	dura	firme	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO
7 SIN KUDZÚ	palera 20 - 40cm	FA	GRANULAR	1.48	2.35	41.27	41.1		firme	Pegajoso	BAJA	COMPACTADO

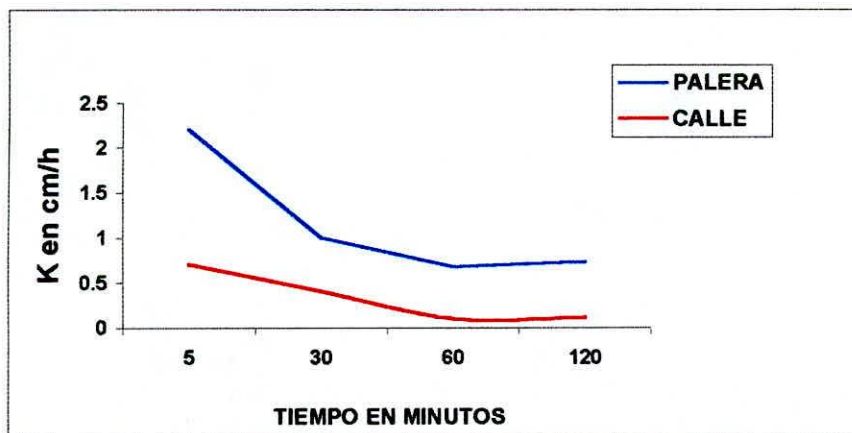


Figura 25. Curva de conductividad hidráulica lote 1 A con kudzú.

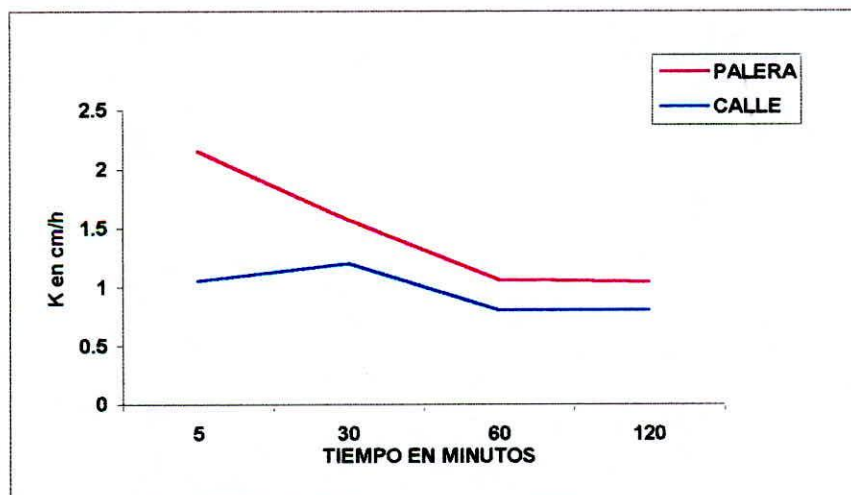


Figura 26. Curva de conductividad hidráulica para el lote 7 sin kudzú.

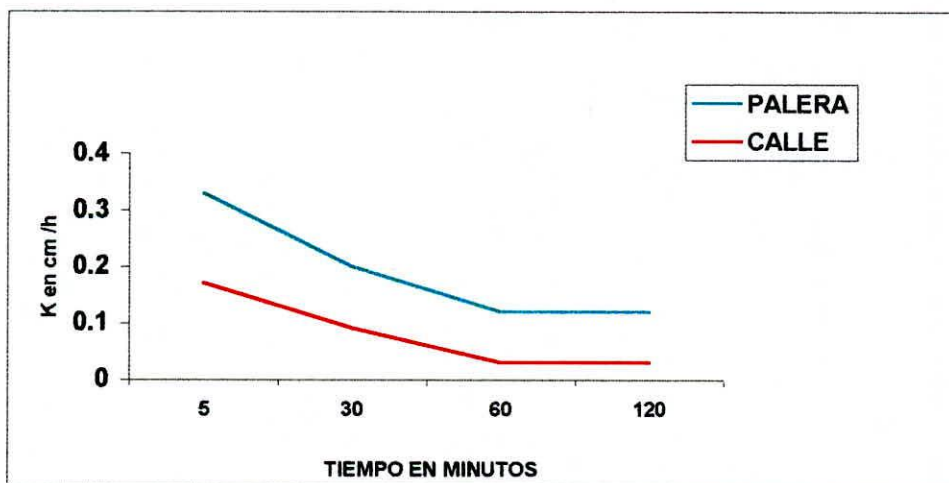


Figura 27. Curva de conductividad hidráulica lote 6 A con kudzú

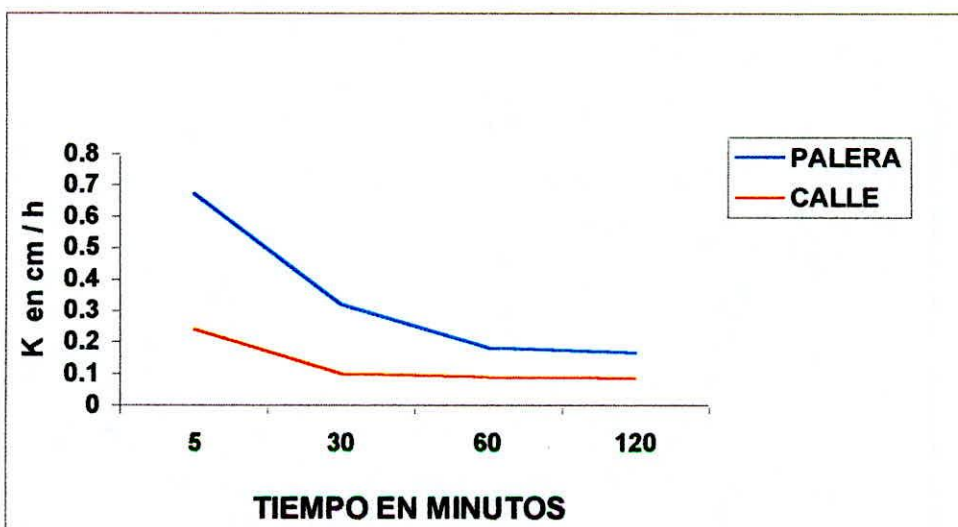


Figura 28. Curva de conductividad hidráulica lote 6 B sin kudzú.

3.5 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS.

La tabla 26 muestra los resultados de los análisis químicos realizados a los lotes objeto de estudio.

Tabla 26. Análisis químico de los lotes de estudio.

PARÁMETROS	L O T E S			
	1-A Kudzú	6 A con kudzú	6B sin kudzú	7 sin kudzú
Reacción-pH	6.6	5.92	5.96	5.93
K me/100 gr	0.38	0.36	0.33	0.27
Ca me/100 gr	5.22	4.85	4.90	4.56
Mg me/100 gr	1.95	1.32	1.28	1.20
Na me/100 gr	0.08	0.05	0.05	0.05
P.p.p.m	15.20	17.20	16.20	13.60
Mat Organica %	2.95	3.06	2.50	2.50
N.Total %	0.1480	0.1640	0.1260	0.1260
N. Asimilable %	0.0030	0.0033	0.0028	0.0022
C.I. Cr me/100gr	7.63	6.58	6.56	6.16
C.I Cr me/100gr	10.20	10.51	10.00	10.22
P.S.I	1.04	0.76	0.76	0.81
C.E mmhos/cm	1.00	0.88	0.95	0.88
Boro (B) p.p.m	0.45	0.42	0.32	0.41
Hierro (fe) p.p.m	66.20	65.00	71.20	66.20
Cobre (Cu) p.p.m	4.20	4.80	3.81	3.60
Zinc (Zn) p.p.m	4.10	3.20	4.22	3.10
Mn p.p.m	0.65	0.50	0.48	0.41

4. DISCUSIÓN

La cantidad de raíces primarias y secundarias en las palmas es muy variado, en este aspecto, no se encontró una tendencia o patrón definido.

Un ejemplo preciso, es que en el lote 1A de las diez palmas muestreadas, hacia la línea de cosecha a un metro de distancia, el peso de las raíces primarias oscilaron entre 0.84 y 9.46 gr, lo cual al final incide en el coeficiente de variación hallado para este promedio, esta situación también, se dio hacia la línea de palera.

Lo anterior, coincide con lo expresado por Cayón, (2) quién sostiene que las raíces primarias de las palmas, se lignifican con mucha rapidez, la cual explica que en el momento de la extracción muchas de esta raíces se encontraban en diferentes etapas de este proceso, por lo cual su grosor y cantidad de masa fueron distintos, lo que al final marcaría diferencias entre las cantidades de estas raíces, halladas en las palmas muestreadas.

Por su parte las raíces secundarias, parecen estar influenciadas por la situación que se da con el primer grupo de raíces, ya que estas se derivan de las anteriores.

La amplia variación en la cantidad de raíces primarias y secundarias, no permite relacionar si la presencia de Kudzú, como cobertura puede estar influenciando su desarrollo y posterior distribución en el perfil del suelo.

Con respecto al grupo de raíces terciarias-cuaternarias, la variación es menos evidente, lo cual se ve reflejado en los menores valores en el coeficiente de variación.

Esta situación se puede dar por diferentes razones, una es que estas raíces, se originan en cualquier segmento de las raíces primarias y secundarias, además presentan muchas bifurcaciones, lo que le permite a las palmas explorar una mayor área de suelo, situación que no ocurre con las raíces primarias y secundarias; por esto razón en el momento, de hacer la toma de muestra (suelo + raíces) se encontró mayor proporción de raíces terciarias cuaternarias.

Esta situación puede estar influenciada en parte por lo compacto que están los suelos de estos lotes, en donde el espacio poroso está muy disminuido, costándole a la planta más trabajo penetrar el suelo con las raíces de mayor grosor (primarias y secundarias), mientras que con las raíces terciarias-cuaternarias, esta labor se hace más rápido y con menos gasto de energía.

Otro de los factores que se deben tener en cuenta es que el proceso de renovación de las raíces terciarias-cuaternarias es constante y rápido, mientras que en las raíces primarias y secundarias, este es más lento. Además, durante el trabajo no se observó en el sistema radicular daños por plagas y/o enfermedades, que en determinado momento pudiese afectar las raíces. Tampoco el análisis químico mostró valores externos en los contenidos de sales ni en los niveles de Ph, que según Hartley (9), pueden disminuir la masa radicular en la palma de aceite.

El fenómeno de compactación observado en los lotes, muestra que esta afectando, la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, especialmente hacia la línea de cosecha, como se ve en los resultados.

Los lotes objeto de estudio presentaron problemas de compactación, textura Franco Arenosa con buenos contenidos de Arcilla. Según Castro (1), estas condiciones son propicias para que ocurra una buena disminución en el espacio poroso del suelo (tabla 24). Pero esta compactación no solo está determinada por la textura de estos suelos, sino también por las labores propias del cultivo, que afectan directamente las condiciones físicas del mismo, lo cual se ve reflejado en los altos valores de densidad aparente, densidad real y baja infiltración, como se puede ver en la tabla 25.

Una de las labores del cultivo, que sin duda esta favoreciendo la compactación, es la cosecha, ya que durante esta labor son introducidos en los lotes maquinaria para el transporte de los racimos, la cual ejerce sobre el suelo una presión que con el tiempo va desmejorando sus condiciones físicas, en especial su densidad aparente, la que en este caso se manifiesta con altos valores, por ejemplo 1.66 gr./cc. en el lote 7, (tabla 25).

A la distancia de 2 y 3 metros hacia la línea de cosecha, la cantidad de raíces terciarias y cuaternarias fue escasa; mientras que hacia la línea de palera, la situación fue contraria. Este comportamiento, se dio tanto en lotes con kudzú, como en aquellos que no presentaban esta leguminosa .

Este suceso tiene su explicación en el hecho, de que durante el transporte de los racimos, el vehículo usado en esta tarea invade o pasa por el plato, a la distancia de 2 y 3 metros, produciendo esto un empalmazamiento y disminución del espacio poroso del suelo, situación que retrasa el crecimiento o desarrollo de este tipo de raíces; suceso que no se da en la línea de palera, por que el transito de vehículos es restringido o nulo.

Hacia la línea de palera, la mayor cantidad de raíces terciarias-cuaternarias en las palmas, se encontraron en las distancia de 1 y 3 metros, siendo similares los contenidos.

Esta tendencia o comportamiento a 3 metros de distancia, es favorecida por el hecho de que en esta zona, son colocados los desechos de hojas cortados durante la cosecha y poda, estos al descomponerse aportan o mejoran la disponibilidad de nutrientes, ayudan a retener humedad, mejoran los contenidos de materia orgánica, lo que se constituye en un medio propicio para que se desarrolle este tipo de raíces.

Pero a la distancia de un metro no se colocan los desechos de la cosecha y la poda, el alto contenido de esta raíces es debido a que en esta zona se halla, la mayor cantidad de raíces primarias y secundarias, y como se observó durante el desarrollo de este estudio, y estas presentan muchas raíces terciarias-cuaternarias en toda su extensión.

Las palmas sembradas en lotes que tenían kudzú, presentaban en forma general mayor cantidad de raíces terciarias-cuaternarias, que aquellas palmas localizadas en lotes sin esta leguminosa; un aspecto a tener en cuenta, es que las condiciones físicas de los lotes evaluados, eran muy similares (altos valores de densidad aparente y baja infiltración). Esto da a entender que el uso del kudzú como cobertura no está influyendo en las condiciones físicas del suelo; pero sí favorece el desarrollo de las raíces terciarias-cuaternarias de las palmas. Esto tiene su explicación en parte por el hecho que en los lotes con kudzú, los contenidos de algunos elementos nutritivos presentes en el suelo, están en mayor cantidad, que en los lotes sin kudzú; por esta razón las palmas en lotes con kudzú, cuentan con una mayor fuente de minerales, propiciando esto, el desarrollo de las raíces encargadas de la absorción .

Otro aspecto, que también puede estar incidiendo en este comportamiento, es la alta población de gramíneas, observadas en los lotes sin kudzú, éstas en su mayoría están invadiendo la zona del plato, lo cual sin duda afecta la disposición de los nutrientes en el suelo, y la cantidad de raíces terciarias-cuaternarias de las palmas, pues es sabido, que las gramíneas logran establecerse con rapidez, ganándoles espacio a otras plantas, además son muy eficiente en la toma de nutrientes del suelo, lo cual limita la presencia o desarrollo de otro tipo de planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede pensar que la mejor zona para aplicar fertilizantes, es a 1 metro de distancia del estipe, por encontrarse gran cantidad de raíces terciarias y cuaternarias. A 3 metros de distancia, hacia la línea de palera, también se da lo anterior, sumado a que los niveles de humedad son altos lo que favorece la rápida incorporación de los productos aplicados.

5. CONCLUSIONES

La cantidad de raíces primarias y secundarias en la palma de aceite es muy variado; en este aspecto no se encontró un patrón o conducta definida en los sitios de muestreo; línea de cosecha y línea de palera. Estas raíces se hallan en mayor cantidad a 1 metro de distancia.

La cantidad de raíces terciarias- cuaternarias es más uniforme en las palmas; se observó una estrecha relación entre las condiciones físicas del suelo y la presencia de Kudzú como cobertura. En lotes con coberturas la cantidad de raíces terciarias y cuaternarias fue mayor que en palmas plantadas en lotes sin Kudzú. Hacia la línea de cosecha el crecimiento y desarrollo de estas raíces es bastante limitado, debido a lo compactado que está esta zona.

La cantidad de raíces terciarias-cuaternarias en las palmas, fue mayor en la zona de palera en las distancias de 2 y 3 metros, comparadas con la halladas hacia la línea de cosecha, a esa misma distancia. A 1 metro, no se halló

diferencia significativa en la cantidad de estas raíces halladas tanto en la línea de cosecha como en la línea de palera.

La presencia de kudzú como cobertura, no influye en las condiciones físicas de los suelos en los lotes estudiados, pues el fenómeno de compactación se presenta en lotes con o sin esta leguminosa; el factor que más incidencia tiene sobre la compactación, es el tránsito de maquinaria y equipos de transporte, que se utilizan durante la cosecha y otras labores propias del cultivo. Esto se manifiesta más en los lotes con altos contenidos de arcilla y textura Franco Arenosa.

Los lotes en los cuales hay Kudzú, como cobertura, presentan en forma general, mejores contenidos de elementos nutritivos, lo cual reafirma la bondad de esta leguminosa como cobertura.

Las gramíneas por su alta competitividad, están limitando la disponibilidad de espacio, agua y elementos esenciales para la nutrición, en aquellos lotes donde su población es alta, y no hay cobertura con kudzú, esta situación afecta el desarrollo de las raíces terciarias-cuaternarias por parte de la palma.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTRO FRANCO, Hugo E. Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Instituto universitario Juan de Castellano. Tunja, 1998. P.450.

2. CAYON SALINAS, Daniel Gerardo. Apuntes sobre la fisiología de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* jacq.). Revista PALMAS, editado por la federación nacional de palma de aceite FEDEPALMA

3. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN PALMA DE ACEITE. Factores Físicos del suelo y su relación con el desarrollo de focos de pudrición de cogollo. Ceniavances No. 15 CENIPALMA. Bogotá 1995.

4. CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN PALMA DE ACEITE. Utilización de la profundidad del horizonte arcilloso como herramienta para estimar la distribución y el potencial de desarrollo de la pudrición de cogollo, CENIAVANCES No. 34 CENIPALMA. Bogotá 1997.

5. CHILDS. E.C., The water table equipotentials and streamlines in drained land. Soil Science. México 1983 p. 317-330.
6. FORDE. C.M., Effect of the dry season un uptake of radioactive phosphorus by surface of the oil palm agronomy journal 1992. P. 622-623.
7. FORSYTHE. Warren. Física de suelos. Editado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José Costa Rica 1980 p. 209.
8. GRANADA. Paz, José Ernesto, Riego en palma de aceite. En memorias del primer curso internacional de palma de aceite. Ed. CENIPALMA, Bogotá 1996 148 p.
9. HARTLEY, CW.S. La palma de aceite, segunda edición. Compañía editorial Continental. México 1986 .203-214. p
10. ISRRAELSEN Y HANSEN, E. Principios y aplicaciones del riego 2° edición. Editorial Reverte, Barcelona 1975 , 396 P

11. LORA, R. Factores que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, fertilidad de suelo. Diagnostico y control. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 29 –55 p.

12. MONTENEGRO, G. H. Física de suelos: Notas sobre el curso de física de suelos. Bogotá, Universidad nacional. 1982. .450 p.

13. MUNEVAR, M. Fernando. Problemática de los suelos cultivados con palma de aceite en Colombia. Revistas Palmas. Volumen 19 número especial 1998. Editado por la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. FEDEPALMA, Centro de investigaciones en palma de aceite. CENIPALMA. Bogotá 1997 p. 218

14. PABÓN S. H. Planificación y manejo de riegos y drenajes en una plantación de palma africana. Palmas. Bogotá 1981 23 P.

15. TINKER, P.B. And Smilde. Oil palm research. Drymatter producción and nutrient contents of oil palm. Nutrient content. Plant and sapl smilde eds. 1986, 350 –363 p.

16. ZAKARIA, Zin. Manejo de suelos y fertilizantes en plantaciones de palma de aceite en Malasia. En palmas Vol. 19 número especial 1998. memorias XII conferencia internacional sobre palma de aceite 1997. Bogotá 1998. 38-41 p.

ANEXOS

Anexo A: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias-cuaternarias del lado de la línea de cosecha, en las tres distancias evaluadas en el lote 1 -A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis jacq*), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos		3 metros 0.585	2 metros 0.935	1 metro 1.13
1 metro	1.13	0.54**	0.35*	0
2 metros	0.93	0.195**	0	
3 metros	0.585	0		

P (5 %) = 0.025

* Diferencia significativa

** Diferencia Altamente significativa.

Anexo B: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias-cuaternarias de lado de la línea de palera, en las tres distancias evaluadas en el lote I-A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E.guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos	3 metros 0.987	1 metro 0.975	2 metros 0.694
2 metro 0.694	0.293**	0.281**	0
1 metros 0.975	0.018 ^{N.S}	0	
3 metros 0.987	0		

P (5 %) = 0.019

* Significativa

** Altamente significativa

^{N.S} = No significativa

Anexo C: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado de la línea de cosecha, en las tres distancias evaluadas en el lote 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos		3 metros 0.607	2 metros 0.634	1 metro 1.018
1 metro	1.018	0.411**	0.027*	0
2 metros	0.634	0.384 ^{N.S}	0	
3 metros	0.607	0		

P (5 %) = 0.014

P (1 %) =

* Significativo

** Altamente significativo

^{NS} : No significativo.

Anexo D: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado de la línea, de palera en las tres distancias evaluadas en el lote 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos	2 metros 1.006	3 metros 0.953	1 metro 0.836
1 metro 0.836	0.17**	0.117**	0
3 metros 0.953	0.053*	0	
2 metros 1.006	0		

P (5 %) = 0.015

P (1 %) =

* Significativo

** Altamente significativo

Anexo E: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado del lado de la línea de cosecha, en las tres distancias evaluadas en el lote 6 A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos		1 metro 0.932	2 metros 0.781	3 metros 0.587
3 metros	0.587	0.345**	0.194**	0
2 metros	0.781	0.151**	0	
1 metros	0.932	0		

P (5 %) = 0.009

P (1 %) =

* Significativo

** Altamente significativo

Anexo F: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 6 A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos	1 metro 1.016	3 metros 0.765	2 metros 0.746
2 metros 0.746	0.27**	0.027 ^{N.S}	0
3 metros 0.765	0.25**	0	
1 metros 1.016	0		

P (5 %) = 0.019

P (1 %) =

* Significativo

** Altamente significativo

^{NS} : No significativo.

Anexo G: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias del lado del lado de la línea de cosecha en las tres distancias, evaluadas en el lote 6 B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos	1 metro 0.705	2 metros 0.524	3 metros 0.373
3 metros 0.373	0.332**	0.151**	0
2 metros 0.524	0.181**	0	
1 metros 1.705	0		

P (5 %) = 0.00621

* Significativo

** Altamente significativo

Anexo H: Prueba de Duncan de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera en las tres distancias, evaluadas en el lote 6B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

Tratamientos	2 metros 1.016	3 metros 0.765	1 metro 0.746
1 metro 0.614	0.098*	0.094*	0
3 metros 0.708	0.004 ^{NS}	0	
2 metros 0.712	0		

P (5 %) = 0.013

* Significativo

** Altamente significativo

^{NS} : No significativo.

Anexo I: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a un metro de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 6 A, sin kudzú y 6 B con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.80852	0.80852	74.04**	5.12	10.56
Bloques	9	0.1322	0.0148	1.355	3.18	5.35
Error	9	0.0982	0.01092			
Total	19	1.039				

* Significativo

** Altamente significativo

Anexo J: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a dos metros de distancia a partir de la base de estipe, en los lotes 6 B sin kudzú y 6 A con kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.0066	0.0066	0.343 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.0996	0.01106	0.576	3.18	5.35
Error	9	0.1728	0.0192			
Total	19					

^{NS} : No significativo.

Anexo K: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a tres metros de distancia a partir de la base de estipe, en los lotes 6 A con kudzú y 6 B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.01689	0.01689	1.895 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.17385	0.019316	2.167	3.18	5.35
Error	9	0.0802	0.00891			
Total	9					

^{NS} : No significativo.

Anexo L: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a un metro de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 6 A con kudzú y 6 B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.25849	0.25849	23.67**	5.12	10.56
Bloques	9	0.08015	0.0089	0.815	3.18	5.35
Error	9	0.09836	0.01092			
Total	9					

* Significativo

** Altamente significativa.

Anexo M: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a dos metros de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 6 A con kudzú y 6 B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.33037	0.33037	27.58**	5.12	10.56
Bloques	9	0.1038	0.011538	0.963	3.18	5.35
Error	9	0.10778	0.011975			
Total	19					

* Significativo

** Altamente significativa.

Anexo N: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a tres metros de distancia a partir de la base de estipe, en los lotes 6 A con kudzú y 6 B sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.22898	0.22898	54.64**	5.12	10.56
Bloques	9	0.0463	0.00514	1.226	3.18	5.35
Error	9	0.03772	0.00419			
Total	19					

* Significativo

** Altamente significativa.

Anexo O: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a un metro de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.09	0.1	1.07 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.08	0.008	0.8	3.18	5.35
Error	9	0.09	0.01			
Total	19					

^{NS}: No significativo.

Anexo P: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a dos metros de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.477432	0.477432	25.77**	5.12	10.56
Bloques	9	0.02912	0.003235	0.1	3.18	5.35
Error	9	0.166768	0.01852			
Total	19					

** Altamente significativo.

Anexo Q: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de palera a tres metros de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.00578	0.00578	0.27 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.2265	0.02516	1.175	3.18	5.35
Error	9	0.19272	0.0214			
Total	19					

^{NS}: No significativo.

Anexo R: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a un metro de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamientos	1	0.06272	0.06272	1.88 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.46818	0.05202	1.56	3.18	5.35
Error	9	0.29958	0.0332			
Total	19					

^{NS}: No hay significancia.

Anexo S: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a dos metros de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamientos	1	0.453005	0.453005	27.58**	5.12	10.56
Bloques	9	0.238245	0.022	1.6	3.18	5.35
Error	9	0.130495				
Total	19					

** Altamente significativo.

Anexo T: Análisis de varianza de los promedios obtenidos en peso seco (gr) de raíces terciarias – cuaternarias en la línea de cosecha a tres metros de distancia, a partir de la base de estipe, en los lotes 1-A con kudzú y 7 sin kudzú, para el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), en la plantación Maria Luisa, Zona Bananera del Magdalena.

CV	GL	S.C.T	C.M	F.c	Ft. 5 %	Ft. 1 %
Tratamiento	1	0.00242	0.00242	0.48 ^{NS}	5.12	10.56
Bloques	9	0.1	0.01	2	3.18	5.35
Error	9	0.05198	0.005			
Total	19					

^{NS}: No significativo.

