

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

"EFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMONERO EN LA
DISTRIBUCION RADICAL DE LA ASOCIACION LIMON-COCOTERO"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

Tereso de Jesús Miramontes Cárdenas

GUADALAJARA, JAL.

1983

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 20 de Mayo 1982

C. **DR. LECHEL GONZALEZ JAUREGUI**
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

TERESO DE JESUS MIRAMONTES CARDENAS titulada:

" EFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMONERO EN LA DIS-
TRIBUCION RADICAL DE LA ASOCIACION LIMON-COCOTERO. "

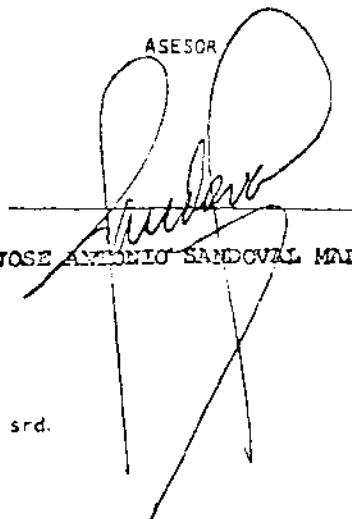
Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

DIRECTOR



DR. J. JESUS SEPULVEDA MEJIA

ASESOR



DR. JOSE AMELIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR



DR. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ

srd.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI MADRE

Godeleva Cárdenas Avila

Porque se ha realizado el anhelo que tuvo

A MI PADRE Y ESPOSA

José Miramontes Mojerro

Ema Avila Saldaña

Con admiración, respeto y gratitud

A MIS HERMANDOS

Leopoldina y esposo Juan José Rodríguez Madrid

Vicente y esposa Consuelo Camarillo Acevez

Juan Antonio

Yolanda

Luis Alfonso

Por el constante apoyo, comprensión y cariño

A LOS TIOS, TIAS Y DEMAS FAMILIARES

Porque siempre exista unión en la familia

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por brindarme su amistad

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por la oportunidad brindada

A MIS MAESTROS DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA

Por los conocimientos recibidos

AL ING. MC. JESUS SEPULVEDA MEJIA

Director de Tesis

A LOS INGS. ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

NICOLAS SOLANO VAZQUEZ

Asesores de Tesis

AL ING. M.C. VICTOR MANUEL MEDINA

Por su constante apoyo y dirección de este trabajo

AL PERSONAL DEL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE TECOMAN
COLIMA

Por las facilidades y ayuda recibidas en la realización
de esta Tesis

A MIS COMPAÑEROS DEL FIDEFRUT

Por su apoyo y desinteresada colaboración

A LA SRTA. IRMA RODRIGUEZ BUENO

Por su dedicación y paciencia en la mecanografía de esta
Tesis

A LAS PERSONAS QUE DE ALGUNA FORMA INTERVINIERON EN EL PRESEN
TE TRABAJO

Lista de cuadros

Lista de figuras

Resumen

I.- INTRODUCCION	1
II.- REVISION BIBLIOGRAFICA	3
1. Importancia de los estudios de raíces	3
2. Distribución radical de algunos cítricos	4
3. Distribución radical del cocotero	5
4. Efecto de la competencia entre árboles en el desarrollo del sistema radical	6
5. Distribución de raíces en diferentes orientaciones o zonas de muestreo	7
6. Efecto de la fertilización en la distribución radical	8
7. Conclusiones de la revisión bibliográfica	11
III.- OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	12
IV.- MATERIALES Y METODOS	13
1. Localización del sitio experimental	13
2. Descripción de la zona	13
3. Material vegetativo utilizado	13
4. Tratamientos de fertilización y método de aplicación	14
5. Método empleado para el estudio de raíces	15
6. Obtención y manejo de la muestra	15
7. Metodología estadística	17
8. Transformaciones	17

V.- RESULTADOS Y DISCUSION	20
1. Significancia de los factores involucrados en el estudio	20
2. Efecto de la orientación sobre la densidad de raíces del limón y cocotero	23
3. Efecto de las dosis de fertilización en la densidad de raíces del limón y cocotero	24
4. Efecto de la dosis de fertilización en la densidad de raíces del limón y cocotero en dos orientaciones	27
5. Distribución vertical de las raíces del <u>li</u> món y cocotero en dos orientaciones	30
6. Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones	33
7. Efecto de las dosis de fertilización en - la distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones	36
8. Efecto de la interacción dosis por distan- cia en la distribución radical del limón y cocotero asociados en dos orientaciones	43
9. Interacción distancia por profundidad en - las raíces del limón y cocotero	51
VI.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	53
VII.- BIBLIOGRAFIA	55
VIII.- APENDICE	59

CUADRO 1	SIGNIFICANCIA DE LOS FACTORES ESTUDIADOS EN BASE A LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMON Y COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES MUESTREADAS. TECOMAN COLIMA 1983.	21
CUADRO 1A	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL SUELO DONDE SE REALIZO EL EXPERIMENTO	61
CUADRO 2	SIGNIFICANCIA DE ALGUNOS FACTORES - EN BASE AL ANALISIS COMBINADO. DENSIDAD DE RAICES DEL LIMON Y COCOTERO ASOCIADOS. TECOMAN, COLIMA 1983.	22
CUADRO 2A	ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRNASFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DEL LIMON EN LA ORIENTACION-PALMA. TECOMAN, COLIMA 1983	62
CUADRO 3	DENSIDAD DE RAICES DE DIFERENTES - DIAMETROS DE LIMON Y COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	23
CUADRO 3A	ANDEVA DE LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRNASFORMADOS DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO EN LA ORIENTACION-PALMA. TECOMAN, COLIMA 1983	63
CUADRO 4	EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMON ASOCIADO CON COCOTERO. TECOMAN, COLIMA 1983	25
CUADRO 4A	ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DE LIMON EN LA ORIENTACION-LIMON. TECOMAN, COLIMA 1983	64
CUADRO 5	EFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMON EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL COCOTERO. TECOMAN, COLIMA 1983	26

CUADRO 5A	ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO EN LA ORIENTACION-LIMON. TECOMAN, COLIMA 1983.	65
CUADRO 6	EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMONERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983.	27
CUADRO 6A	ANDEVA CONJUNTO PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DEL LIMONERO. TECOMAN, COLIMA 1983	66
CUADRO 7	EFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMON EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983.	29
CUADRO 7A	ANDEVA CONJUNTO PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO. TECOMAN, COLIMA 1983	67
CUADRO 8	DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ZONAS DE MUESTREO. TECOMAN, COLIMA 1983	31
CUADRO 8A	EFECTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	68
CUADRO 9	DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL LIMONERO EN DOS ZONAS MUESTREADAS. TECOMAN, COLIMA 1983.	32
CUADRO 9A	EFECTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	69
CUADRO 10	DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES MUESTREADAS. TECOMAN, COLIMA 1983.	33

CUADRO 10A	EFEECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	70
CUADRO 11	DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ZONAS DE MUESTREO. TECOMAN, COLIMA 1983.	35
CUADRO 11A	EFEECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983.	71
CUADRO 12A	INTERACCION DISTANCIA POR PROFUNDIDAD EN LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION RADICAL DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	72
CUADRO 13A	INTERACCION DISTANCIA POR PROFUNDIDAD EN LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION RADICAL DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983	73

Figura 1 (A)	Sistema de plantación y orientaciones muestreadas en una plantación de limón asociado con cocotero.	16
(B)	Profundidades y distancias muestreadas y método de excavación para extracción de bloques de suelo	16
Figura 1A	Interacción de los tratamientos de fertilización por la profundidad en la densidad y distribución de raíces menores a 2 mm de limón y menores de 3 mm de cocotero en dos orientaciones estudiadas.	60
Figura 2	Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles sin fertilizar.	38
Figura 3	Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Planta fertilizada con el tratamiento 0-60-60.	39
Figura 4	Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles fertilizados con la dosis 120-00-60.	40
Figura 5	Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Planta fertilizada con el tratamiento 120-60-60.	41
Figura 6	Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles fertilizados con la dosis 120-60-60.	42

Figura 7	Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón sin fertilizar	46
Figura 8	Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Planta de limón fertilizada con la dosis 0-60-60.	47
Figura 9	Distribución horizontal de las raíces de limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón fertilizados con la dosis 120-00-60.	48
Figura 10	Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón fertilizados con el tratamiento 120-60-00	49
Figura 11	Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Plantas de limón fertilizadas con la dosis 120-60-60	50



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESUMEN

De los frutales que se cultivan en el Estado de Colima, - el limón mexicano (Citrus aurantifolia Swingle) y el cocotero (Cocos nucifera L.) son los más importantes. El 75% de la superficie que ocupa el limonero se encuentra asociada con palma de coco y bajo estas condiciones se establece una competencia por agua, luz y nutrimentos entre estos cultivos.

Por tal motivo en el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos: conocer la distribución de raíces de la asociación limón-cocotero, determinar la competencia entre estos cultivos tomando como base la cantidad de raíces obtenidas en una zona en comparación con la otra. Además se evaluó el efecto de la fertilización, aplicada al limón sobre la densidad radical de ambos frutales. Esta información permitirá elaborar prácticas de cultivo adecuadas a las plantaciones asociadas.

El estudio se realizó en un huerto de limón y coco asociados de 15 años de edad, plantados a una distancia de 5 m uno del otro en forma intercalada dentro de la hilera y 10 m entre hileras. Los tratamientos de fertilización evaluados fueron: - 0-0-0 (testigo), 0-60-60, 120-0-60, 120-60-0 y 120-60-60. Para el muestreo de raíces se empleó el método de bloque-suelo que consistió en cavar una zanja de 50 cm por 400 cm de longitud y 100 cm de profundidad, extrayendo bloques de 50x50x20 cm. Partiendo de un árbol de limón se hicieron dos zanjas; una dentro de la hilera en dirección a la palma y otra entre hileras en dirección a otro árbol de limón.

El diseño experimental fue un bloque al azar con dos repeticiones y dos orientaciones (N-S y E-O), considerando un árbol como unidad experimental. Se utilizó el diseño de tratamiento de parcelas divididas; los factores estudiados fueron: dosis de fertilización (A), distancias y profundidades (B). -

Las raíces fueron clasificadas en dos y tres diámetros para li món y cocotero respectivamente y se registró el peso fresco y seco.

Los resultados obtenidos indican que la orientación o zona de muestreo influyó en la densidad radical de los cultivos asociados. En el limonero se encontró un 18.42% menos de raíces <2 mm de grosor y el 21.54% de raíces >2 mm en dirección a la palma que en la orientación-limón. Mientras que en las raíces del cocotero sucedió lo contrario obteniéndose el 70.72% del total de raíces en la orientación-palma y el 22.88% en la otra zona.

De los tratamientos de fertilización evaluados, el 120-0-60 fue el que propició un mayor desarrollo de raíces de todos los diámetros tanto del limón como en cocotero. En la zona donde se colocó el fertilizante (1.5-2.5 m del tronco) se notó un incremento de raíces de ambos frutales.

Para las dos orientaciones se encontró que las raíces del limón se concentraron en mayor cantidad de 0-20 cm de profundidad. Sin embargo en dirección al limón se registró un 22.4% más de raíces <2 mm y el 53% de las >2 mm en el perfil de 0-60 cm del suelo en comparación con la orientación-palma. En esta orientación las raíces del cocotero se situaron en mayor proporción de 0-40 cm de profundidad, registrándose el 60.40%, 79.6% y 71.7% de las raíces <3 mm, de 3-6 mm y >6 mm de grosor respectivamente; mientras que en la orientación limón se observó que en la primera capa de suelo 0-20 cm, estuvieron las más elevadas cantidades de los tres tipos de raíces, presentándose un menor desarrollo vertical.

En ambas orientaciones las raíces <2 mm del limón fueron encontradas en mayor proporción a 2 m del tronco; mientras que las >2 mm de grosor, se localizaron principalmente hasta 1.5 m en la orientación palma y en dirección al limón a un metro. En

esta última zona se registró un mayor desarrollo radical, encontrándose que entre 2 y 4 m de distancia había un 126% más de las <2 mm y 237% de las >2 mm en comparación con la orientación palma. El cocotero la mayor densidad de raíces se encontró a 2.5 m del tallo de la palma, obteniéndose el 53.54%, - - 62.07% y 77.22% del total de raíces <3 mm, de 3-6 mm y >6 mm de grosor respectivamente.

De este estudio se concluye que las raíces de limón muestran un desarrollo más restringido dentro de la hilera, debido a la cercanía de la palma de coco. Las dosis de fertilización y la zona de colocación del fertilizante influyeron en el desarrollo radical de los dos cultivos asociados. Por tal motivo en las plantaciones similares a las del presente estudio, se sugiere aplicar fertilizante a ambos frutales.

I.- INTRODUCCION

El Estado de Colima cuenta con las condiciones de suelo y clima favorables para el desarrollo de la fruticultura estimándose que existen 81,816.71 has., con árboles frutales, siendo el limón mexicano (Citrus aurantifolia Swingle) y el cocotero (Cocos nucifera L.) los más importantes. En 1982 el limón ocupó 30,547.6 has., que produjeron 312,992.091 toneladas de fruta con un valor de 2,118'956,88 pesos, mientras que el cocotero con 35,773.67 has., produjo 234,426.925 toneladas de copra y su valor ascendió a 11,018'065,475.00 pesos (Fideicomiso de las Frutas Cítricas y Tropicales).

Aproximadamente el 75% de la superficie cultivada con limón se encuentra asociada con cocotero. En una plantación las hileras de las palmas tienen una distancia de 10 a 12 m y el limón se planta intercalado entre las palmas de cocotero. En esta asociación el cultivo mejor atendido es el limón, de tal forma que las prácticas de riego, fertilización y labores culturales van dirigidas a este cítrico, aunque el cocotero también obtiene un beneficio indirecto.

Tanto el limón como el cocotero tienen necesidades diferentes de riego y fertilización. La competencia por agua, luz y nutrientes entre ambos frutales es fuerte y en estas condiciones los árboles de limón son los más afectados, presentando una disminución del rendimiento hasta del 50% en comparación con aquellos cultivados en unicultivo.

Por tal motivo en el presente estudio se pretende conocer solo una parte de la asociación limón-cocotero relacionada con la distribución de raíces de los frutales asociados y la posible competencia que se establece entre los mismos. Asimismo de determinar si la fertilización aplicada al limonero influye en el desarrollo radical de ambos cultivos. Esta información será de utilidad para mejorar algunas prácticas importantes en el -

manejo de los huertos asociados que ya existen o aplicar los - resultados generados a las plantaciones que se establezcan en el futuro.

II.- REVISION BIBLIOGRAFICA

1.- Importancia de los estudios de raíces

Tomando en cuenta el gran número de funciones que realizan las raíces de una planta es indispensable un mejor conocimiento del patrón de distribución radical de los árboles con la finalidad de elaborar las prácticas más adecuadas de manejo en los huertos. Kolesnikov en (1966), señala que el manejo de una plantación de frutales no solo afecta el desarrollo de la parte aérea sino también el sistema radical de las plantas. Bhat y Leela (1969), Kaufman et al (1971) y Boswell et al (1980) indican que el conocimiento de la distribución de raíces proporciona bases firmes para la elección de la distancia óptima de plantación, método de aplicación de los fertilizantes, lámina y frecuencia de riegos y labranza del suelo.

Ghosh y Dehra (1973), consignan que existe una relación entre la distribución de las raíces y el crecimiento vegetativo de la parte aérea, particularmente en árboles perennifolios. Aiyappa y Srivastava (1969), en un estudio con mandarinos y naranjas en Córcega, observaron la distribución de raíces de tres grupos de árboles; sanos, cloróticos (del 25-35% de sus hojas afectadas) y árboles severamente cloróticos (cerca o más del 75% dañado). Estos autores reportan que las raíces verticales de los árboles sanos penetraron a mayor profundidad del suelo y se extendieron a mayor distancia del tronco que las raíces de los árboles cloróticos. El peso seco total de raíces en estos últimos fue menor que el de los primeros.

Bevington y Castle en (1962) señalaron que la tasa de crecimiento de las raíces de los árboles de naranja Valencia injertados sobre Rugoso y Carrizo, disminuye fuertemente durante los periodos en que se observan los picos máximos de brotación vegetativa. Pero se incrementa fuertemente el crecimiento radical inmediatamente después de que cesa el desarrollo vegeta-

tivo.

2. Distribución radical de algunos cítricos

Praloran (1977), señala que los cítricos tienen un sistema radical de tipo pivotante con una sola raíz principal en árboles plantados in situ y se les desarrolla un doble o triple pivote cuando se transplantan, el pivote alcanza una profundidad mayor a 1.5 m y emite una red de raíces secundarias en su parte superior entre 15 y 80 cm de la superficie del suelo. Estas raíces crecen lateralmente extendiéndose hasta 6 ó 7 m en árboles adultos. El mismo autor menciona que la mayor proporción de raíces se sitúan a 0.5 m de profundidad. Por su parte Ford (1955, citado por Ghosh 1973), al estudiar diferentes cítricos, encontró que las raíces de árboles de limón Rugoso y Naranja Agrio de 15 años de edad profundizaron de 4.26 a 5.18 metros, en tanto que los árboles de 18 años solo llegaron a una profundidad de 2.37 m. Los árboles de mandarina Cleopatra de 9 años de edad mostraron raíces hasta la profundidad de 5.18 m, mientras que los árboles de naranja dulce de 15 años solo penetraron alrededor de 3.35 metros.

Ghosh y Chattopadhyay (1973), al estudiar el crecimiento y anatomía de raíces en árboles de limón variedad Gandharaj de 8 años, propagados vegetativamente, observaron que las raíces verticales penetraban más de un metro y las laterales se extendían a más de tres metros del tronco. Estos mismos autores también encontraron que en la capa superficial (0-25 cm) había una mayor cantidad de raíces (80% del total), en comparación a la más profunda (25-50 cm), concluyen que estos árboles a una profundidad de 50 cm alcanzaron una longitud radical total de 2,880 metros.

Becerra (1977), Medina (1978), López (1980) y Salazar (1981) al efectuar diversos estudios para conocer la distribución radical de árboles de limón en Tecómán, Colima observaron

que el sistema radical de los árboles de limón mexicano es de tipo superficial ya que la mayor proporción de raíces se localizó a 20 cm de profundidad y lateralmente las raíces se concentraron a una distancia de 0.10 y 1.10 metros del tronco.

3. Distribución radical del cocotero

Fremont et al (1969) describen que el cocotero posee un cono invertido o bulbo radical de donde parten un gran número de raíces principales (2,000 a 10,000 dependiendo del suelo), algunas raíces pueden penetrar a profundidades de 4 a 5 m, y tienen un diámetro menor de 1 cm. La longitud de éstas varía de 5 a 10 m y llevan a su vez raíces de segundo orden que llevan otras de orden superior, terminando en cabellos que son los órganos de absorción y forman una masa muy desarrollada que generalmente se sitúan a solo algunas decenas de centímetros del suelo.

Investigadores de la FAO (1969), al realizar experimentos con árboles de cocotero de 15 y 60 años de edad, observaron que los árboles de ambas edades mostraron la actividad radical a 2 metros de distancia del tronco y a 15 cm de profundidad. Sin embargo Kushwah et al (1971, citado por Nair, 1979), al estudiar el sistema radical de palmas adultas sobre suelo de textura arena-limoso, consiguieron que las raíces se concentraron dentro de un radio de 2 metros alrededor del tronco y verticalmente el 85% de las mismas fueron encontradas entre 30 y 120 cm de profundidad, ya que los primeros 30 cm de la capa superficial prácticamente estaban sin raíces.

Por su parte Miramontes y Medina (1981) en un reporte preliminar del sistema radical del cocotero en el valle de Tecomán, Colima estudiando palmas de distinto vigor y plantadas a diferentes distancias observaron en forma general que del 55.6% al 84% de las raíces se encontraban en los primeros 40 cm de profundidad y las raíces laterales se acumularon en mayor proporción (65.3-81.7%) de 2 a 3 metros del tronco.

4. Efecto de la competencia entre árboles en el desarrollo del sistema radical

Billings (1977) señala, que las plantas cercanas compiten por espacio, luz, agua y nutrientes; la competencia o (interferencia) se establece de forma indirecta al disminuirse alguno de los componentes necesarios para el desarrollo de otro individuo. La disminución de este componente se realiza generalmente a través del sistema radical de las plantas. De acuerdo con Davis y Pandali (citados por Fremont et al 1969), las raíces del cocotero tienen una capacidad de adaptación que les permite explotar un gran volumen de tierra.

En un reporte Anónimo (1975), se estudió el efecto del - sombreado en el desarrollo de raíces, asimilación de nutrientes y la competencia entre árboles vecinos de cacao; encontrándose que en ausencia de sombra la actividad radical fue mayor y en consecuencia en esas condiciones los árboles tomaron más fertilizante fosfatado. Mientras que las plantas sombreadas mostraron una mayor competencia en la actividad radical de los árboles vecinos en todas las distancias muestreadas (60, 90, 120, 150 y 180 cm). De este trabajo se concluye que el cacao plantado - como unicultivo a una distancia mayor de 2.4 m desarrolle un - sistema radical amplio y denso lo cual repercute en una mayor producción.

Por su parte Swarbrick (1964), menciona que el cacao puede cultivarse asociado con papayo, utilizando la sombra de éste, ya que en los estudios previos se ha indicado que aparentemente no existe una competencia radical fuerte entre estas especies; a pesar de que las raíces absorbentes del papayo ocupaban 15 cm de perfil de suelo y se extendían a 3 m del tronco.

Ghosh (1973), consignó que la forma y tamaño del sistema radical se ve influenciado por la naturaleza y carácter de los árboles contiguos, ya que existe una relación de "antagonismo"

o alelopatía" entre las raíces de árboles de diferentes especies y en ocasiones dentro de la misma especie. El mismo autor agrega que este fenómeno fue registrado por Rogers y Head (1968), en manzano y nogal, quienes observaron que el sistema radical de estas plantas individuales se notó muy separado uno del otro y raramente se entrecruzaban. Mientras que las raíces del peral se entrecruzaban libremente con las de otro árbol de la misma especie.

La competencia entre árboles fue registrada por Bhat y Leela (1969), quienes observaron que el sistema radical de las palmas arecanut (Areca catechu) de ocho años de edad plantadas a espacios cortos (1.8 x 1.8 m) era menos extenso y con una tendencia a ocupar capas más profundas del suelo. También Kaufman et al (1972), en naranjos Washington Naval sobre Troyer de nueve años de edad, encontraron que en las distancias cercanas (2.74 x 4.57 m) el peso seco de raíces por muestra fue de 4 g, mientras que en espacios mayores (6.7 x 6.7 m) disminuyó hasta 1.8 g, por lo cual concluyen que el entrecruzamiento de raíces es o pronto será significativo y quizás esté influyendo en el buen funcionamiento de los árboles. Resultados parecidos fueron reportados por Boswell et al (1980) en árboles de 10 años de edad de la misma variedad.

5. Distribución de raíces en diferentes orientaciones o zonas de muestreo

Hernández (1978), al estudiar la distribución radical del nopal (Opuntia amygdala) en tres localidades y hacia dos orientaciones norte y sur, encontró diferencias estadísticas para las interacciones Orientación*Distancia y Orientación*Profundidad; obteniendo un mayor peso seco de raíces de 2 mm de grosor en todas las profundidades y distancias muestreadas hacia la zona sur en comparación con las del norte. El autor atribuye este hecho al sistema de plantación que utilizan en la región, que tiene como finalidad captar más agua en esa dirección.

Kaufman et al (1972), trabajando con naranjos Navel sobre Troyer muestreó bajo el surco de irrigación a 1.5 m del tronco a lo largo de las hileras de árboles (colocadas de Norte a Sur) y en el punto medio entre hileras. Encontró que la densidad de raíces por muestra fue ligeramente mayor en la primera zona de muestreo que en la segunda; lo cual se debe a la posición del surco de riego. Mientras que López (1980), observó el efecto del riego individual por cajetes en la distribución de radical del *Macrophylla*, registró una menor cantidad de ambos diámetros (<2 mm y >2 mm) en la zona de entrada al cajete que en la opuesta, lo cual aparentemente se debe a los distintos niveles de humedad en las dos zonas; aunque estos no fueron evaluados.

Miramontes y Medina (1981), observaron que en dos de las palmas evaluadas había un mayor número de raíces de los tres diámetros hacia el lado Norte que en el Sur, excepto en una de ellas. Lo cual se atribuyó a que en esa zona el suelo presentaba mejores condiciones edáficas (materia orgánica, estructura, fertilidad) para el desarrollo de raíces.

Salazar (1981), con el propósito de observar el efecto de la fertilización en la densidad de raíces del limón asociado con cocotero, muestreó con una barrena tipo California hacia dos direcciones, Oeste (que coincide con la palma) y al Norte (orientado hacia otro árbol de limón de la hilera contigua), encontrando que estadísticamente hubo una mayor cantidad de raíces al lado Norte que en el Oeste. El autor señala que este hecho ocurrió por la intercalación de la palma con el limonero.

6. Efecto de la fertilización en la distribución radical

Ghosh (1973) consignó que el crecimiento radical está íntimamente relacionado con el nivel de fertilidad del suelo. El mismo autor indica que en la literatura se señala que el nitró

geno estimula el aumento de absorción y la longitud de las raíces mientras que el fósforo y el potasio promueven la extensión lateral de las mismas.

Rogers y Head (1968, citados por Ghosh 1973) determinaron que en suelos pobres el desarrollo lateral de raíces de manzano fue comparativamente menor, mientras que con niveles altos de materia orgánica o de fertilización química se estimuló la ramificación lateral. Estos autores observaron que las raíces finas fueron más concentradas en la superficie del suelo y reportan alrededor del 30% al 59% del total en la superficie del suelo a 34 cm de profundidad. Sin embargo Nair (1979) observó que las plantas de cocotero fertilizadas en zanjas alrededor del tallo, mostraron un desarrollo radical restringido el cual se confinó a una área de 2 m del tronco y en sentido vertical de 30 a 120 cm de profundidad.

Salazar (1981) evaluó el efecto de cinco dosis de fertilización (incluyendo un testigo sin fertilizar) en la densidad de raíces del limonero, encontrando que el testigo (0-00-00) y el tratamiento 0-60-60 fueron los que produjeron estadísticamente la mayor cantidad de raíces a diferencia de las dosis 120-00-60, 120-60-00 y 120-60-60 que resultaron similares entre sí.

Por otra parte el exceso de fertilización, también influye en el desarrollo de raíces, lo cual fue comprobado por Ford et al (1957) quienes al estudiar la influencia del exceso de nitrógeno en el desarrollo de raíces de árboles de naranjo Valencia de 11 años de edad, notaron que el nivel de nitrógeno provocó un 37% menos de concentración de raíces absorbentes. El nivel medio fue de 11% menor en comparación al nivel bajo, aunque se observó que en los tratamientos con nitrógeno alto, las raíces penetraron hasta 1.52 m, en cambio en el nivel medio solo alcanzaron 76.2 cm de profundidad. También Spencer (1959), aplicando dosis de fósforo que variaron de 0-5365 kg/ha, en árboles de toronjo, encontró que la cantidad de raíces

fue siete veces menor donde se aplicaron fuertes cantidades y observó un efecto más severo en la capa de 0-15 cm que en la de 15-30 cm; ésto redujo el crecimiento de los árboles y disminuyó la absorción de B, Ca y Zn siendo más aprovechables el Mg y Mn. El mismo investigador al experimentar con limón rugoso - observó también que la dosis mayor de fósforo causó un efecto depresivo en el crecimiento de las raíces. El autor concluye - que este elemento no es tóxico, pero cuando se combina con elementos menores potencialmente tóxicos, puede contribuir a dañar las raíces de los cítricos.

CONCLUSIONES DE LA REVISION BIBLIOGRAFICA

- 1.- Algunas prácticas culturales deben realizarse según el tipo de sistema radical de las plantas, ya que existe una estrecha relación entre el desarrollo vegetativo y la distribución de raíces, principalmente en árboles perennifolios.
- 2.- Tanto en los cítricos como en el cocotero la penetración de las raíces verticales y la extensión de las laterales varía con la especie, edad de los árboles, distancias de plantación y las condiciones de suelo y clima.
- 3.- Las distancias cercanas de plantación favorecen la competencia entre las raíces de los árboles contiguos, reduciendo la extensión y penetración de las mismas, o bien provocando su entrecruzamiento lo cual depende de las especies cultivadas.
- 4.- El sistema de plantación y método de riego afectaron la distribución de raíces del nopal y de los cítricos, propiciando un mejor desarrollo hacia una zona que en otra.
- 5.- La deficiencia y el exceso de nutrientes influyen sobre el desarrollo del sistema radical, mientras que una fertilización adecuada estimula el desarrollo de raíces, especialmente las de tipo absorbente.
- 6.- A pesar de que en la región se han efectuado algunos estudios de raíces en el limón y observaciones preliminares sobre cocotero se desconoce el comportamiento del sistema radical de ambos frutales asociados.

III.- OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

De las conclusiones de la revisión de literatura se des--
prenden los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar si las raíces del cocotero se extienden y pene--
tran a la zona radical del limón entrecruzandose con las '
de éste y estimar el grado de competencia que se establece
entre ambas especies.
- 2.- Observar en que orientación se desarrolla una mayor propor--
ción de raíces del limón y cocotero.
- 3.- Definir el efecto de la fertilización en la distribución y
densidad radical de los frutales asociados: limón y coco.

HIPOTESIS

- 1.- Las raíces del cocotero no se extienden hasta la zona radi--
cal del limón, por lo que no se establece la competencia '
por espacio, agua y nutrimentos. Mientras que las del li--
món tampoco se extienden hasta la zona radical del cocote--
ro.
- 2.- Las raíces del limón crecen igualmente y en la misma pro--
porción para todos los lados de la planta.
- 3.- Tanto la distribución como la densidad de raíces del limo--
nero y cocotero son afectadas por la dosis de fertilize--
ción.

SUPUESTOS

A excepción de los tratamientos de fertilización las con--
diciones de suelo, clima y manejo fueron similares en todo el
huerto durante el desarrollo del experimento.

IV.- MATERIALES Y METODOS

1. Localización del sitio experimental

El presente estudio se efectuó en una parcela de limón -- asociado con cocotero de un agricultor cooperante, ubicada en el ejido Independencia, municipio de Tecmán, Colima.

2. Descripción de la zona

La región más importante productora de limón en Colima es el municipio de Tecmán. El cual se encuentra al sureste del Estado y está situado dentro de las siguientes coordenadas: 103°37' y 103°59' de longitud oeste y los 18°41' y 19°07' de latitud norte, a una altitud de 33 m.s.n.m., Oseguera (1972).

a) Clima

El clima (según Kopen) modificado por Enrique García (1973) es del tipo BS₁ (h') W (w) i g., definido como cálido semiseco, con lluvias en verano, una temperatura mínima anual de 18°C, máxima 34° y el promedio de 26°C, la precipitación pluvial media 711 mm, y un 73% de humedad relativa.

b) Suelo

En el cuadro 1A del apéndice, se presentan algunas características físico-químicas de suelo donde se estableció el experimento. La textura del suelo es arenoso-migajoso con un pH de 8.3-8.5 y pobre en materia orgánica.

3. Material vegetativo utilizado

Se utilizó un huerto de árboles de limón mexicano (Citrus aurantifolia Swingle) propagados por semilla, asociados con -

palma de coco (Cocos nucifera L.). Ambos frutales tenían 15 años de edad y estaban plantados a una distancia de 5 m uno del otro en forma intercalada dentro de la hilera y 10 m entre hileras; formando una especie de rectángulo como se muestra en la figura 1.

a) Labores culturales

A excepción de la fertilización, las demás labores culturales (riegos, rastreos, podas, control de malezas, plagas y enfermedades), fueron homogéneas en todo el huerto. Los riegos se aplicaron a intervalos de 20 a 25 días en el período de sequía, mediante el método denominado "espina de pescado", descrito por López (1980). Se trató de mantener libre de plagas empleando el control biológico y algunas veces asperjando insecticidas al follaje. Asimismo se aplicó caldo bordes y difolatan para prevenir o combatir algunas enfermedades. Las malezas se controlaron con la aplicación de dos rastreos anuales con maquinaria y limpias del cajete en forma manual; sin embargo en los últimos cinco años no fue removido el suelo.

4. Tratamientos de fertilización y método de aplicación

Para evaluar el efecto de la fertilización se seleccionaron cinco dosis de las 15 utilizadas en un experimento realizado por Orozco (1979), las cuales son: 00-00-00 testigo 0-60-60, 120-00-60, 120-60-00 y 120-60-60 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Las fuentes usadas fueron sulfato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio para cada elemento.

El fertilizante se fraccionó en tres partes y fue aplicado en los meses de enero, mayo y septiembre, colocándolo manualmente en una zanja de 15 cm de profundidad, alrededor del árbol a la mitad de la zona de goteo. Al iniciar el presente experimento, las dosis de fertilización se habían aplicado du

rante siete años.

5. Método empleado para el estudio de raíces

Se empleó el método de bloque de suelo utilizado en árboles de manzano por Budagovsky (1953, citado por Kolesnikov, 1971) y por Bhat y Leela (1969) sobre palmas arecanut. El cual consistió en cavar una zanja o trinchera de 50 cm por 400 cm de longitud. De esta zanja se extrajeron bloques de suelo de 50 cm de ancho por 50 cm de largo y 20 de profundidad (figura 1B). Partiendo de un árbol de limón se hicieron dos zanjas; una dentro de la hilera en dirección a la plama (oeste a este) y otra entre hileras en dirección a otro árbol de limón (sur a norte) formando un ángulo de 90°. (figura 1A)

Las distancias y profundidades evaluadas en cada trinchera fueron las siguientes:

Distancias: 0.5-1.0; 1.0-1.5; 1.5-2.0; 2.5-3.0; 3.0-3.5 y 3.5-4.0 m

Profundidades: 0-20; 20-40; 40-60; 60-80 y 80-100 cm

6. Obtención y manejo de la muestra

Para la excavación y extracción de la muestra de suelo se empleó pico y pala. La separación de raíces de cada frutal se hizo en forma manual sobre un costal de plástico y luego fueron colocadas en bolsas de polietileno transparente con su etiqueta correspondiente. En el laboratorio las raíces fueron lavadas y puestas a secar bajo sombra durante 24 horas, el término de las cuales se clasificaban de acuerdo a los diámetros siguientes:

Limón: absorbentes menores a 2 mm y de conducción mayores de 6 mm

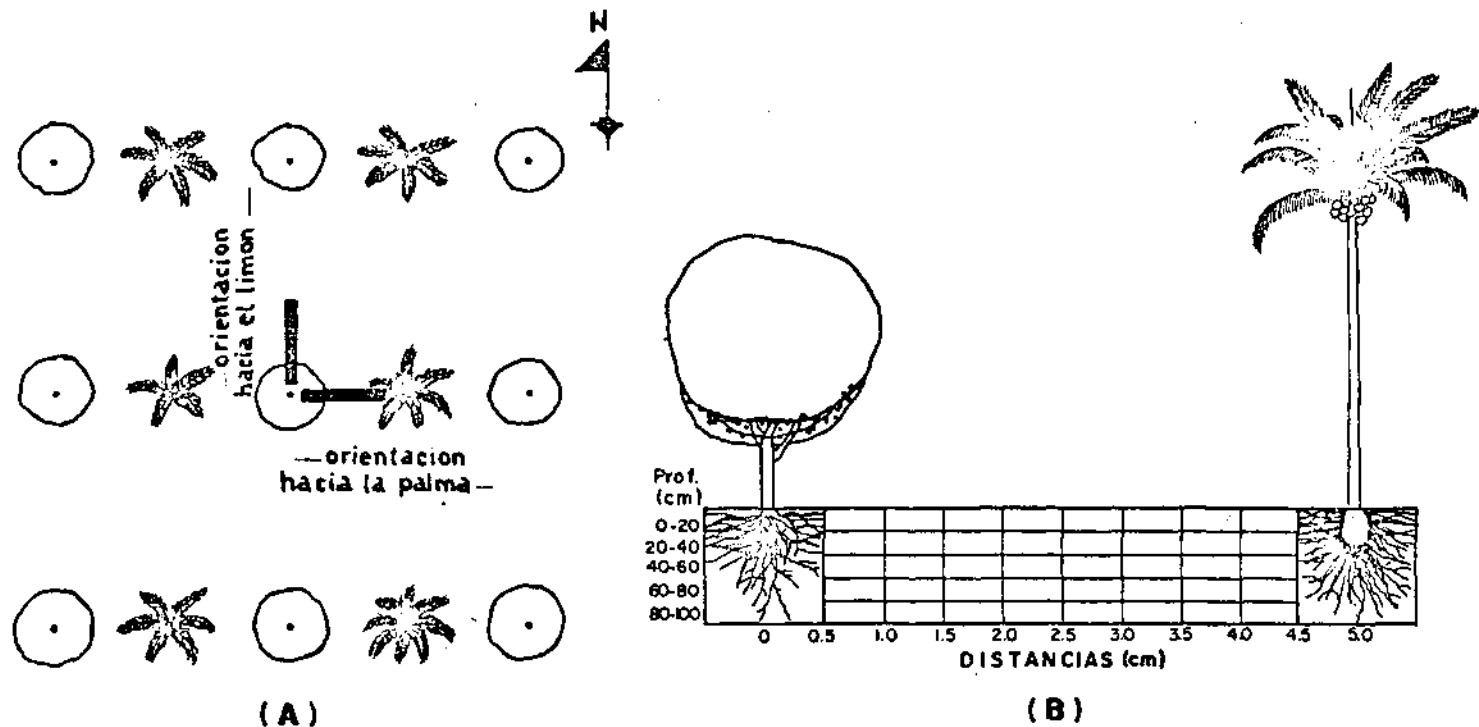


Figura 1. (A) Sistema de plantación y orientaciones muestreadas en una plantación de limón asociado con cocotero

(B) Profundidades y distancias muestreadas y método de excavación para extracción de bloques de suelo.

Cocotero: menores de 3 mm, de 3-6 mm y mayores de 6 mm

Después de ser clasificadas, las raíces se colocaron en bolsas perforadas de papel nuevo, se registró su peso fresco con aproximación de centésima de gramo; enseguida las muestras fueron deshidratadas en una estufa a 65°C durante 24 horas, pesadas nuevamente en seco.

7. Metodología estadística

El diseño experimental empleado fue en bloques al azar, con dos repeticiones considerando un árbol como parcela útil. Para efectuar el análisis de los datos reportados en cada trinchera (que luego llamaremos orientación) se utilizó el diseño de tratamientos parcelas divididas, en el cual los factores estudiados fueron los siguientes.

Repeticiones (2)

Parcela grande: dosis de fertilizante (5) y

Parcela chica: distancia (7) y profundidad (5)

Con el objeto de tener información del efecto de las orientaciones y su interacción con otros factores, también se ejecutó un análisis combinado de las dos orientaciones. Los análisis de varianza se hicieron en base a las variables peso fresco y peso seco de raíces de limón y cocotero (según el diámetro o grosor). Sin embargo en este estudio solo se tomaron en cuenta los datos de peso seco por existir menor variabilidad. La separación de los valores promedios de los factores y las interacciones que resultaron significativas fueron calculados mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

8. Transformaciones

Para el análisis estadístico hubo necesidad de transfor--

mar los datos a la forma $y=\sqrt{x+1}$, ya que el coeficiente de variación de los datos originales resultó ser muy elevado, debido a la gran variación de los datos que corrieron de cero a cien o más.

V.- RESULTADOS Y DISCUSION

1. Significancia de los factores involucrados en el estudio

En el cuadro 1, se puede observar la significancia encontrada en los factores de variación que fueron evaluados en base al peso seco de raíces de diferentes diámetros de limón y coco.

Limón

Para las raíces de limón menores de 2 mm de diámetro hubo diferencia significativa en todos los factores de variación - dentro de la orientación palma (del limón hacia la palma), - excepto para la interacción Dosis de fertilización (F) por Distancia (D) por Profundidad (P). El mismo resultado se obtuvo en la orientación-limón (del limón a limón) con excepción de las interacciones $D \cdot P$ y $F \cdot D \cdot P$ las cuales resultaron no significativas.

En las raíces de limón mayores de 2 mm, únicamente no se encontró significancia en la interacción $F \cdot D \cdot P$ de ambas orientaciones y $F \cdot D$ en la orientación-limón.

Cocotero

Por otra parte, la densidad de raíces del cocotero menores de 3 mm y de 3-6 mm, no fue significativa en las cuatro interacciones de la orientación palma y en las interacciones $F \cdot D$ y $F \cdot D \cdot P$ en el caso de las raíces mayores de 6 mm de diámetro. Mientras que en la orientación-limón no hubo significancia para las raíces de los tres diámetros en las interacciones $D \cdot P$, $F \cdot D$ y $F \cdot D \cdot P$, así como tampoco en el factor (D) para las raíces de 3-6 mm y mayores de 6 mm.

CUADRO 1 SIGNIFICANCIA DE LOS FACTORES ESTUDIADOS EN BASE A LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMON Y COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES MUESTREADAS TECOMAN, COLIMA 1983

Factor	Orientación-Palma					Orientación-Limón				
	Raíces de Limón		Raíces de Cocotero			Raíces de Limón		Raíces de Cocotero		
	<2 mm	>2 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm	<2 mm	>2 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
Fertilización (F)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Distancia (D)	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS
Profundidad (P)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
D*P	**	**	NS	NS	**	NS	**	NS	NS	NS
F*D	**	**	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS
F*P	*	**	NS	NS	**	**	**	**	*	**
F*D*P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

** Significativo al 1% de probabilidad

* Significativo al 5% de probabilidad

NS No significativo

Con el objeto de comparar el efecto de la orientación en la distribución horizontal y vertical de las raíces de diferente diámetro, se efectuó un análisis combinado por orientaciones (cuadro 6A y 7A) los resultados de dichos análisis, se presentan en el cuadro 2, en el cual se nota que hay diferencia significativa entre orientaciones en las raíces de todos los diámetros de ambos cultivos.

Las interacciones O*F, O*D y O*D*P no resultaron significativas solo para las raíces del limón mayores de 2 mm, y la interacción O*P en las raíces finas (menores de 2 mm de diámetro).

Para las raíces de cocotero a excepción de la interacción O*D*P todos los factores fueron significativos.

CUADRO 2 SIGNIFICANCIA DE ALGUNOS FACTORES EN BASE AL ANÁLISIS COMBINADO. DENSIDAD DE RAÍCES DEL LIMÓN Y COCOTERO ASOCIADOS. TECOMAN, COLIMA 1983

Factor	Limón		Cocotero		
	< 2 mm	> 2 mm	< 3 mm	3-6 mm	> 6 mm
Orientación (O)	**	**	**	**	**
O*F	**	NS	**	**	**
O*D	**	NS	**	**	**
O*P	NS	**	**	**	**
O*D*P	*	NS	NS	NS	**

** Significativo al 0.01% de probabilidad

* Significativo al 0.05% de probabilidad

NS No significativo

2. Efecto de la orientación en la densidad de raíces del limón y cocotero

En el cuadro 3 se presentan los promedios de peso seco de raíces del limón y cocotero, obtenidos en las dos orientaciones o zonas de muestreo.

CUADRO 3 DENSIDAD DE RAICES DE DIFERENTES DIAMETROS DE LIMÓN Y COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Orientación	Limón		Cocotero		
	<2 mm	>2 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
Hacia la palma	4.14 b(I)	15.44 b	24.52 a(y)	17.48 a	42.09 a
Hacia el limón	6.01 a	23.92 a	12.63 b	7.80 b	11.05 b

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

Limón

Como puede observarse la densidad de raíces de ambos diámetros (<2 mm y >2 mm) fueron inferiores estadísticamente en la orientación-palma que en la orientación-limón, se estima que hay un 18.42% menos de raíces finas y el 21.54% de las mayores de 2 mm de grosor en esa orientación. Esto probablemente es ocasionado por la influencia de la palma de coco que se encuentra a 5 m de distancia y su sistema radical que se desarrolla en esa zona, está interfiriendo o compitiendo por espacio, agua y nutrimentos con las raíces del limonero. Mientras que en la orientación-limón hay condiciones favorables de espacio y humedad para un mejor crecimiento radical puesto que a 10 m de distancia se localiza otro árbol de limón y además en esa zona también pasa la zanja de riego.

Por otro lado el trezo de las hileras (Norte a Sur) ocasiona que en dirección a la palma penetre una menor cantidad de luz; la cual afectó el desarrollo vegetativo de los árboles de limón y quizás también influyó en los resultados obtenidos. Aunque el factor luz no fue evaluado en el presente trabajo, los estudios efectuados por Neillist, et al (1974) citado por Neir (1979) indican que las palmas de 8 a 25 años de edad solo transmiten el 20% de luz solar que reciben.

Los resultados encontrados coinciden con los registrados por Kaufman (1972), Hernández (1978) y Selazar (1981), quienes observaron que el desarrollo de raíces fue mayor en una zona que hacia otra.

Cocotero

En el cuadro, también se puede observar que la densidad de los tres tipos de raíces del cocotero fue superior en la orientación-palma en comparación con la zona de muestreo hacia el limón, registrándose el 63.83% de las raíces menores a 3 mm, 69.14% de grosor medio y el 79.21% mayores a 6 mm; en tanto que en la otra orientación los porcentajes obtenidos fueron 32.17, 30.86 y 20.79% para cada diámetro de raíces respectivamente. Estos indican que en forma general en la orientación-palma se localizaron el 70.72% del total de raíces y el 22.88% restantes en la orientación-limón. Sin embargo en esta última zona de muestreo se observó que un gran número de raíces no pertenecen a la palma estudiada y de acuerdo a la dirección son atribuidas a los árboles vecinos.

3. Efecto de la dosis de fertilización en la densidad de raíces del limón y cocotero

Como se puede observar en los cuadros 4 y 5, las dosis de fertilización evaluadas influyeron en la densidad de raíces del limón y cocotero.

Limón

El tratamiento 120-00-60 propició la mayor cantidad de raíces del limón de ambos diámetros (menores de 2 mm y mayores de 2 mm), aunque estadísticamente fue igual a los tratamientos 120-60-00 y 120-60-60. En los dos tipos de raíces el testigo y la dosis 00-60-60 provocaron significativamente las más bajas densidades de raíces en comparación a los otros tratamientos.

CUADRO 4 EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMON ASOCIADO CON COCOTERO. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis	<2 mm	>2 mm
00-00-00	2.830 d ⁽¹⁾	15.079 b,c,d
00-60-60	4.511 d	13.351 d
120-00-60	6.515 a	28.786 a
120-60-00	6.260 a,b	22.525 a,b
120-60-60	5.451 a,b,c	18.660 a,b,c

(1) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

Cocotero

Igual que en el limón, la dosis 120-00-60 produjo un mejor desarrollo de raíces de cocotero. Aunque en las raíces de 3-6 mm de diámetro fueron similares las dosis de fertilización 120-60-60. El testigo provocó la menor cantidad de raíces finas.

Los resultados sugieren que principalmente el N tuvo un efecto favorable para el desarrollo de raíces de ambos frutales. Esto concuerda con lo observado por Ford, *et al* (1957), Rubin, Head y Kolesnikov (citados por Ghosh en 1973), quienes'

indican que el nitrógeno estimula el crecimiento y absorción de las raíces. Estos mismos autores señalan que el fósforo y el potasio también promueven el desarrollo de raíces en forma lateral.

Sin embargo los resultados difieren a lo encontrado por Salazar (1981) quién al evaluar las mismas dosis de fertilización, encontró que el testigo y el tratamiento 00-60-60 provocaron significativamente la mayor densidad de raíces de limón. La diferencia entre lo observado por este autor y lo reportado en el presente estudio probablemente se debe a los distintos métodos de muestreo utilizados en ambos estudios.

Por otro lado las dosis de fertilización que contienen fósforo al parecer no tuvieron un efecto favorable en el desarrollo de las raíces de los dos cultivos. Spencer en 1959 observó un efecto depresivo del fósforo en el desarrollo de raíces al incrementar la dosis de este nutrimento en los árboles de toronja.

CUADRO 5 EFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMON EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL COCOTERO. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
00-00-00	14.361(y)c	(1) 8.389 d	20.406 c
00-60-60	17.252 b,c	12.289 b,c	19.702 c
120-00-60	23.759 a	15.042 a,b	45.758 a
120-60-00	16.010 b,c	12.155 c,d	17.061 c
120-60-60	18.994 b	16.343 a	29.933 a,b

(1) Letras distintas en la misma columna indican diferencias al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

4. Efecto de la dosis de fertilización en la densidad de raíces del limón y cocotero en dos orientaciones

Limón

Como se puede observar en el cuadro 6, la dosis 120-00-60 favoreció una mayor densidad de raíces tanto mayores como menores a 2 mm de diámetro en la orientación-palma, los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales a excepción del ---- 120-60-60 que resultó similar al 120-00-60 para las raíces mayores de 2 mm.

Sin embargo en la orientación-limón el mejor tratamiento fue el 120-60-00 siendo igual al 120-60-60 en cuanto a las raíces finas (<2 mm de grosor). Para las raíces gruesas la dosis 120-00-60 propició el desarrollo de una mayor densidad de raíces.

CUADRO 6 EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL LIMONERO EN DOS ORIENTACIONES TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis	Orientación-palma		Orientación-limón	
	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm
00-00-00	2.89 b(I)	12.41 b	2.33 d	19.71 a,b
00-60-60	3.23 b,c	9.76 b	3.32 d	16.85 b
120-00-60	6.72 a	25.65 a	6.50 b,c	31.75 a
120-60-00	3.92 b,c	16.50 b	8.90 a	27.97 a,b
120-60-60	4.56 b(y)	13.93 a,b	6.35 a,b	23.24 a,b
Promedio	4.27 b,c	15.66 a,b	5.48 b,c	23.91 a,b

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

A excepción de la cantidad de raíces <2 mm encontradas en el testigo, todos los tratamientos estimularon mejor el desarrollo de raíces del limón en la zona de muestreo hacia el limón que hacia la palma. Al parecer lo anterior se debe a la competencia de las raíces del cocotero localizadas en gran cantidad en esta última orientación, como se mencionó anteriormente. En base a los promedios de la densidad de raíces, se estimaron los porcentajes en ambas orientaciones, encontrándose que hacia el limón hubo un 12.4% más de raíces menores a 2 mm de diámetro y un 20.84% de mayores de 2 mm. Estas proporciones dan una idea de la competencia que se establece entre las raíces del limón y coco asociados.

Cocotero

Al igual que en el limonero la dosis 120-00-60 provocó la mayor densidad de raíces <3 mm y >6 mm de grosor en la orientación-palma (cuadro 7). Aunque fue similar a las dosis 120-60-00 y 120-60-60 en el caso de las raíces absorbentes (<3 mm de diámetro). Mientras que las raíces de diámetro medio (3-6 mm) presentaron cantidades similares en todos los tratamientos de fertilización y únicamente el testigo resultó inferior estadísticamente.

En la orientación-limón, la densidad de los tres tipos de raíces del cocotero fue muy baja en comparación a la observada en la otra zona (25.27% contra 74.73% del total de raíces). El testigo tuvo igual densidad de raíces <3 mm y 3-6 mm de diámetro que las dosis 00-60-60, 120-00-60 y 120-60-60. En tanto que en las 6 mm, la densidad fue similar a los tratamientos - 120-00-60 y 120-60-60. La menor cantidad se obtuvo en la dosis 120-60-00.

Al comparar los resultados obtenidos con los tratamientos de fertilización en las dos orientaciones se nota que la orientación-palma hay una mejor respuesta a la fertilización, ya --

CUADRO 7

EFFECTO DE LA FERTILIZACION APLICADA AL LIMON EN LA DENSIDAD DE RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis	Orientación-palma			Orientación-limón		
	<3 mm	3-6 mm	>6 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
00-00-00	18.41 b(I)	10.33 (y)e	30.47 b,c	9.18 a,b	6.44 a,b,c,d	9.51 a,b,c
00-60-60	21.45 b	17.26 a,b,c	26.34 c	10.34 a,b	7.31 a,b,c	7.00 b,c,d
120-00-60	30.69 a	19.25 a,b	80.70 a	15.37 a	8.99 a,b	10.83 a,b
120-60-00	24.22 a,b	18.64 a,b,c,d	29.75 b,c	6.21 b	4.23 e	4.38 d
120-60-60	27.86 a,b	21.92 a	43.22 b	13.33 a,b	10.97 a	16.13 a
Promedio	24.52 a,b	17.48 a,b	42.09 b,c	11.29 a,b	7.58 c,d,e	9.57 a,b,c,d

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

que en esta zona se concentran la mayor proporción de raíces.

5. Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones

Limón

Como se observa en el cuadro 9, en ambas orientaciones la mayor cantidad de raíces del limón se encontró en la capa de suelo 0-20 cm. En las demás profundidades de densidad se redujo considerablemente, siendo similares las capas de 20-40 y 40-60; mientras que en los últimos estratos del suelo se tuvieron los promedios más bajos. Esto concuerda con lo observado por Becerra (1977), Medina (1978), López (1980) y Salazar (1981); quienes al efectuar estudios de raíces, con diferentes propósitos, encontraron que el sistema radical de árboles de limón es de tipo superficial. Localizándose la mayor proporción de raíces a 20 cm de profundidad.

En el presente trabajo las raíces de limón menores de 2 mm de diámetro en la orientación hacia limón mostraron un 22.4% más de raíces en el perfil de 0-60 cm del suelo que en la orientación-palma. Mientras que las raíces mayores de 2 mm tuvieron un 53% más de raíces en esa posición o aunque independientemente de lo anterior, en ese mismo perfil hubo el 99.7% y 86.5% de raíces menores de 2 mm en la orientación-limón y hacia la palma, respectivamente.

Cocotero

En el cuadro 9, se puede ver que en las dos orientaciones las raíces del cocotero presentaron una distribución vertical parecida a la del limón, observándose que la mayor cantidad de ellas se encuentra en la superficie del suelo y disminuye al aumentar la profundidad.

CUADRO 8 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ZONAS DE MUESTREO. TECOMAN, COLIMA 1983

Profundidad	Orientación-palma			Orientación-limón		
	<3 mm	3-6 mm	>6 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
0-20	36.74 a ^(I)	21.96 a,b,c	87.31 a	25.21 e	15.08 a	24.82 a
20-40	36.73 a,b	24.44 a	63.58 a,b	16.63 b	11.35 a,b	14.56 b
40-60	30.51 b,c	23.11 a,b	41.94 c	9.79 c	6.21 c	6.21 c
60-80	13.89 d	12.59 d	14.61 d	3.83 d	4.00 c,d	1.97 d
80-100	4.75 ^(y) e	5.30 e	3.04 e	0.97 e	1.23 e	0.28 d
Promedio	24.52 c	17.48 d	42.09 c	11.28 c	7.57 c	9.56 c

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

ESUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



En dirección hacia la palma las raíces del cocotero se situaron en mayor proporción en las dos primeras capas de suelo, registrándose el 60.4%, 79.6% y 71.7% de las raíces <3 mm, de 3-6 mm y >6 mm de grosor respectivamente.

En la orientación hacia el limón se observa que en la capa 0-20 cm de profundidad se localizaron los promedios más elevados de los tres diámetros de raíces, notándose un menor desarrollo vertical en comparación con la anterior orientación, ya que en todas las capas de suelo la densidad de raíces es inferior. En forma general a 40 cm de profundidad se encontró el 75.4% del total de raíces.

Sin embargo en esta orientación se observó que un gran número de raíces provenían de las palmas vecinas.

Los resultados coinciden con los registrados por Anónimo (1975) y están entre los límites encontrados por Miramontes y Medina (1981); quienes reportan un 60% de raíces a las profundidades de 10-30 cm y entre 55.8% al 84% de 0-40 cm.

CUADRO 9 DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL LIMONERO EN DOS ZONAS MUESTREADAS
TECOMAN, COLIMA 1983

Profundidad	Orientación-palma		Orientación-limón	
	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm
0-20	12.01 a ^(I)	37.20 a	12.54 a	56.76 a
20-40	3.44 b,c	24.10 b	6.71 b	35.51 b
40-60	3.90 b	10.63 c	4.44 b,c	17.73 c
60-80	1.60 d	4.16 d	2.26 d	5.98 d
80-100	0.38 ^(y) e	2.18 d	1.45 d	3.46 d
Promedio	4.26 b,c	15.65 b,c	5.48 b,c	23.88 c

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

6. Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones

Limón

Como lo muestra el cuadro 10, en las dos orientaciones - evaluadas la densidad de raíces del limón de los dos diámetros tiende a disminuir notablemente al aumentar la distancia del tronco.

En ambas orientaciones las cantidades más elevadas de raíces finas se encontraron en las tres primeras distancias (0.5-1.0 m; 1.0-1.5 y 1.5-2.0 m). Mientras que las raíces mayores de 2 mm de diámetro se localizaron en mayor cantidad de 0.5 hasta 1.5 m en la orientación hacia la palma, en tanto que en dirección al limón se concentraron en la distancia de 0.5-1.0 m.

CUADRO 10 DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL LIMONERO EN DOS ORIENTACIONES MUESTREADAS TECOMAN, COLIMA 1983

Distancia	Orientación-palma		Orientación-limón	
	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm
0.50-1.00	8.99 a	57.45 a	7.73 a,b,c	72.81 a
1.00-1.50	7.32 a,b	30.80 a,b	8.94 a,b	45.16 b
1.50-2.00	8.13 a,b	13.14 b,c	9.40 a	21.39 c
2.00-2.50	2.85 c	5.37 c,d	5.51 b,c	14.26 c,d
2.50-3.00	0.84 d	1.52 d	2.66 d	6.16 d,e
3.00-3.50	0.81 d	0.73 d	2.41 d	4.72 e
3.50-4.00	0.92 d	0.57 d	1.71 d	2.65 e
Promedio	4.26 c	15.65 c,d	5.48 c	23.87 c,d

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

Estos resultados reafirman los obtenidos en estudios anteriores efectuados por Medina (1978), López (1980) y Salazar (1981) los cuales encontraron que la mayor densidad de raíces se encontró entre 0.3-1.10 m del tronco.

Al comparar la densidad de raíces del limón entre orientaciones se observa que en todas las distancias de la orientación-palma (con excepción de 0.5-1.0 m), las densidades son menores a las obtenidas en la orientación-limón. En esta orientación, hasta la distancia de 2.0 m el limón produjo el 7% y 37% más de raíces menores y mayores de 2 mm que hacia la palma, asimismo, en la distancia de 2-4 m se encontró el 126% y 235% de raíces menores y mayores de 2 mm respectivamente en dirección al limón que orientado hacia la palma. Esto indica que el cocotero plantado a 5 m de distancia del limón está influyendo en el crecimiento de las raíces laterales del limón ya que limita su desarrollo, en especial a partir de 2 m del tronco. Resultados similares fueron encontrados por Bhat y Leela (1969), Kaufman *et al* (1972), Ghosh y Dhera (1973) y Boswell *et al* (1980), quienes concluyeron que el espaciamiento cercano de los árboles disminuye la extensión del sistema radical en distintas especies de frutales.

Cocotero

En el cuadro 11, se observa que en la orientación-palma, la concentración de los tres tipos de raíces del cocotero se incrementó al aumentar la distancia. La mayor densidad se localizó a la distancia de 3.5-4.0 y la más baja entre 0.5-1.0 m.

En la orientación-limón la densidad de raíces del cocotero de un diámetro menor a 3 mm fue igual en las cinco primeras distancias, sin embargo en la densidad de 1.5-2 m se presentó la mayor concentración ocurriendo lo mismo en las raíces de grosor medio (3-6 mm de diámetro). En tanto que las más gruesas se localizaron de 2.0-2.5 m, cuyo promedio fue similar a

CUADRO 11

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ZONAS DE MUESTREO. TECOMAN, COLIMA 1983

Distancia cm	Orientación-palma			Orientación-limón		
	<3 mm	3-6 mm	>6 mm	<3 mm	3-6 mm	>6 mm
0.50-1.00	12.64 (y) f	7.55 e	10.25 d	9.74 a,b,c	8.33 NS	8.64 a,b
1.00-1.50	19.59 c,d,e,f	9.87 e	14.24 d	11.73 a,b,c	8.44 NS	10.65 a,b
1.50-2.00	23.03 b,c,d,e	10.46 d,e	18.74 c,d	15.83 a	9.56 NS	10.32 a,b
2.00-2.50	24.47 b,c,d	17.10 c,d	23.88 c,d	15.42 a,b	7.67 NS	13.28 a
2.50-3.00	24.24 b,c	19.74 b,c	39.00 c	10.81 a,b,c	7.28 NS	9.78 a,b
3.00-3.50	31.58 a,b	24.65 b	62.65 b	7.80 c	6.61 NS	8.92 a,b
3.50-4.00	36.07 a(I)	33.00 a	125.89 a	7.67 c	5.19 NS ⁽²⁾	5.39 b
Promedio	24.51 b,c,d,e	17.81 c,d,e	42.09 c	11.28 a,b,c	7.58 NS	9.55 a,b

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) No hay significancia

las dos distancias contiguas (1.0-1.5 m, 1.5-2.0 y 2.5-3.0, - 3.0-3.5).

Los datos obtenidos en la orientación-palma indican que - alrededor de 2.5 m del tallo de la palma se concentró la mayor cantidad de raíces, obteniendo los porcentajes siguientes: - - 53.54% del total de raíces finas, 62.07% para las de diámetro' medio y el 77.22% de raíces gruesas. Lo que concuerda con las observaciones de Kashwah et al (1971) citado por Neir (1979) y con Miramontes y Medina (1981) quienes registraron que las ra^lces de palmas adultas se concentraron en mayor proporción entre 2 y 3 m de radio alrededor del tronco y difieren de los ' consignados por Anónimo (1975) que registró el 80% del total - de raíces a 1 m de distancia.

Sin embargo los resultados observados en la orientación-- limón, muestran que las raíces del cocotero se extendieron más de 5 m del estípite; confirmandose con ésto las observaciones' de Fremont et al (1969). Las raíces extendidas a más de 5 m de distancia se entrecruzan con las del limón desarrolladas en - esa orientación, aunque dicho entrecruzamiento es menor que en la orientación-palma ya que en esta zona se encontró un 53.54% menos de raíces finas, el 56.63% de grosor medio y 77.26% ma-- yor de 6 mm de diámetro.

7. Efecto de las dosis de fertilización en la distribución ver- tical de las raíces del limón y cocotero en dos orientacio- nes

Como se observa en los cuadros 8A y 9A del apéndice, los tratamientos de fertilización influyeron estadísticamente en - la densidad de raíces del limonero y cocotero, distribuídas a diferentes profundidades y en las dos orientaciones muestra-- das. Las figuras 2,3,4,5 y 6 muestran el efecto de las diferen- tes dosis de fertilización por separado para facilitar su ex-- plicación. Cabe señalar que el limón de la derecha forma un én

gulo de 90° en relación con la palma.

Limón

En dichas figuras puede verse que en todas las capas de suelo de la orientación-palma la dosis 120-00-60 propició la mayor cantidad de raíces del limonero <2 mm y >2 mm de diámetro; aunque en algunas profundidades los valores fueron iguales a los obtenidos con otros tratamientos. (cuadro 8A del apéndice). Con excepción al estrato de 0-20 cm en todas las capas de suelo el testigo y la dosis 0-60-60 presentaron las más bajas densidades de ambos tipos de raíces.

En la primera profundidad de la orientación-limón el peso seco de ambos tipos de raíces fue similar con todos los tratamientos; mientras que en las demás capas de suelo la dosis 120-60-00 resultó superior a los otros tratamientos. Al igual que en dirección a la palma el testigo y la dosis 0-60-60 produjeron los menores promedios.

Comparando la densidad de raíces entre orientaciones se observa que las dosis 120-60-00 y 120-60-60 tuvieron una mayor cantidad de raíces fines en todos los estratos de suelo de la orientación-limón que en dirección a la palma (figura 1A). Para el caso de las raíces gruesas, sucedió lo mismo en todos los tratamientos.

Cocotero

El cuadro 1, puede verse que en la orientación-palma la densidad de raíces del cocotero <3 mm y 3-6 mm de diámetro no fue significativa para este factor. Esto indica que el peso seco de raíces distribuido en las capas de suelo estudiadas es igual con cualquier tratamiento de fertilización. Sin embargo al observar las figuras se nota que en la dosis 120-00-60 hay una mayor cantidad de raíces en todas las profundidades, mien-

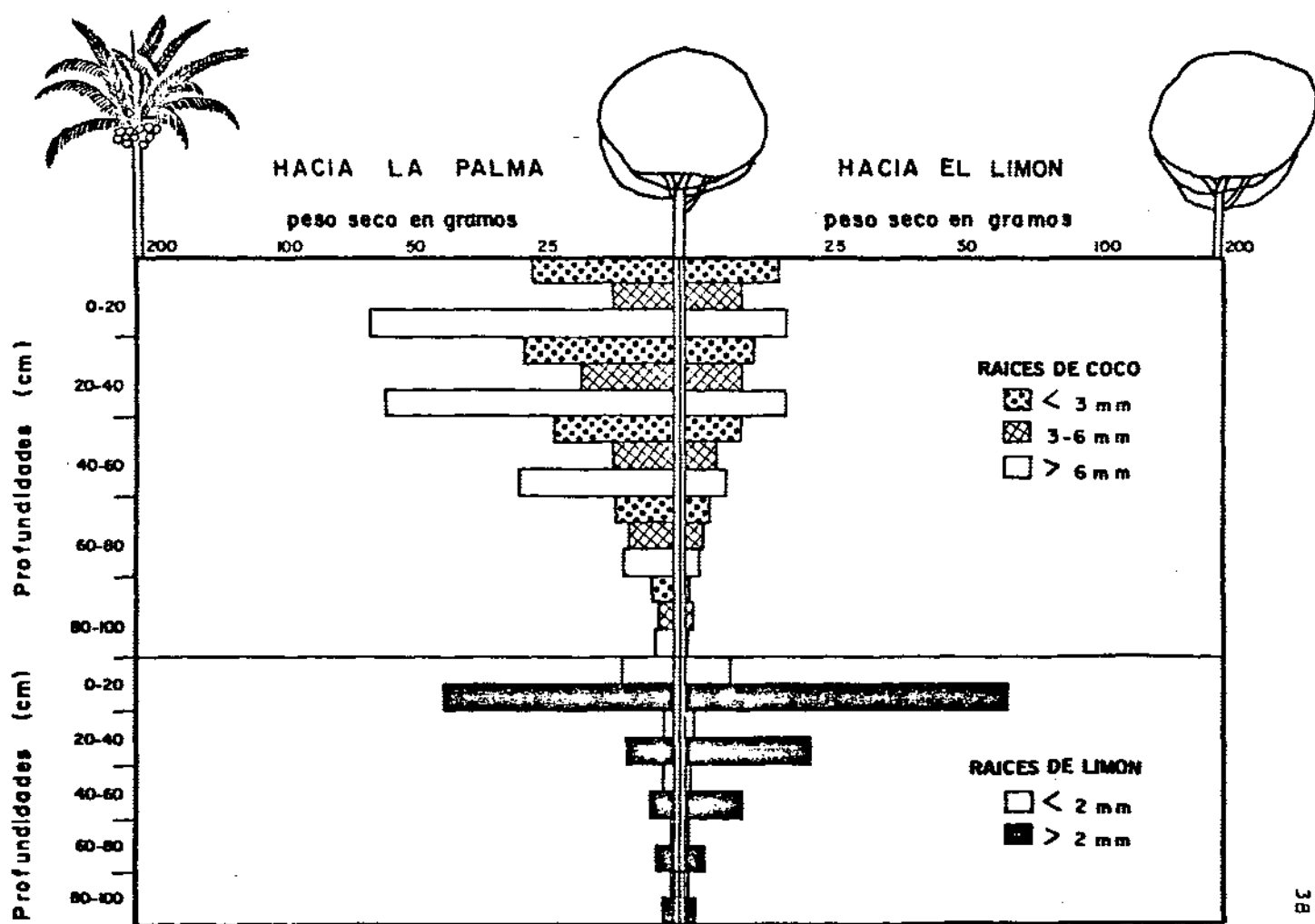


Figura.2.- Distribucion vertical de las raices del limon y cocotero en dos orientaciones. Arboles sin fertilizar.

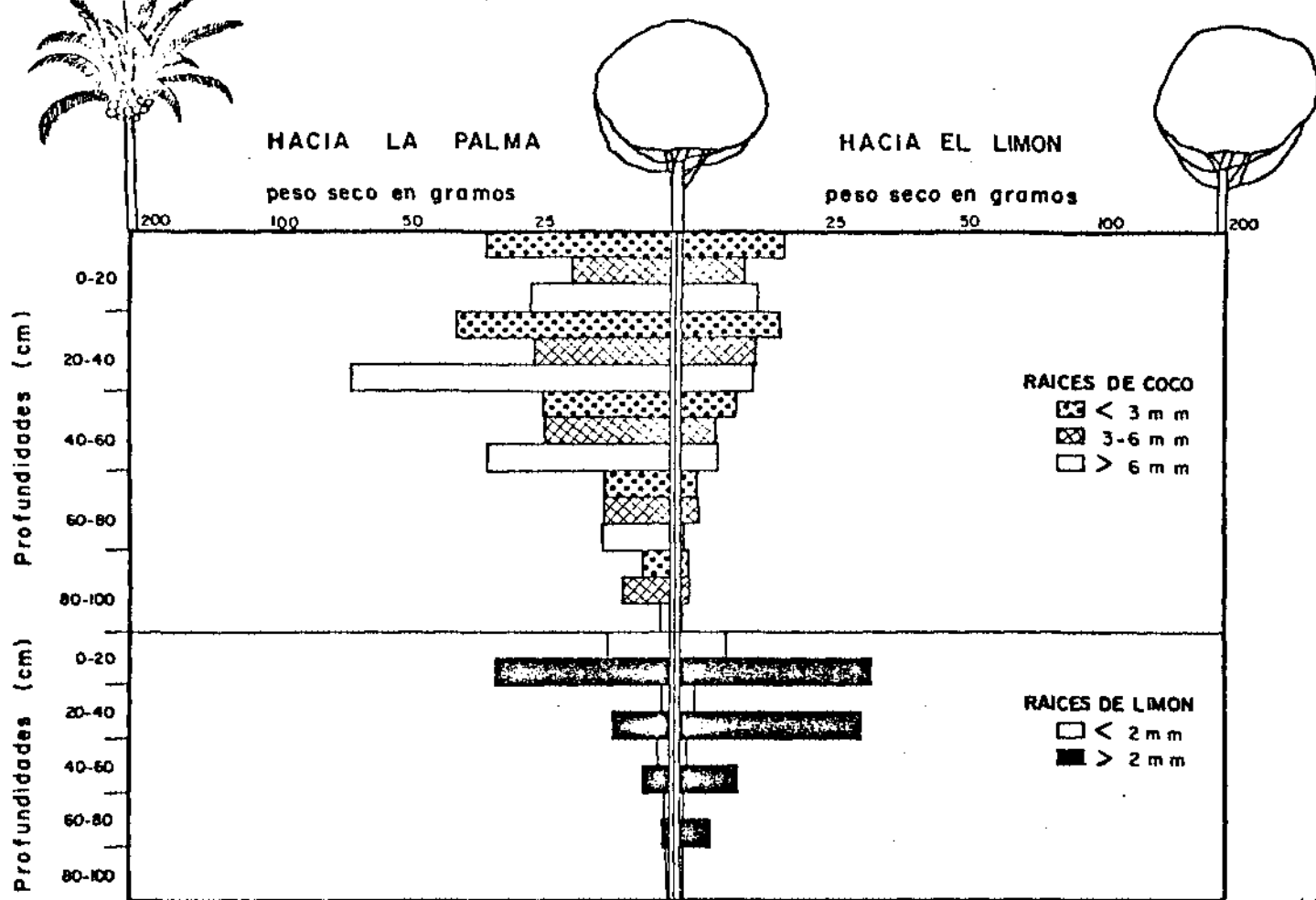
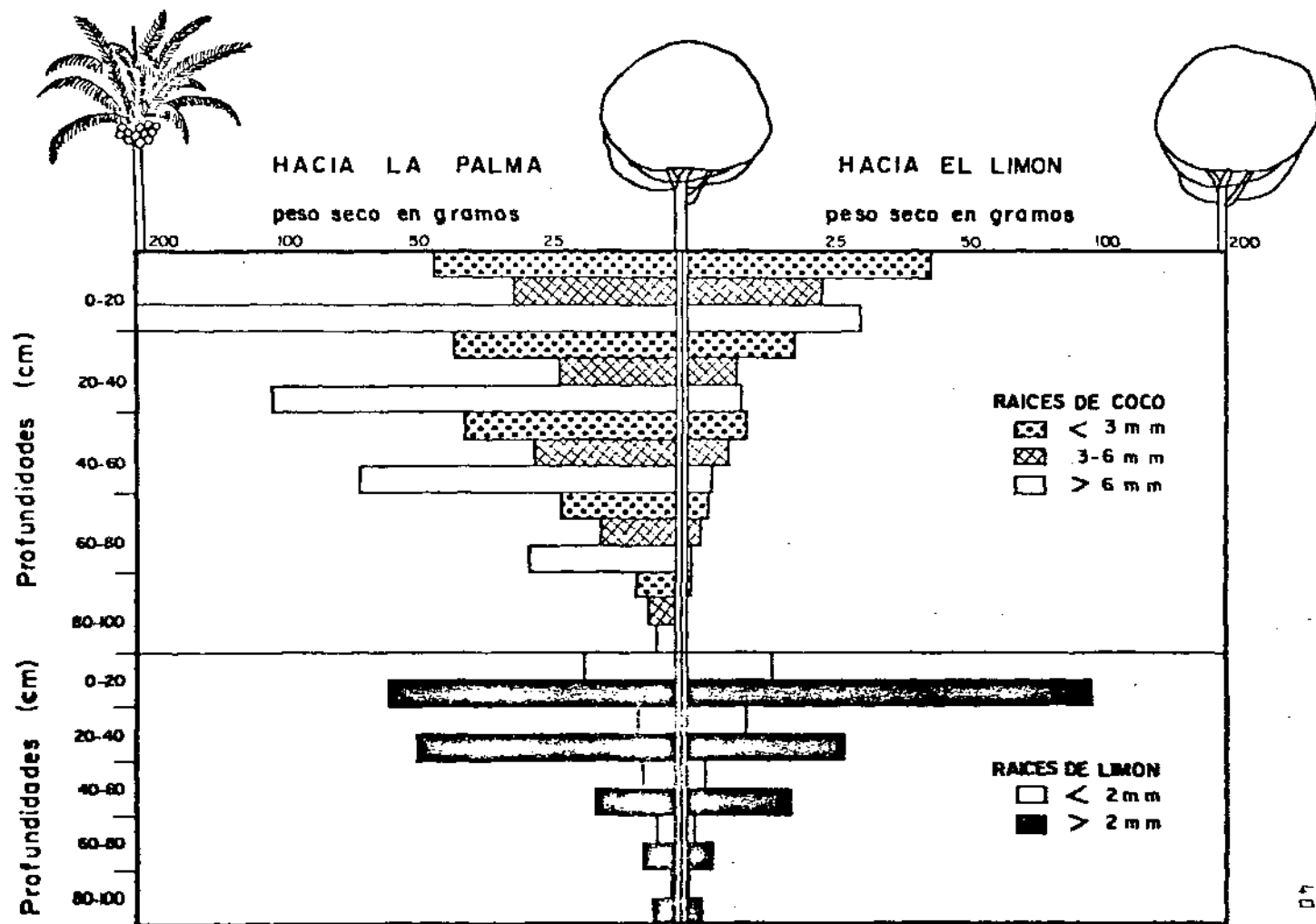


Figura. 3.- Distribución vertical de las raíces del Limón y cocotero en dos orientaciones. Planta fertilizada con el tratamiento 0-60-60.



Figuro. 4.- Distribución vertical de los raices del Limon y cocotero en dos orientaciones. Arboles fertilizados con la dosis 120-00-60.

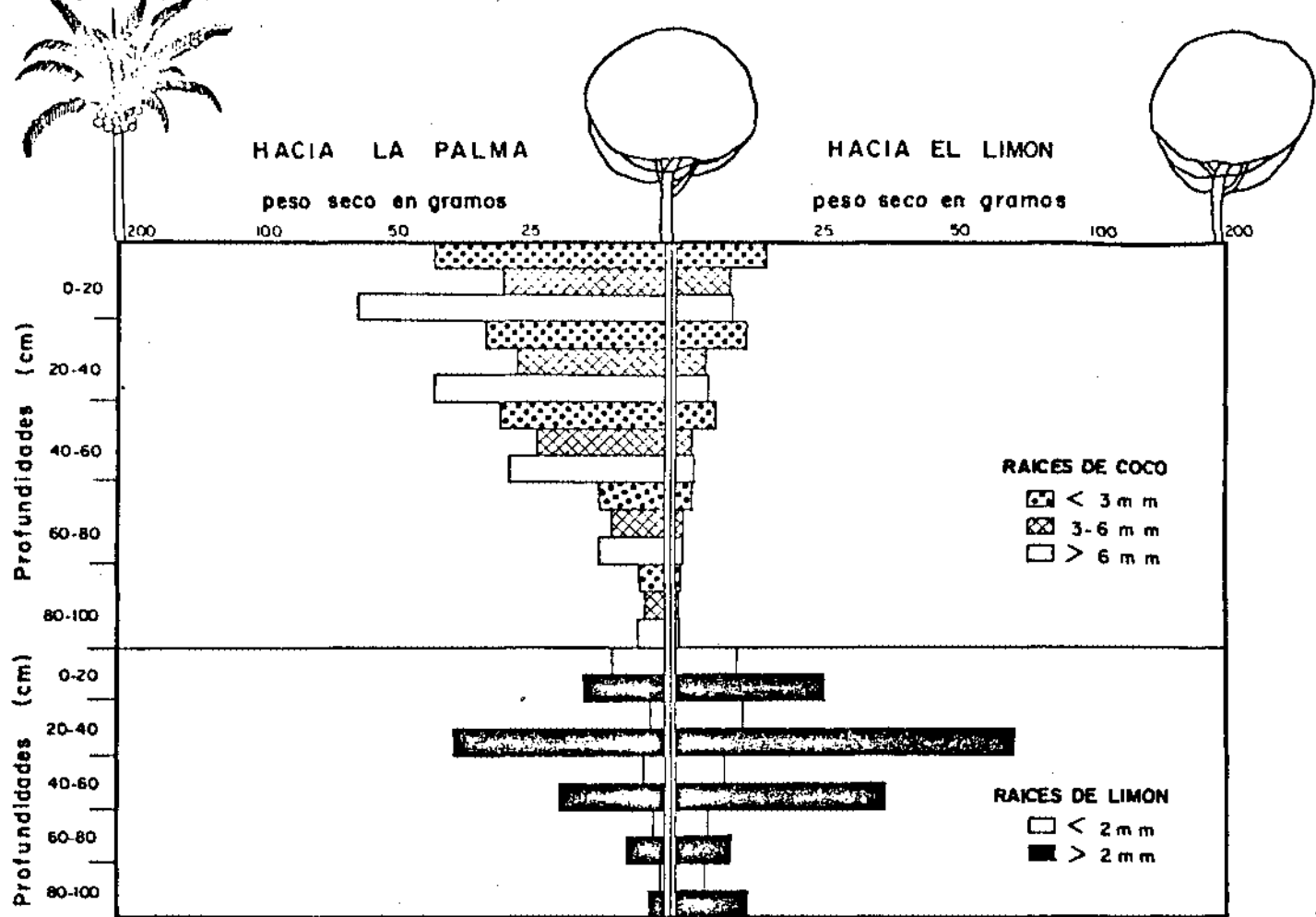


Figura 5.- Distribución vertical de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Planta fertilizada con el tratamiento 120-60-00.

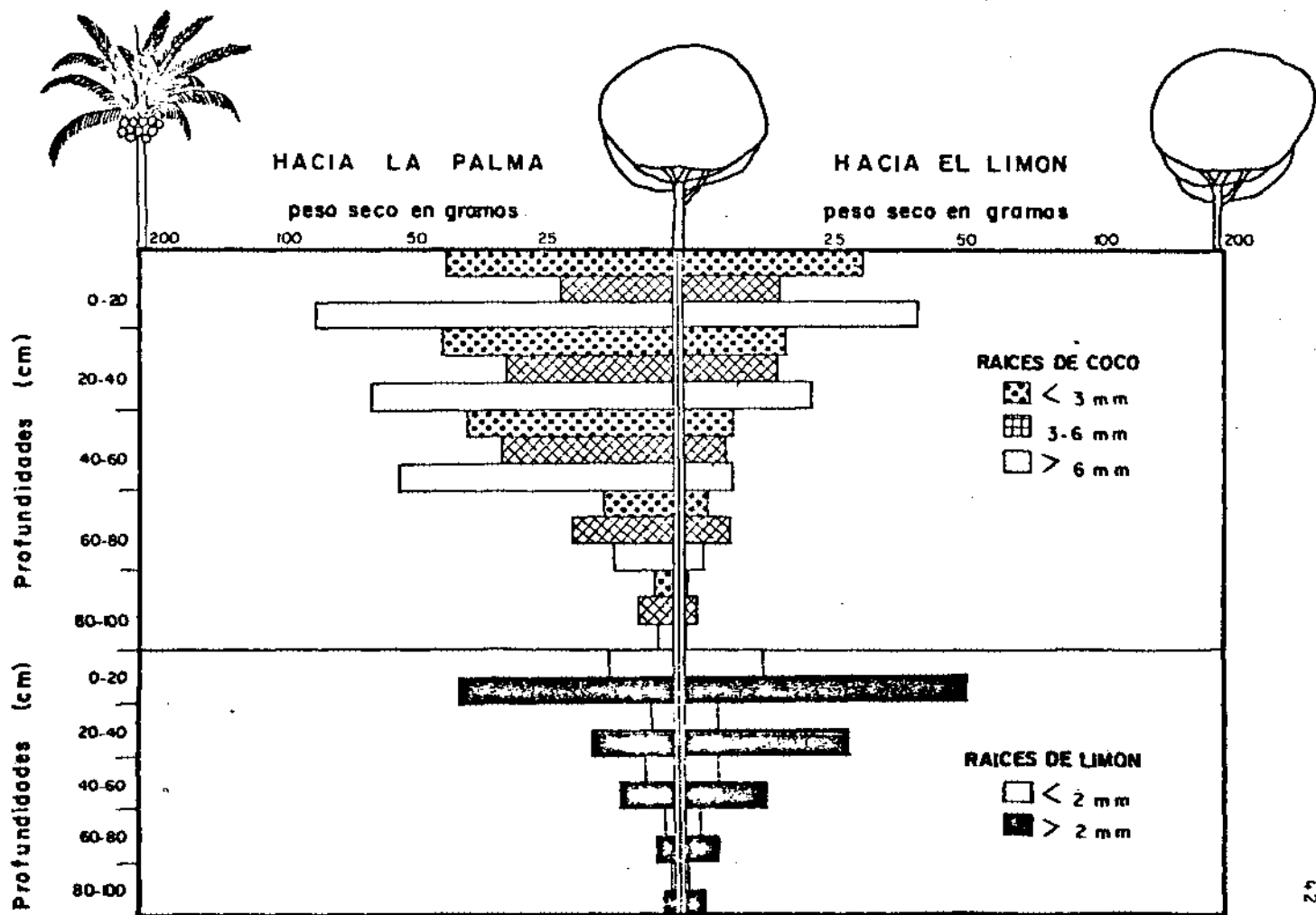


Figura 6.- Distribución vertical de los raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles fertilizados con la dosis 120-60-60.

tras que el testigo sin fertilizar tiene las más bajas.

En las raíces >6 mm de grosor el tratamiento 120-00-60 resultó estadísticamente superior a los demás en los estratos de 20-40, 60-80; en tanto que de 0-20 y 40-60 fue similar a la dosis 120-60-60 para ambas profundidades. En este tipo de raíces también el testigo tuvo la menor cantidad.

En la orientación-limón se encontraron diferencias significativas en la densidad de raíces distribuidas en el perfil del suelo con los tratamientos probados (cuadro 1). De 0-60 cm de profundidad el peso seco de raíces <3 mm fue mayor con la dosis 120-00-60; mientras que en los estratos de 60-80 y 80-100 cm sobresalieron el testigo y el tratamiento 0-60-60.

Para las raíces de 3-6 mm de diámetro el tratamiento 120-60-60 presentó la densidad más alta de raíces en todas las capas de suelo (excepto de 0-20 cm); aunque fue estadísticamente igual a las demás dosis en los estratos de 0-60 cm de profundidad (cuadro 9A del apéndice). También en las tres primeras capas de suelo la densidad de raíces gruesas fue más elevada con la dosis 120-60-60.

8. Efecto de la interacción dosis por distancia en la distribución radical del limón y cocotero asociados en dos orientaciones

De los cuadros 10A y 11A del apéndice se efectuaron las figuras 7,8,9,10 y 11, las cuales muestran el efecto de los tratamientos de fertilización en base al peso seco de las raíces del limón y cocotero obtenidos a diferentes distancias del tronco en ambas orientaciones observadas.

Limón

Como se puede ver en ambas orientaciones el testigo sin -

fertilizer y el tratamiento 00-60-60 tuvieron la menor densidad de raíces finas del limón en las cuatro primeras distancias en comparación a las demás dosis. Mientras que en las otras tres distancias la cantidad de raíces de este tipo fue prácticamente igual en todos los tratamientos.

En la orientación-palma las raíces del limón de un diámetro menor a 2 mm se concentraron en mayor cantidad entre 1 y 2 m del tronco en el tratamiento 120-00-60, resultando estadísticamente igual a las dosis 120-60-00 y 120-60-60 que presentaron valores similares en las distancias de 0.5 a 1 m y 1.5 a 2 m respectivamente y diferentes a las demás dosis (cuadro 10A del apéndice). Estos resultados difieren de los obtenidos por Salazar (1981), quién encontró que las dosis 120-60-60, 00-60-60 y el 0-0-0 tuvieron estadísticamente la mayor e igual densidad de raíces menores de 3 mm a 1.10 m del tronco. Mientras que en la orientación-limón las raíces se localizaron en mayor cantidad dentro de las tres primeras distancias con la dosis 120-60-00 la cual fue significativamente igual a las distancias 1.5-2.0 m del tratamiento 120-00-60 y diferente a las otras dosis.

Con respecto a las raíces mayores a 2 mm de diámetro en la orientación-limón también la dosis 120-00-60 produjo las más altas densidades en las dos primeras distancias del tronco que fueron significativamente iguales a las encontradas de 0.5-2.0 m del tratamiento 120-60-00. A partir de la distancia 2.5 m los tratamientos fueron muy similares y mostraron más baja densidad de raíces en la orientación-limón. El análisis de varianza efectuado no reportó diferencias significativas en este factor (cuadro 4A del apéndice); las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 muestran que las dosis 120-0-60 y 120-60-0 tuvieron una mayor densidad de raíces hasta 2.5 m de distancia a diferencia de los demás tratamientos. Se observa en forma general que los tratamientos propiciaron una mayor densidad de raíces de limón en todas las distancias en la orientación-limón que hacia la -

palma.

De lo anterior se desprende que las dosis de fertilización influyen en la densidad y distribución de raíces del limón en forma horizontal en las dos orientaciones. En este sentido el mejor tratamiento fue 120-0-60. Por otro lado, independientemente del tratamiento, es claro que la zona donde se colocó el fertilizante (1.5-2.5 m) mostró mayor desarrollo de raíces absorbentes, producto del efecto del mismo.

Cocotero

En el cuadro 11A del apéndice se observa que la densidad de los tres diámetros de raíces del cocotero no fue significativa para este factor en las dos orientaciones estudiadas. Esto indica que hay cierta homogeneidad en el crecimiento en sentido lateral de las raíces con cualquier tratamiento de fertilización. Sin embargo en las figuras puede verse que en la orientación-palma la dosis 120-00-60 produjo la mayor cantidad de los tres tipos de raíces en todas las distancias, siendo únicamente superada por el tratamiento 120-60-60 en la distancia 1.0-1.5 m. Este último tratamiento por lo general ocupó el segundo lugar en cuanto al peso de raíces producido, mientras que el testigo y la dosis 00-60-60 presentaron las densidades más bajas en todas las distancias. En los cinco tratamientos la mayor cantidad de raíces de los tres diámetros del cocotero se concentró de 2 y 4 m de distancia (a 3 m del tallo o estípote), resultando más elevadas la densidad de raíces gruesas (mayores de 6 mm) que de otros diámetros. En tanto que para las tres primeras distancias sobresalieron las menores de 3 mm con las dosis 120-60-60 y 120-00-60 y de 0.5 m hasta 2.5 m del tronco del limón con los demás tratamientos. La gran cantidad de raíces en esta zona se atribuyen a la fertilización aplicada al limonero y es más notable con las dosis antes mencionadas.

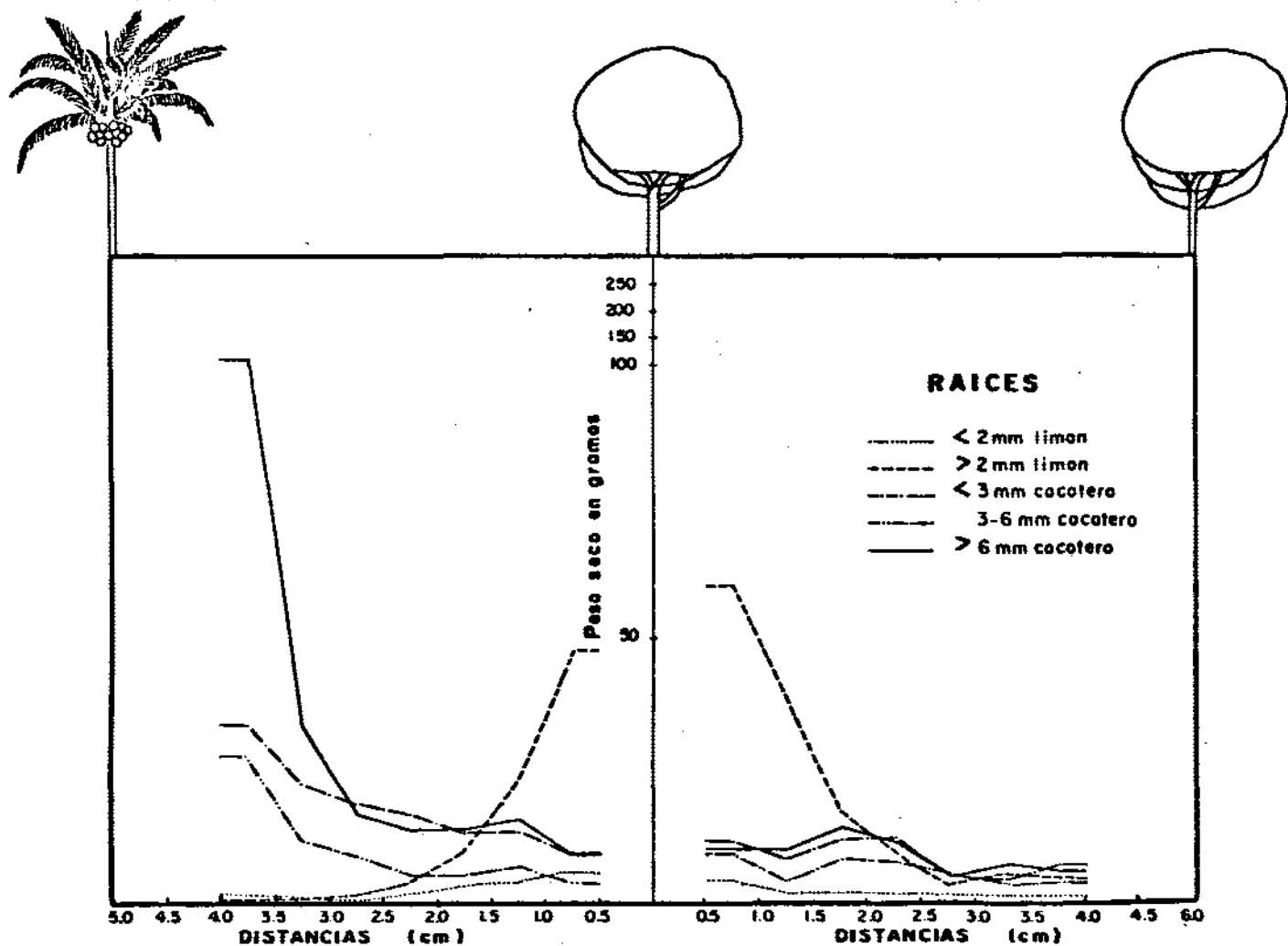


Fig. 7- Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón sin fertilizar.

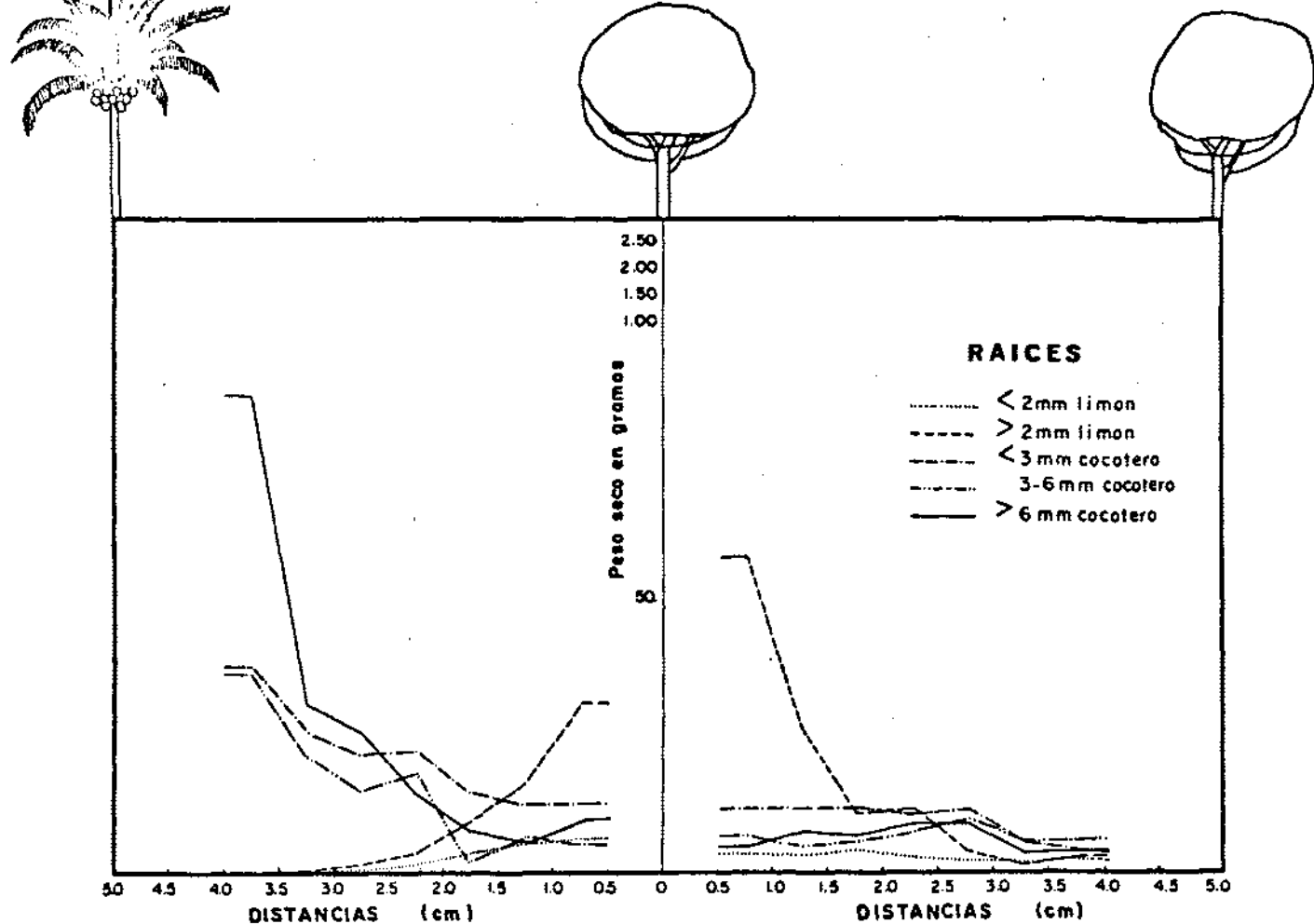


Figura 8.- Distribución horizontal de los raices del limón y cocotero en dos orientaciones. Planta de limón fertilizada con la dosis 0-60-60

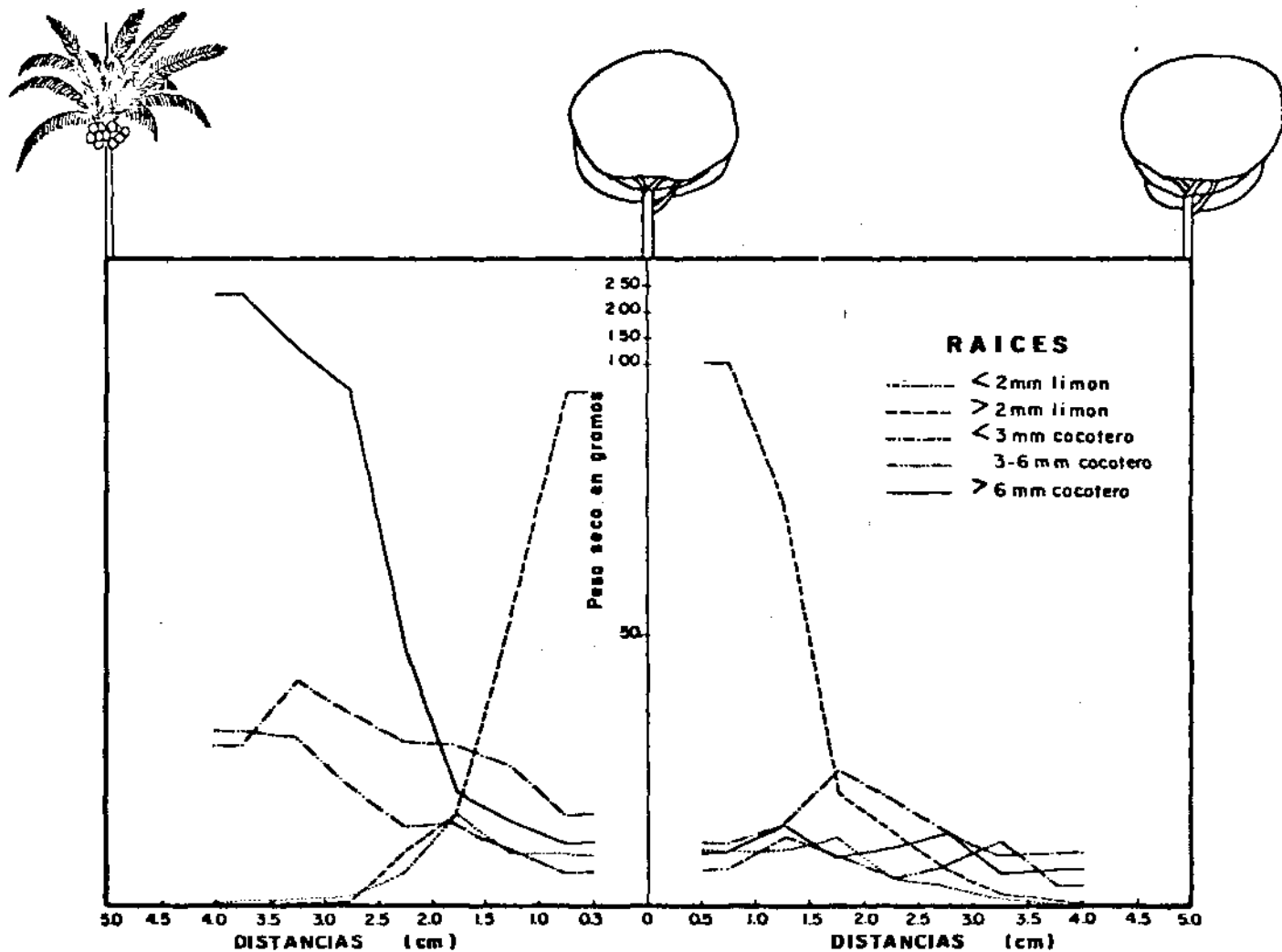


Figura 9.- Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón fertilizados con la dosis 120-00-60.

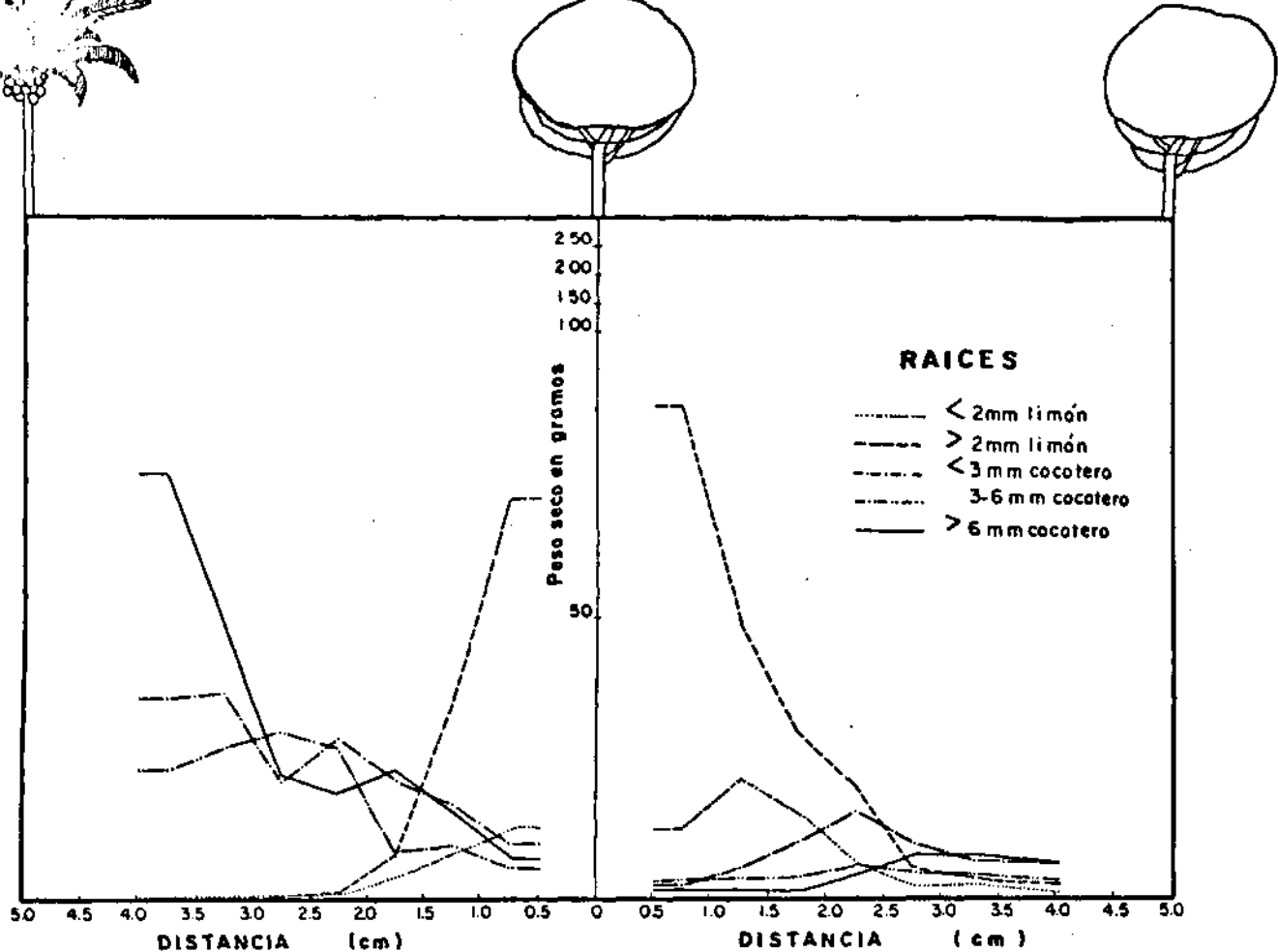


Figura 10.- Distribución horizontal de los raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Árboles de limón fertilizados con el tratamiento 120-60-0.

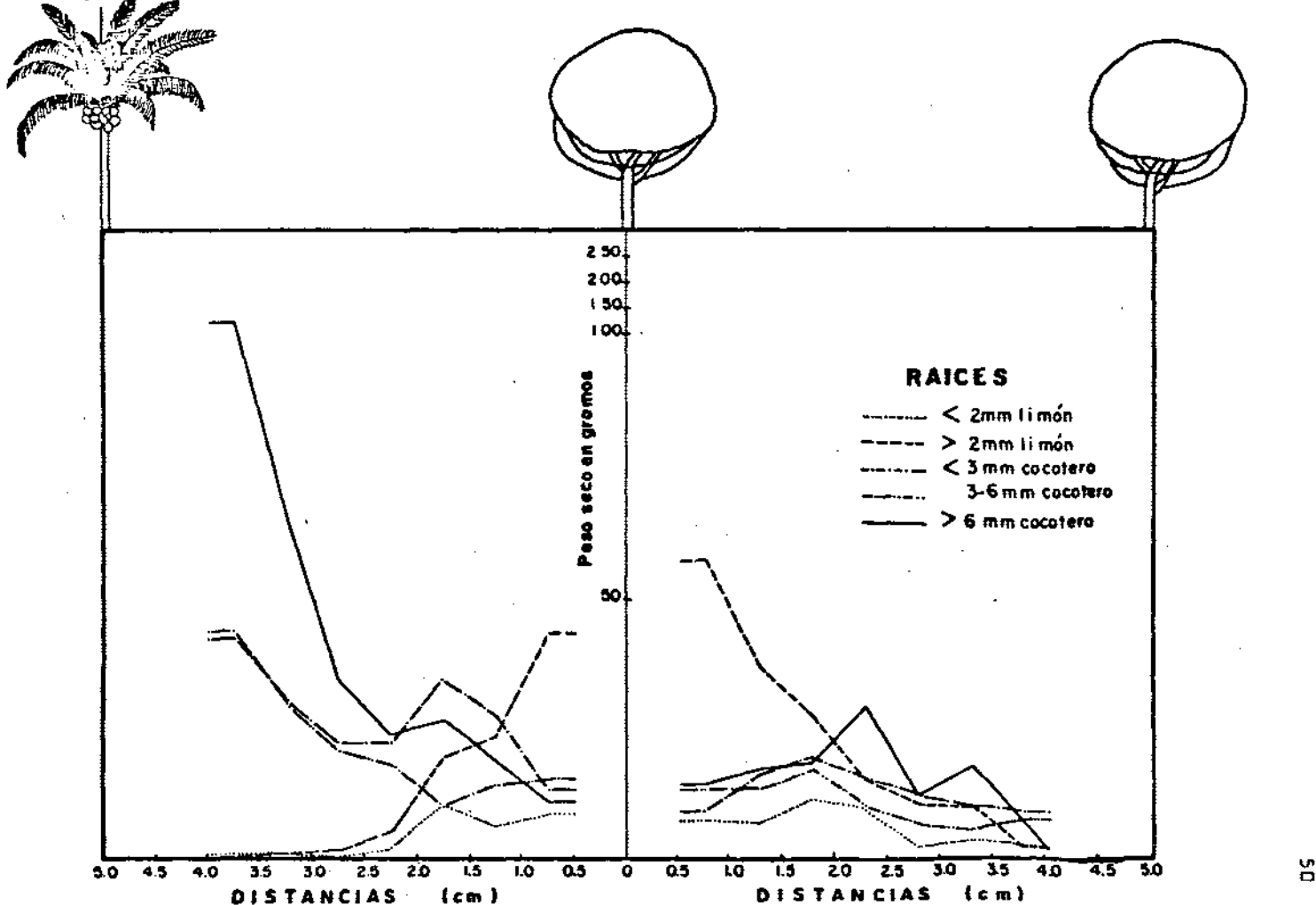


Figura II.- Distribución horizontal de las raíces del limón y cocotero en dos orientaciones. Plantas de limón fertilizadas con la dosis 120-60-60.

Como se indicó anteriormente para la orientación-limón no hubo significancia entre la densidad obtenida por los tratamientos en todas las distancias. sin embargo las figuras muestran que con la dosis 120-0-60 se incrementó la cantidad de raíces. especialmente las delgadas (menores de 3 mm de grosor). Estas se concentraron en forma general entre 1.5-2.5 m de distancia y su densidad resultó superior a la de otros diámetros en los tratamientos 0-60-60, 120-00-60 y 120-60-00 a diferencia del testigo sin fertilizar y la dosis 120-60-60 que tuvieron una densidad mayor de raíces gruesas en las distancias 1.0-2.0 m; 3.0-3.5 m y de 1.5-3.5 respectivamente. En esta orientación la densidad de raíces en todas las distancias fue inferior a la obtenida en la orientación-palma, no obstante, el efecto de los tratamientos fue similar en ambas orientaciones.

9. Interacción distancia por profundidad en las raíces del limón y cocotero

Limón

El cuadro 12A del apéndice muestra la densidad de raíces del limón obtenidas en las distancias y profundidades de las dos orientaciones estudiadas. En la orientación-palma la mayor cantidad de raíces <2 mm de diámetro se localizaron en las tres primeras distancias (0.5-1 m; 1.0-1.5 y 1.5-2.0 m) a la profundidad de 0-20 cm. Mientras que las raíces gruesas estuvieron concentradas hasta 1.5 m del tronco. A la distancia de 0.5-1.0 m el promedio de raíces en las capas 0-20 y 20-40 cm fue igual.

En forma general puede verse que la densidad de raíces del limonero disminuye a medida que se alejan del tronco siendo su desarrollo superficial. A partir de la distancia 2.5-3.0 m no se encontraron raíces abajo de 60 cm de profundidad.

En la orientación-limón el análisis de varianza efectuado para la densidad de raíces finas no reportó diferencias significativas para la interacción distancia por profundidad. En esta zona la distribución de raíces <2 mm de diámetro es igual que en la orientación-palma; sin embargo la densidad de raíces en todas las distancias y profundidades del suelo que fueron estudiadas fue superior en dirección al limón que hacia la palma. Algo parecido ocurrió con las raíces >2 mm de grosor, a excepción de algunos estratos en las tres primeras distancias, que presentaron mayores promedios en la orientación hacia la palma.

Cocotero

En el cuadro 13A del apéndice se observa, que en ambas orientaciones no hubo diferencia significativa entre los promedios de peso seco en los tres tipos de raíces del cocotero registradas a diferentes profundidades en las distancias evaluadas lo cual sugiere que la distribución horizontal de raíces sigue una misma tendencia en cada una de la profundidad de las dos orientaciones.

VI.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

- 1.- Las raíces del cocotero se encuentran en toda la área del suelo ocupadas por las del limón y se entrecruzan con las de éste, lo cual probablemente ocasiona una fuerte competencia en los cultivos asociados. Mientras que las del limón también se extienden y entrecruzan con las de la palma, pero en menor densidad.
- 2.- El desarrollo de raíces de limón en sentido lateral y vertical, así como densidad de las mismas fue menor hacia la palma que en dirección al otro árbol del limón.
- 3.- Los árboles de limón intercalados con palma de coco a 5 m de distancia dentro de las hileras presentan un sistema radical reducido, lo cual indica que no es la distancia adecuada para un buen desarrollo.
- 4.- Tanto la dosis de fertilización como la zona de aplicación del fertilizante influyeron en el crecimiento del limón y cocotero asociados.

En base a los resultados y conclusiones obtenidos se sugiere lo siguiente:

- 1.- En las plantaciones adultas ya establecidas se sugiere fertilizar a los árboles de limón al voleo en bandas más anchas a partir de 2 m del tronco; y también aplicar fertilizante al cocotero en zanjas de una profundidad de 40 cm y entre 2 y 2.5 m del tallo, con la finalidad de disminuir la competencia por nutrientes.
- 2.- En relación al riego de estas plantaciones que tienen el método denominado "espinas de pescado" reducir el cajete de la palma con el objeto de disminuir el área de mojado y cuando se efectúe en melgas aumentar el volumen de agua

aplicado.

- 3.- Seleccionar distancias de plantación más amplias (14x10 m) en los huertos que se pretendan establecer y colocar las hileras de cocotero de Este a Oeste para que estas frutales aprovechen mejor el espacio y la energía solar recibida.
- 4.- Hacer más trabajos de investigación sobre aspectos de riego, fertilización y distancias de plantación con el fin de llegar a optimizar el sistema de plantación asociado.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aiyappa, K.M. and Srivastava, K.C. (1966)
Studies on different aspects of root system with healthy and chlorotic citrus reticulata Swingle.
Indian Journal of Horticulture. Vo. 25 (1,2): 31-36
- 2.- Anónimo (1975). Root activity patterns of some tree crops.
FAO: Technical report No. 170. International Atomic Energy Agency. P. 65-71
- 3.- Becerra, R.S. (1979). Distribución de raíces en árboles de limón mexicano Citrus aurantifolia Swingle.
XXVII Congreso anual de la Sociedad Americana de las ciencias hortícolas, resúmenes. Mazatlán, Sinaloa, - México. P. 21
- 4.- Bevington, K.B. and Castle, W.S. (1982). Development of the root system of young carrizo citrage rootstocks. Proc. Sta. Hort. Soc. 95: 33-37
- 5.- Bhat, K.S. and Leela, M. (1969). The effect of density of planting on distribution of Arecanut roots.
Trop. Agric. 46 (1): 55-61
- 6.- Billings, W.D. (1977). Las plantas y el ecosistema.
Ed. Herrero tercera ed. en español. P. 35
- 7.- Boswell, S.B., Nauder, E.M. and Atkins, D.R. (1980).
Effects of tree Spacing on Navels on Trifoliolate.
Citrograph. May. 1980. P. 201-204
- 8.- FAO (1969). Root activity patterns of some tree crops.
Technical report. International Atomic Energy Agency
P. 51-112

- 9.- Fidefrut. Fideicomiso de las Frutas Cítricas y Tropicales.
Resumen del censo frutícola 1982-1983 del Estado de -
Colima.
- 10.- Ford, W.H., Smith, F.P. and Reuther, W. (1957)
The influence of excessive nitrogen on citrus root de-
velopment. Citrus Magazine 19 (10): 14,15,29
- 11.- Fremont, Y., Ziller, R. y DeLamothe (1969)
El cocotero. Ed. Bume, primera ed. P. 15-17
- 12.- García Enriqueta (1973). Modificaciones al sistema de cla-
sificación climática de Köppen. México. UNAM Institu-
to de Geografía. P. 9-20
- 13.- Ghosh, S.P. and Chattopadhyay, P.E. (1973)
Estudio del sistema radical del limón, crecimiento y
desarrollo de las raíces y su anatomía.
Trad. por Victor M. Medina Urrutia. Indian Agric. 16
(4): 333-337
- 14.- _____ and Dehra, D. (1973). Root systems of fruit -
plants. Indian Agric. 17 (2): 195-210
- 15.- Hernández, R.L. (1978). Distribución del sistema radical
de nopal (Opuntia amyoclea, Tenore) Tesis de Maestría
C.P. Chapingo, México. P. 115
- 16.- Kaufman, M.R., Boswell, S.B. and Lewis, L.N. (1972).
Effect of tree spacing on root distribution of nine -
year old "Washington" Navel oranges. J. Amer. Soc. -
Hort. Sci. 97 (2): 204-206
- 17.- Kolesnikov, V.A. (1966) Dynamics of the growth of root -
system in fruit plants. Indian Journal of Horticultu-
re. Vol 25 (1,2): 37-45

- 18.- _____ (1971). Root systems of fruit plants.
P. 103-133
- 19.- López, V.L.E. (1980). Efecto del riego individual por ca-
jetes (espina de pescado) en la distribución radical
del *Macrophyla* injertado con limón mexicano (Citrus -
aurantifolia, Swingle).
Tesis Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, Escuela
de Agricultura. P. 50
- 20.- Medina, U.V.M. (1978). Evaluación de distintos portainjer-
tos y su interacción con el cultivar, en la distribu-
ción radical, producción y nutrición mineral.
Tesis de Maestría C.P. Chapingo, México P
- 21.- Miramontes, C.T.J. y Medina, U.V.M. (1981).
Nota preliminar sobre la distribución de raíces del -
cocotero en el valle de Tecomán, Colima. Ponencia III
Congreso Nacional de Fruticultura, resúmenes. Guadala-
jara, Jalisco. P. 230
- 22.- Nair, P.K., Ramachandran. (1979) Intensive multiple crop-
ping with coconuts in India.
Verlang Paul Parey. Berling. P. 20-28
- 23.- Oseguera, R.S. (1973). Tecomán. Ejemplo de Desarrollo Re-
gional. México. Editora y Distribuidora, S.A.
P. 152-153
- 24.- Orozco, R.J. (1979) Influencia de los elementos mayores -
sobre el rendimiento, calidad de fruta y desarrollo
del limonero. In : "Memorias del primer simposium so-
bre el cultivo del limón en el Estado de Colima". CAE
TECO, CIAPAC, INIA. P. 66-88

- 25.- Praloran, J.C. (1977). Los Agricos, Técnicas Agrícolas y -
Producciones Tropicales. Trad. de la 2da. Ed. en fran-
cés por Esteban Rimbau. Barcelona.
Editorial Blume. P. 31-32
- 26.- Salazar, S.J.J. (1981). Efecto de la fertilización en la -
densidad de raíces del limón mexicano (Citrus auranti-
folia S.) asociado con palme de coco (Cocos nucifera,
L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de Guadalajara, Escue
la de Agricultura. P. 63
- 27.- Spencer, W.F. (1959). Phosphorus and the growth of citrus -
tree feeder roots. Citrus Magazine 22 (2): 18,19,30
- 28.- Swarbrick, J.T. (1964). The growth and root distribution -
of some temporary shade plants for cocoa. Tropic. - -
Agric. 41 (4): 311-323

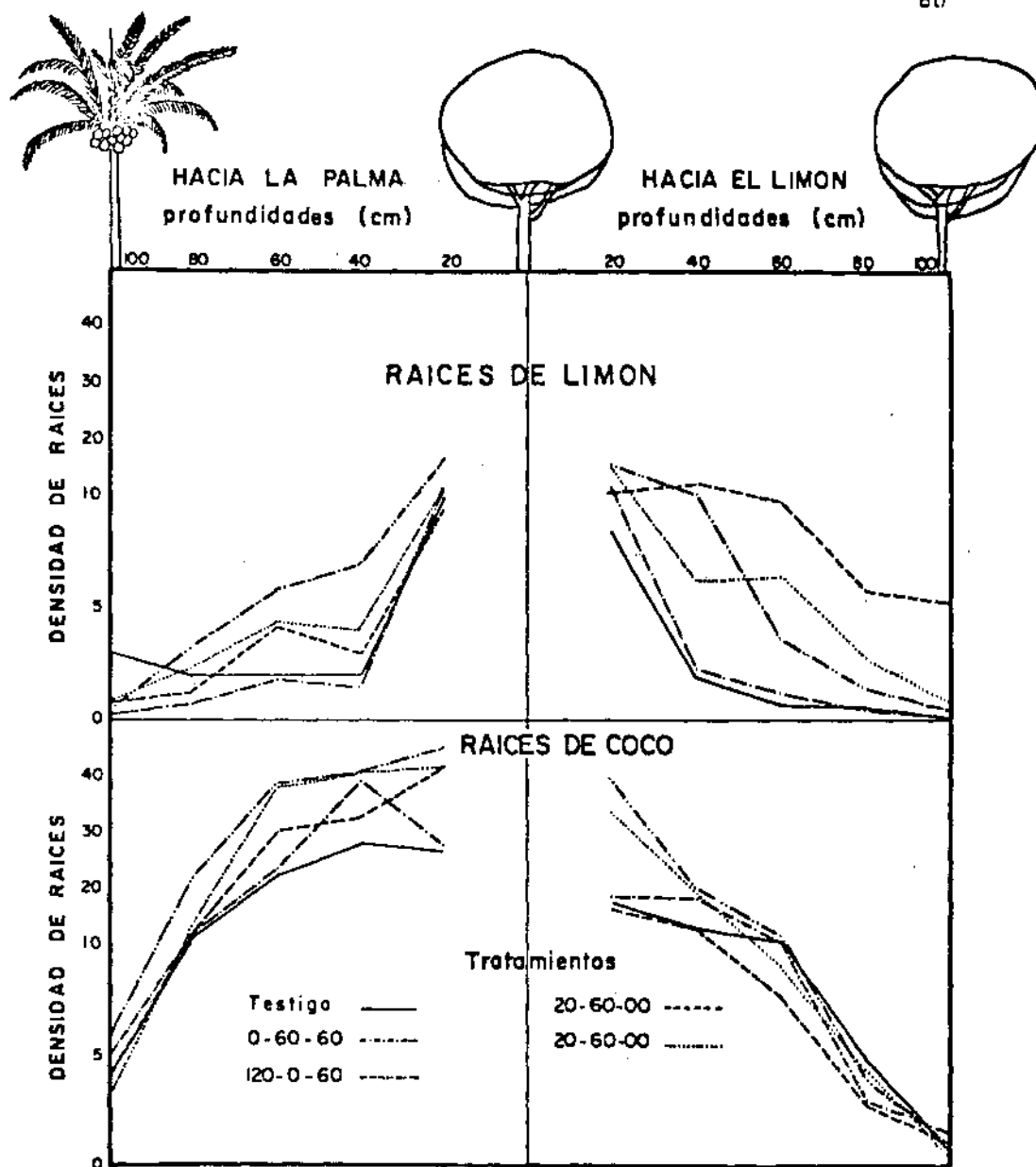


Fig. 1 A.- Interacciones de los tratamientos de fertilización por la profundidad en la densidad y distribución de raíces menores de 2mm de limón y menores de 3mm de cocotero en 2 orientaciones estudiadas.

CUADRO 1A CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO
DONDE SE REALIZO EL EXPERIMENTO

Características	Profundidades	
	0-30 cm	30-60 cm
Arena (%)	83	87
Arcilla (%)	8	8
Limo	9	5
Textura	Arena migajosa	Arena migajosa
pH	8.3	8.5
Materia orgánica (%)	0.690	0.552
Nitrógeno total (%)	0.047	0.021
Fósforo (ppm)	10.0	4.0
Potasio (ppm)	75.0	75.0
Calcio (ppm)	357.0	367.0
Magnesio (ppm)	80.0	80.0
C.E. Sat. (mmhos/cm)	0.75	0.75
CaCO ₃ (%)	2.50	3.0
Saturación	33.0	31

CUADRO 2A

ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DEL LIMON EN LA ORIENTACION-PALMA. TECOMAN, COLIMA 1983

Factor de variación	Menores de 2 mm				Mayores de 2 mm		
	GL	Valor de Prob.			Valor de Prob.		
		CM	F _C	F _T	CM	F _C	F _T
Dosis de fertilizante (F)	4	4.75	12.78	0.01 **	13.13	6.33	0.01 **
Repetición (R)	1	2.44	6.58	1.10 *	3.86	1.86	17.42 NS
R*F	4	1.40	3.78	0.57 **	4.73	2.28	6.25 NS
Distancia (D)	6	26.26	70.65	0.01 **	200.49	96.60	0.01 **
Profundidad (P)	4	45.33	121.96	0.01 **	128.52	61.92	0.01 **
D*P	24	2.05	5.53	0.01 **	16.45	7.93	0.01 **
F*D	24	1.53	4.14	0.01 **	4.60	2.22	0.18 **
F*P	16	0.67	1.80	3.41 *	5.83	2.81	0.05 **
F*D*P	96	0.31	0.85	81.02 NS	2.25	1.09	31.70 NS
Residual	170	0.37			2.07		
Media		1.91			2.86		
Coefficiente de variación		31.78			50.31		

CUADRO 3A

ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO EN LA ORIENTACION-PALMA, TECOMAN, COLIMA 1983

Factor de Variación	GL	Menores de 3 mm			De 3-6 mm			Mayores de 6 mm		
		CM	De F _C	F _T	CM	De F _C	F _T	CM	De F _C	F _T
F	4	14.48	9.76	0.01 **	16.55	8.19	0.01 **	72.28	10.76	0.01 **
R	1	2.16	1.19	25.75 NS	38.89	19.24	0.01 **	28.84	4.29	3.97 *
R*F	4	19.61	10.77	0.01 **	10.33	5.11	0.07 **	33.35	4.97	0.08 **
D	6	33.21	18.25	0.01 **	55.09	27.25	0.01 **	287.40	42.80	0.01 **
P	4	188.71	103.63	0.01 **	72.73	35.97	0.01 **	448.00	66.71	0.01 **
D*P	24	1.82	1.00	46.55 NS	2.20	1.09	36.13 NS	17.44	2.60	0.02 **
F*D	24	1.92	1.06	39.87 NS	2.44	1.21	23.93 NS	10.08	1.50	7.23 NS
F*P	16	1.65	0.91	56.19 NS	2.55	1.26	22.56 NS	17.17	2.56	0.14 **
F*D*P	96	1.11	0.61	99.57 NS	1.23	0.61	99.59 NS	3.41	0.51	99.93 NS
Residual	170	1.82			2.02			6.71		
Media		4.57			3.81			4.98		
Coefficiente de variación		29.52			37.29			51.94		

CUADRO 4A .

ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DE LIMON EN LA ORIENTACION-- LIMON. TECOMAN, COLIMA 1983.

Factor de variación	GL	Menores de 2 mm			Mayores de 2 mm		
		CM	Valor de F	Prob. F	CM	Valor de F	Prob. F
F	4	12.92	17.29	0.01 **	11.13	2.94	2.20 *
R	1	24.63	32.95	0.01 **	24.28	6.42	1.20 *
R*F	4	6.13	8.20	0.01 **	9.85	2.60	3.70 *
D	6	15.03	20.11	0.01 **	207.39	54.79	0.01 **
P	4	46.54	62.25	0.01 **	239.36	63.24	0.01 **
D*P	24	0.97	1.31	16.55 NS	17.67	4.67	0.01 **
F*D	24	2.16	2.89	0.01 **	4.53	1.20	24.98 NS
F*P	16	1.60	2.14	0.87 **	12.05	3.19	0.01 **
F*D*P	96	0.41	0.55	99.93 NS	2.56	0.68	98.20 NS
Residual	170	0.74			3.78		
Media		2.15			3.70		
Coefficiente de variación		40.13			52.55		

CUADRO 5A .

ANDEVA PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO EN LA ORIENTACION-LIMON, TECOMAN, COLIMA 1983.

Factor de variación	GL	Menores de 3 mm			De 3-6 mm			Mayores de 6 mm		
		CM	Valor F	Prob. F	CM	Valor F	Prob. F	CM	Valor F	Prob. F
F	4	7.52	5.37	0.04 **	8.10	7.08	0.01 **	13.77	6.94	0.01 **
R	1	2.34	1.68	19.71 NS	13.05	11.40	0.09 **	10.84	5.46	2.06 *
R*F	4	52.51	37.51	0.01 **	38.94	34.00	0.01 **	30.07	15.14	0.01 **
D	6	6.43	4.60	0.02 **	1.85	1.62	14.53 NS	4.05	2.04	6.30 NS
P	4	124.63	89.04	0.01 **	52.84	46.13	0.01 **	132.80	66.85	0.01 **
D*P	24	1.24	0.89	62.10 NS	0.55	0.49	98.00 NS	2.77	1.39	11.61 NS
F*D	24	1.53	1.10	34.93 NS	1.17	1.03	43.61 NS	2.64	1.33	15.21 NS
F*P	16	3.18	2.27	0.50 **	2.15	1.88	2.55 *	5.48	2.76	0.06 **
F*D*P	96	0.54	0.39	100.00 NS	0.77	0.67	98.28 NS	0.98	0.49	100.00 NS
Residual	170	1.40			1.14			1.98		
Media		2.98			2.53			2.56		
Coefficiente de variación		39.66			42.17			54.86		

CUADRO EA. ANDEVA CONJUNTO PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS DEL PESO SECO DE DOS DIAMETROS DE RAICES DEL LIMONERO. TECOMAN, COLIMA 1983

Factor de variación	GL	Menores de 2 mm			Mayores de 2 mm		
		CM	Valor F	Prob. F	CM	Valor F	Prob. F
R	1	21.298	40.96	0.01 **	23.760	9.07	0.27 **
D	1	9.769	18.79	0.01 **	123.026	46.95	0.01 **
D*R	1	5.779	11.11	0.09 **	4.387	1.67	19.63 NS
F	4	12.180	23.43	0.01 **	19.183	7.32	0.01 **
D*F	4	5.494	10.57	0.01 **	5.081	1.94	10.28 NS
R*F (D)	8	30.146	7.25	0.01 **	7.293	2.78	0.51 **
D	6	39.760	76.47	0.01 **	406.499	155.13	0.01 **
P	4	90.948	174.91	0.01 **	357.609	136.47	0.01 **
D*P	24	2.234	4.30	0.01 **	32.826	12.53	0.01 **
D*D	6	1.539	2.96	0.76 **	1.383	0.53	78.72 **
F*D	24	2.832	5.45	0.01 **	7.089	2.71	0.01 **
D*P	4	0.925	1.78	13.17 NS	10.270	3.92	0.38 **
F*P	16	1.943	3.74	0.01 **	14.386	5.49	0.01 **
D*D*P	24	0.798	1.54	5.11 NS	1.298	0.50	97.97 NS
F*D*P	96	0.402	0.77	93.82 NS	3.299	1.26	6.35 NS
Residual	476	0.519			2.620		
Media		2.036			3.28		
Coefficiente de variación		35.40			49.31		

CUADRO 7A .

ANDEVA CONJUNTO PARA LA DENSIDAD RADICAL EN BASE A DATOS TRANSFORMADOS
DEL PESO SECO DE TRES DIAMETROS DE RAICES DEL COCOTERO.
TECOMAN, COLIMA

Factor de variación	GL	Menores de 3 mm			De 3-6 mm			Mayores de 6 mm		
		CM	Valor F	Prob. F	CM	Valor F	Prob. F	CM	Valor F	Prob. F
R	1	0.002	0.00	97.0 NS	48.51	33.89	0.01 **	37.52	9.25	0.25 **
D	1	440.803	310.53	0.01 **	284.33	198.65	0.01 **	1025.09	252.81	0.01 **
D*R	1	4.506	3.17	7.54 **	3.44	2.40	12.17 NS	2.15	0.53	46.62 NS
F	4	17.404	12.26	0.01 **	16.46	11.50	0.01 **	58.55	14.44	0.01 **
D*F	4	4.607	3.25	1.21 *	8.19	5.73	0.02 **	27.51	6.79	0.01 **
R*F (D)	8	30.060	25.40	0.01 **	24.64	17.22	0.01 **	31.71	7.82	0.01 **
D	6	15.067	10.61	0.01 **	19.68	13.75	0.01 **	122.13	30.12	0.01 **
P	4	301.201	212.19	0.01 **	117.72	82.25	0.01 **	526.08	129.74	0.01 **
D*P	24	2.417	1.70	2.09 *	1.32	0.92	56.78 NS	8.99	2.22	0.09 **
D*D	6	24.583	17.32	0.01 **	37.25	26.03	0.01 **	169.32	41.76	0.01 **
F*D	24	2.261	1.59	3.80 *	1.97	1.38	11.01 NS	5.75	1.42	9.13 NS
D*P	4	12.140	8.55	0.01 **	7.85	5.49	0.03 **	54.71	13.49	0.01 **
F*P	16	3.004	2.12	0.70 **	3.10	2.16	0.56 **	18.31	4.52	0.01 **
D*D*P	24	0.648	0.46	98.84 NS	1.43	1.00	46.19 NS	11.21	2.77	0.01 **
F*D*P	96	0.930	0.66	99.39 NS	1.19	0.84	85.65 NS	2.16	0.53	100.00 **
Residual	476	1.419			1.43			4.05		
Media		3.77			3.17			3.78		
Coefficiente de variación		31.55			37.67			53.28		

CUADRO 8A.. EFECTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECMAN, COLIMA 1983

Dosis * Prof.	Orientación-palma			Orientación-limón			
	< 3 mm	3-6 mm	> 6 mm	< 3 mm	3-6 mm	> 6 mm	
Testigo	0-20	26.67 NS	11.54 NS	56.31 b-f	12.28 b-f	10.99 e-c	18.95 e-c
	20-40	28.07	17.44	53.77 b-l	12.82 c-l	10.43 b-f	18.38 e-d
	40-60	22.21	11.28	29.00 d-m	10.17 c-m	5.92 b-l	7.45 c-l
	60-80	10.92	8.34	9.58 k-m	4.88 g-o	3.50 e-l	2.53 f-l
	80-100	4.16	3.04	3.68 l-m	0.76 o	1.33 e-l	0.24 l
	Promedio	18.40	10.33	30.47 l-m	9.18 c-o	6.43 b-l	9.51 c-l
0-60-60	0-20	27.84	17.95	25.71 d-m	18.73 b-e	11.18 a-g	13.97 c-g
	20-40	39.32	24.83	58.70 b-g	18.17 b-d	13.88 a-c	13.32 c-f
	40-60	23.17	23.09	33.25 d-l	10.17 c-n	6.59 b-l	6.71 c-l
	60-80	11.90	12.09	12.35 h-m	3.06 j-o	3.59 e-l	0.79 l
	80-100	5.00	8.35	1.70 m	1.56 n-o	1.31 i-l	0.23 l
	Promedio	21.45	17.26	26.34 d-m	10.34 c-n	7.31 b-l	7.00 c-h
120-0-60	0-20	45.10	30.18	205.13 a ^(I)	39.86 e	24.92 e	37.10 e-b
	20-40	40.92	21.72	100.26 a-b	20.14 b-g	9.19 b-h	11.32 c-h
	40-60	38.86	25.87	66.78 b-h	11.85 c-k	7.82 b-j	4.66 d-l
	60-80	21.31	13.71	27.83 d-m	4.03 h-o	2.69 f-l	1.07 l
	80-100	7.29	4.79	3.52 l-m	0.99 a	0.31 l	0.00
	Promedio	30.70	19.25	80.70 b-g	15.37 c-k	9.59 b-k	13.53 c-l
120-60-0	0-20	42.04	29.38	61.91 b-d	16.65 c-h	10.09 b-l	10.24 c-l
	20-40	32.56	27.03	42.12 b-k	12.97 c-l	5.64 b-l	5.99 c-l
	40-60	30.26	23.32	28.56 d-m	7.66 d-o	3.04 e-l	3.25 l
	60-80	12.06	9.79	12.25 g-m	2.78 k-o	1.77 h-l	1.74 l
	80-100	4.17	3.70	3.92 j-m	0.99 a	0.61 l	0.65 l
	Promedio	24.22	18.64	29.75 d-m	8.21 c-d	4.23 c-l	4.37 g-l
120-60-60	0-20	42.05	20.77(y)	87.48 a-c	33.54 e-b	18.21 a-b	43.85 a
	20-40	42.80	31.18	63.07 b-e	19.04 b-g	17.63 a-d	23.77 a-e
	40-60	38.04	32.02	52.09 b-j	9.04 c-o	7.79 b-k	8.99 c-l
	60-80	13.25	19.03	11.05 g-m	4.41 h-o	8.44 b-l	3.74 g-l
	80-100	3.15	6.62	2.37 l-m	0.57 a	2.58 f-l	0.29 l
	Promedio	27.86	21.92	43.21 b-k	13.32 c-n	10.93 b-h	16.13 c-g

(I) Letras distintas en la columna indican diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

NS No hay significancia

CUADRO 9A. EFECTO DE LAS DOSIS DE FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis * Profun.	Orientación-palma		Orientación-limón		
	< 2 mm	> 2 mm	< 2 mm	> 2 mm	
Testigo	0-20	9.96 b-d	43.00 a-b	8.50 a-f	59.26 a-c
	20-40	2.00 f-j	8.00 f-i	1.61 i-k	23.50 b-i
	40-60	2.04 g-j	4.50 g-1	0.74 i-1	10.46 e-1
	60-80	0.19 j	3.59 g-1	0.56 k	3.45 i-1
	80-100	0.29 i-j	2.08 g-1	0.26 k	1.89 k-1
	Promedio	2.89 f-j	12.41 f-i	2.33 g-k	19.71 e-1
0-60-60	0-20	11.55 a-b ^(I)	31.80 a-d	12.16 a-b-c	34.80 a-e
	20-40	1.54 g-j	10.60 f-1	2.40 g-k	33.15 b-h
	40-60	2.19 g-j	4.82 g-1	1.28 i-k	10.62 e-j
	60-80	0.74 i-j	1.29 g-1	0.49 k	5.10 i-1
	80-100	0.15 j	0.31 i	0.26 k	0.57 l
	Promedio	3.23 f-j	9.76 g-1	3.32 e-1	16.85 e-1
120-00-60	0-20	16.89 ^(y) a	56.18 a	15.83 a	102.50 a
	20-40	7.04 b-f	47.55 a-f	10.87 a-h	29.07 b-j
	40-60	5.90 d-g	14.51 d-h	3.73 e-j	19.22 e-1
	60-80	3.33 f-j	6.03 g-1	1.54 i-k	5.09 i-1
	80-100	0.46 i-j	4.00 g-1	0.51 k	2.88 k-1
	Promedio	6.72 d-g	25.65 d-1	6.50 b-1	31.75 b-g
120-60-00	0-20	9.73 b-e	15.15 d-1	11.06 a-d	27.30 b-1
	20-40	2.68 f-g	38.26 a-f	12.37 a-e	61.36 a-d
	40-60	4.10 e-j	19.32 d-1	9.89 a-g	32.95 b-g
	60-80	2.26 g-j	6.97 g-1	5.83 d-k	10.00 e-1
	80-100	0.81 i-j	2.81 g-1	5.36 d-k	8.24 e-1
	Promedio	3.92 f-j	16.50 h-j	8.90 a-f	27.97 b-1
120-60-60	0-20	11.90 a-d	39.86 a-d	15.17 a-b	59.93 a-b
	20-40	3.94 f-j	15.23 d-g	6.33 c-j	30.48 b-f
	40-60	5.29 e-j	9.97 f-1	6.55 b-1	15.24 e-1
	60-80	1.49 g-j	2.90 g-1	2.86 g-k	6.24 g-1
	80-100	0.17 j	1.69 g-1	0.85 k	3.72 j-1
	Promedio	4.56 f-j	13.93 h-1	6.35 c-j	23.12 b-1

(I) Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

CUADRO 10A. EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis * Dist.	Orientación-palma		Orientación-limón		
	< 2 mm	> 2 mm	< 2 mm	> 2 mm	
Testigo	0.5-1.0	6.4 c-k	47.0 b-d	4.4 d-m	58.9 NS
	1.0-1.5	4.8 f-n	23.0 c-l	2.1 g-m	37.7
	1.5-2.0	3.8 g-p	9.8 g-m	2.5 g-m	17.3
	2.0-2.5	1.9 m-p	4.2 k-m	2.0 g-m	9.8
	2.5-3.0	0.4 p	1.4 m	1.7 j-m	3.9
	3.0-3.5	1.0 o-p	0.7 m	1.8 j-m	5.6
	3.5-4.0	1.9 m-p	0.8 m	1.8 i-m	5.0
	Promedio	2.88 j-p	12.41 m	2.32 g-m	19.74
D-60-60	0.5-1.0	6.7 c-g ^(I)	31.4 c-g	3.9 d-m	58.0
	1.0-1.5	6.6 c-l	17.7 e-l	3.7 e-m	27.6
	1.5-2.0	4.4 g-o	10.0 g-m	4.6 d-m	11.7
	2.0-2.5	2.8 i-p	4.5 l-m	3.7 e-m	12.0
	2.5-3.0	1.1 m-p	2.8 l-m	2.4 g-m	3.9
	3.0-3.5	0.7 o-p	1.1 m	2.4 g-m	1.6
	3.5-4.0	0.3 p	0.7 m	2.4 g-m	3.0
	Promedio	3.22 i-p	9.74 l-m	3.3 f-m	16.82
120-0-60	0.5-1.0	9.7 b-e	94.9 a	10.2 b-f	103.7
	1.0-1.5	10.1 a-d	54.6 a-b-c	10.6 b-h	74.3
	1.5-2.0	17.2 a	17.9 d-k	13.2 a-d	21.0
	2.0-2.5	6.3 b-l	10.2 f-m	5.7 c-l	14.4
	2.5-3.0	1.9 m-p	1.3 m	4.0 d-m	6.6
	3.0-3.5	1.1 n-p	0.3 m	1.5 j-m	2.0
	3.5-4.0	0.8 o-p	0.2 m	0.2 m	0.1
	Promedio	6.72 d-l	25.62 e-l	6.48 c-m	31.72
120-60-0	0.5-1.0	13.7 a-b	70.3 a-b	12.4 a-c	86.5
	1.0-1.5	8.1 c-f	34.9 c-f	21.2 a	48.5
	1.5-2.0	4.3 f-m	8.1 i-m	15.0 a-b	29.2
	2.0-2.5	0.6 o-p	1.9 l-m	6.6 b-j	19.8
	2.5-3.0	0.3 p	0.2 m	2.4 g-m	5.2
	3.0-3.5	0.1 p	0.04 m	2.9 f-m	3.8
	3.5-4.0	0.3 p	0.13 m	1.7 j-m	2.8
	Promedio	3.91 h-p	16.51 g-m	8.8 b-j	27.97
120-60-60	0.5-1.0	8.4(y)c-g	43.5 b-e	7.8 b-g	57.0
	1.0-1.5	6.9 c-h	23.7 c-h	7.0 b-k	37.6
	1.5-2.0	10.9 a-b	19.8 d-j	11.5 b-e	27.8
	2.0-2.5	2.6 h-p	6.0 k-m	9.5 b-i	15.4
	2.5-3.0	0.5 p	2.0 m	2.8 f-m	11.1
	3.0-3.5	1.2 o-p	1.5 m	3.4 f-m	10.4
	3.5-4.0	1.1 o-p	0.9 m	2.4 j-m	2.4
	Promedio	4.51 g-o	13.91 g-m	6.34 c-m	23.1

(I) Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas al 5% de probabilidad.

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

NS No hay significancia

CUADRO 11A. EFECTO DE LA FERTILIZACION EN LA DISTRIBUCION HORIZONTAL DE LAS RAICES DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dosis * Dist.		Orientación-palma			Orientación-limón		
		< 3 mm	de 3-6 mm	> 6 mm	< 3 mm	de 3-6 mm	> 6 mm
Testigo	0.5-1.0	9.3 NS	4.2 NS	9.7 NS	12.19 NS	9.88 NS	10.69 NS
	1.0-1.5	13.8	7.2	15.1	8.91	4.69	10.10
	1.5-2.0	13.5	5.5	14.0	12.34	8.77	14.52
	2.0-2.5	17.0	5.8	14.0	12.99	8.19	11.71
	2.5-3.0	18.9	9.3	17.2	5.18	5.41	5.23
	3.0-3.5	22.7	12.2	33.9	4.99	3.95	7.88
	3.5-4.0	33.6	27.9	109.3	7.67	4.20	6.45
	Promedio	18.4	10.3	30.45	9.18	6.44	9.51
0-60-60	0.5-1.0	12.9	5.8	10.5	12.57	7.15	5.10
	1.0-1.5	13.1	7.6	5.9	12.64	5.81	8.85
	1.5-2.0	14.9	12.8	8.8	12.05	6.51	7.12
	2.0-2.5	23.1	19.2	15.3	11.80	8.45	9.83
	2.5-3.0	22.2	15.8	26.0	12.41	10.28	9.06
	3.0-3.5	26.1	22.3	31.0	6.89	6.65	4.45
	3.5-4.0	37.8	37.2	86.9	4.01	6.31	4.62
	Promedio	21.44	17.24	26.34	10.33	7.30	7.00
120-0-60	0.5-1.0	17.3	6.6	12.3	11.80	7.65	10.69
	1.0-1.5	26.1	10.6	16.0	15.66	13.84	15.54
	1.5-2.0	30.8	15.3	21.1	25.15	10.68	9.68
	2.0-2.5	31.6	15.3	47.0	20.78	5.70	11.01
	2.5-3.0	36.2	22.7	95.4	14.23	8.51	14.31
	3.0-3.5	42.0	31.7	135.4	9.29	12.51	6.96
	3.5-4.0	30.8	32.5	237.5	10.72	4.02	7.63
	Promedio	30.68	19.24	80.67	15.37	8.98	10.83
120-60-0	0.5-1.0	9.9	5.5	7.3(y)	2.75	3.19	1.78
	1.0-1.5	17.1	9.7	15.2	5.19	3.73	1.74
	1.5-2.0	21.3	8.4	22.7	10.01	4.06	1.62
	2.0-2.5	27.9	28.9	18.7	15.86	6.21	4.42
	2.5-3.0	21.1	29.6	21.8	9.92	4.88	7.70
	3.0-3.5	36.4	27.0	47.7	7.14	4.06	7.25
	3.5-4.0	35.8	23.3	74.8	6.61	3.47	6.42
	Promedio	24.21	18.62	29.74	8.21	4.22	4.43
120-60-60	0.5-1.0	13.7	15.5	11.3	9.41	13.78	14.95
	1.0-1.5	27.9	14.2	19.0	16.25	13.94	17.44
	1.5-2.0	34.8	10.3	27.2	19.61	17.78	18.68
	2.0-2.5	22.7	18.3	24.3	15.68	10.03	29.45
	2.5-3.0	22.7	21.1	34.5	12.30	7.31	12.49
	3.0-3.5	30.7	30.0	65.3	10.72	5.92	18.08
	3.5-4.0	42.4	44.0	120.8	9.35	7.97	1.83
	Promedio	27.84	21.91	43.2	13.33	10.96	16.13

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

NS No hay significancia al 5% de probabilidad

CUADRO 12 A. INTERACCION DISTANCIA POR PROFUNDIDAD EN LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION RADICAL DEL LIMON EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dist. * Profund. (m) (cm)	Orientación-palma		Orientación-limón		
	< 2 mm	> 2 mm	< 2 mm	> 2 mm	
0.5-1	0-20	24.01 a (I)	122.36 a	19.65 NS	177.19 a
	20-40	7.85 d-e	101.70 a-b	6.42	100.28 a-c
	40-60	9.08 d	40.42 d-e	5.49	58.40 b-e
	60-80	2.90 g-1	16.43 e-k	4.21	18.27 a-h
	80-100	1.06 i	6.36 g-k	2.91	8.89 f-h
	Promedio	8.98 d-e	57.45 c-d	7.73	69.21 b-d
1-1.5	0-20	19.33 a-b	76.83 a-b	16.79	114.42 a-b
	20-40	6.70 d-g	48.25 c-d	13.29	67.24 b-d
	40-60	5.78 d-h	16.87 d-g	7.29	30.12 d-h
	60-80	4.23 d-1	7.58 g-k	4.44	9.05 f-h
	80-100	0.56 i	4.23 g-k	2.90	4.97 h
	Promedio	7.32 d-g	30.75 d-f	8.94	49.16 d-h
1.5-2	0-20	20.21 a,b,c	31.43 e-k	16.79	44.86 c-f
	20-40	6.11 d-1	14.64 e-k	15.62	42.33 d-g
	40-60	10.37 d-f	13.12 e-k	8.31	11.35 f-h
	60-80	3.00 g-1	3.28 g-k	3.78	4.80 h
	80-100	0.90 i	3.24 g-k	2.48	3.61 h
	Promedio	8.12 d-g	13.14 e-k	9.39	21.39 e-h
2.-2.5	0-20	8.99 d-e	16.75 e-j	12.32	26.89 a-h
	20-40	2.26 g-1	3.12 g-k	6.64	18.22 a-h
	40-60	1.89 h-1	3.94 g-k	5.65	14.20 f-h
	60-80	1.07 i	1.81 h-k	1.98	7.09 h
	80-100	0.07 j	1.22 h-k	0.96	4.91 h
	Promedio	2.86 g-1	5.37 g-k	5.51	4.26 f-h
2.5-3	0-20	3.65 e-j	7.23 g-k	7.29	15.37 a-h
	20-40	0.38 i-j	0.31 i-k	2.91	8.53 h
	40-60	0.17 j	0.05 k	2.33	5.15 h
	60-80	0.00	0.00	0.62	1.27 h
	80-100	0.00	0.00	0.16	0.46 h
	Promedio	1.40 i	2.53 h-k	2.66	6.16 h
3-3.5	0-20	3.86 g-1	3.34 g-k	7.50	11.58 f-h
	20-40	0.30 i	0.34 i-k	1.84	7.45 h
	40-60	0.05 j	0.00	1.59	3.15 h
	60-80	0.02 j	0.00	0.59	1.22 h
	80-100	0.03 j	0.00	0.53	0.22 h
	Promedio	0.82 i	1.84 i-k	2.45	4.72 h
3.5-4	0-20	4.12 f-g	2.46 g-k	7.46	7.01 h
	20-40	0.49 i	0.39 i-k	0.28	4.54 h
	40-60	0.00	0.00	0.41	1.39 h
	60-80	0.00	0.00	0.19	0.15 h
	80-100	0.00	0.00	0.12	0.17 h
	Promedio	2.30 (y) i	1.42 i-k	1.69	2.65 h

(I) Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces por muestra

NS No hay significancia

CUADRO 13 A

INTERACCION DISTANCIA POR PROFUNDIDAD EN LA DENSIDAD Y DISTRIBUCION RADICAL DEL COCOTERO EN DOS ORIENTACIONES. TECOMAN, COLIMA 1983

Dist. * Profundidad (m) (cm)	Orientación-palma			Orientación-limón			
	< 3 mm	3-6 mm	> 6 mm	< 3 mm	3-6 mm	> 6 mm	
0.5-1	0-20	26.05 NS	9.29 NS	22.78 NS	25.05 NS	16.80 NS	28.11 NS
	20-40	18.39	12.60(y)	16.25	11.48	10.99	10.32
	40-60	12.91	7.81	8.00	7.22	7.68	2.60
	60-80	7.09	4.56	3.82	4.08	4.89	1.99
	80-100	0.81	3.30	0.43	0.88	1.30	0.19
Promedio	12.65	7.55	10.25	9.74	8.33	8.64	
1.0-1.5	0-20	38.08	18.26	37.83	28.50	17.78	30.27
	20-40	28.31	12.12	20.74	16.08	12.24	15.77
	40-60	22.78	12.19	8.92	9.53	7.58	4.86
	60-80	7.08	4.81	1.72	3.82	3.78	2.12
	80-100	1.71	1.99	2.03	0.72	0.63	0.23
Promedio	19.59	9.87	14.24	11.73	8.40	10.65	
1.5-2.0	0-20	41.16	18.85	32.77	36.69	19.95	32.30
	20-40	32.91	11.82	31.54	23.84	15.56	13.09
	40-60	28.53	13.73	21.17	13.84	7.45	4.65
	60-80	9.11	4.95	6.45	3.77	3.82	1.33
	80-100	3.65	2.97	1.81	1.03	1.04	0.26
Promedio	23.07	10.46	18.74	15.83	9.56	10.32	
2.0-2.5	0-20	43.24	23.49	55.43	35.87	14.25	34.47
	20-40	32.80	27.80	28.01	22.17	11.43	20.57
	40-60	31.06	20.48	24.76	12.46	6.10	8.01
	60-80	12.21	11.37	9.22	5.56	5.13	3.29
	80-100	3.08	2.38	1.97	1.06	1.28	0.10
Promedio	24.47	17.10	23.87	15.42	7.63	13.28	
2.5-3.0	0-20	28.31	26.19	94.70	20.59	13.37	23.58
	20-40	40.77	27.38	50.29	17.65	11.62	13.60
	40-60	32.97	27.80	35.59	10.04	4.54	8.68
	60-80	13.60	12.71	12.92	4.19	5.38	2.78
	80-100	5.55	4.64	1.53	1.58	1.49	0.26
Promedio	24.20	19.74	39.00	10.81	7.28	9.78	
3.0-3.5	0-20	39.26	28.30	129.30	12.86	13.81	16.81
	20-40	52.85	36.47	95.68	13.73	9.64	14.14
	40-60	36.86	28.65	63.66	9.32	6.42	11.61
	60-80	20.17	21.32	22.08	2.48	1.76	2.17
	80-100	8.76	8.52	2.54	0.54	1.42	0.00
Promedio	31.58	24.65	62.65	7.80	6.61	11.18	
3.5-4.0	0-20	43.08	29.39	238.35	16.94	9.60	8.33
	20-40	51.13	42.71	202.59	11.45	8.00	14.44
	40-60	48.45	51.17	131.47	6.13	3.71	3.09
	60-80	27.99	28.42	46.07	2.93	3.24	0.17
	80-100	9.74	13.35	11.00	0.91	1.43	0.91
Promedio	36.07	33.00	125.89	7.67	5.19	5.38	

NS No hay diferencias significativas al 5% de probabilidad

(y) Peso seco en gramos de raíces