

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

RESPUESTA DE LA ASOCIACION MAIZ (Zea maiz L.) Y  
CAMOTE ( Ipomoea batatas)(L) (LAM) A NIVELES DE POTASIO  
CON DIFERENTES PRACTICAS CULTURALES

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION  
DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS  
AGRICOLAS Y RECURSOS RENOVABLES DEL PROGRAMA  
CONJUNTO UCR - CATIE PARA OPTAR EL GRADO DE

MAGISTER SCIENTIAE

EDGAR ZUNIGA MARTINEZ

TURRIALBA, COSTA RICA

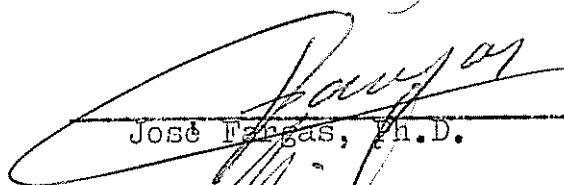
1 9 7 6


Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR- CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

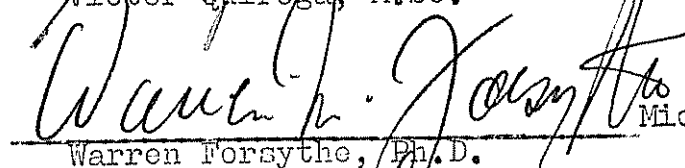
MAGISTER SCIENTIAE


JURADO:

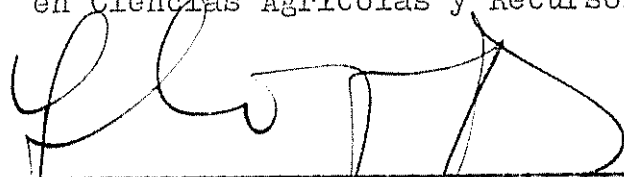
  
\_\_\_\_\_  
Rufo Bazán, Ph.D. Profesor Consejero

  
\_\_\_\_\_  
José Fargas, Ph.D. Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Víctor Quiroga, M.Sc. Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Warren Forsythe, Ph.D. Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Coordinador del Programa de Estudios de Posgrado  
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

  
\_\_\_\_\_  
Coordinador Sistema de Estudios de Posgrado  
de la Universidad de Costa Rica

  
\_\_\_\_\_  
Edgar Zúñiga Martínez  
Candidato

iii

DEDICATORIA

Al cariño y sacrificio  
de mi madre

A mi esposa

A mis hijos

AGRADECIMIENTO

El autor agradece al Comité Consejero, Drs. José Fargas, Warren Forsythe, al M. Sc. Victor Quiroga y en especial al Dr. Rufo Bazán Profesor Consejero.

A los señores Eduardo Tencio y Alfredo Picado del Laboratorio de Suelos del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales.

Al Ingeniero Nicolás Mateo por la colaboración en los trabajos de campo.

Al personal del Centro de Estadística y Computación del IICA y en especial al Sr. Manuel Zamora.

A la Universidad de Costa Rica, especialmente a la Facultad de Agronomía por la ayuda económica a través de su programa de becas.

A la Universidad Nacional, especialmente a la Facultad Ciencias de la Tierra y el Mar.

Al Dr. Elemer Bornemiza por su cooperación y amistad siempre constantes.

A todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de mis estudios así como la culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos generales.....	3
2.2 Cultivo del maiz.....	5
2.3 Cultivo del camote.....	6
2.4 Sistema maiz- camote.....	8
3. MATERIALES Y METODOS.....	9
3.1 Area experimental.....	9
3.2 Niveles de fertilización.....	9
3.3 Frácticas culturales.....	11
3.3.1 Poda.....	11
3.3.2 Lomillo.....	11
3.3.3 Epocas de siembra.....	11
3.4 Diseño experimental.....	14
3.5 Descripción de la parcela.....	14
3.6 Descripción de los tratamientos.....	14
3.7 Análisis de información.....	14
3.8 Muestreo de suelos.....	15
3.9 Muestreo de plantas.....	15
4. RESULTADOS.....	18
4.1 Condiciones climáticas.....	18
4.2 Caracterización química de los suelos del área experimental antes y después de la cosecha del camote.....	18
4.3 Rendimientos y contenido de nutrime- tos en los cultivos.....	23
4.3.1 Rendimiento en maiz y camote...	23
4.3.2 Contenidos de nutrimentos en maiz.....	23
4.3.3 Contenidos de nutrimentos en la parte aérea del camote.....	27
4.3.4 Raiz del camote.....	29
5. DISCUSION.....	33
5.1 Caracterización química de los suelos del área experimental antes y después de la cosecha del camote.....	33
5.1.1 Reacción del suelo.....	33
5.1.2 Materia orgánica.....	33
5.1.3 Potasio.....	33
5.1.4 Otros elementos.....	34

	<u>Página</u>
5.2 Contenido de nutrimentos en maíz.....	34
5.2.1 Potasio.....	34
5.2.2 Nitrógeno y fósforo.....	35
5.2.3 Calcio, magnesio, azufre y sodio.	37
5.2.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al).....	39
5.3 Contenido de nutrimentos en parte aérea del camote.....	39
5.3.1 Potasio.....	39
5.3.2 Nitrógeno y fósforo.....	40
5.3.3 Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio.	41
5.3.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al).....	43
5.4 Contenido de nutrimentos en la raíz del camote.....	43
5.4.1 Potasio.....	43
5.4.2 Nitrógeno y fósforo.....	45
5.4.3 Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio.	46
5.4.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al).....	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
7. RESUMEN.....	52
8. LITERATURA CITADA.....	54
9. APENDICE DE CUADROS.....	64
10. APENDICE DE FIGURAS.....	85

## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N<sup>o</sup>.</u>		<u>Página</u>
1	Dosis de los elementos fertilizantes (Kg/ha) por niveles y época de aplicación.....	10
2	Épocas de siembra y cosecha de maíz y camote.....	13
3	Variedades, espaciamiento y densidades de siembra.....	13
4	Épocas de muestreo de suelos y plantas.....	16
5	Métodos analíticos empleados en el análisis de suelos y tejido vegetal..	17
6	Valores de potasio en el suelo a tres profundidades antes y después de la cosecha del camote, clasificados por niveles de potasio y épocas de cosecha del camote.....	21
7	Contenido de potasio, calcio, magnesio y azufre en los suelos por épocas de cosecha del camote (E) cuyas diferencias fueron significativas.....	22
8	Rendimiento promedio de maíz y camote en Kg/ha.....	24
9	Rendimiento de maíz y camote (Kg/ha) según niveles de fertilización (K) y épocas de cosecha del camote (E).....	25
10	Contenido de potasio (%) en maíz, camote y parte aérea y parte raíz a la madurez fisiológica por niveles de fertilización (K) y épocas (E) de cosecha del camote.....	26
11	Contenido promedio de potasio (%) en la parte aérea y raíz del camote a diferentes niveles de fertilización.....	32
12	<b>Criterio de concentración de algunos elementos nutricionales en el suelo y cultivos.</b>	32

## LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

<u>Cuadro Nº.</u>		<u>Página</u>
1	Andeva general.....	65
2	Desglose de tratamientos.....	65
3	Interacciones totales.....	66
4	Distribución por repetición de los tratamientos en el campo.....	67
5	Distribución de los tratamientos y factores en la parcela de cada repetición.....	68
6	Características químicas del suelo antes de la siembra.....	69
7	Características químicas del suelo después de la cosecha del camote.....	70
8	Valores correspondientes de pH a tres profundidades antes y después de la cosecha del camote, clasificados por niveles de potasio y épocas de cosecha del camote...	71
9	Valores correspondientes a materia orgánica (%) a tres profundidades antes y después de la siembra de camote clasificados por niveles de potasio y épocas de cosecha del camote.....	72
10	Significancia, tomado del análisis de variancia, para el contenido de elementos en el suelo antes y después de la cosecha del camote.....	73
11	Prueba Duncan para comparación de medias en el contenido de elementos en el suelo. Letras diferentes indican diferencias al 5%. 74	74
12	Efectos principales e interacciones simples significativas al 5% en los elementos indicados (Tomado del análisis de variancia)... 75	75
13	Promedio de algunos elementos y relaciones significativas en el suelo antes de la siembra y en los cultivos sin lomillo (Lo) y con lomillo (L <sub>1</sub> )..... 76	76
14	Variación en las relaciones de bases cambiables en el suelo con respecto al rendimiento de maíz y camote..... 77	77



<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
15	Contenido promedio de elementos a la madurez fisiológica de los cultivos según niveles de fertilización (K) y épocas de cosecha del camote (E).....	78
16	Significancia para el contenido de elementos de maíz y camote (tomado del análisis de varianza).....	79
17	Prueba Duncan para comparación de medias en el contenido de elementos en los cultivos. Letras diferentes indican diferencias al 5%.....	80
18	Prueba Duncan en las interacciones indicadas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%.....	81
19	Contenido y relación de algunos elementos por niveles de fertilización (K) cuyas diferencias fueron significativas.....	82
20	Efecto de la época de cosecha del camote en el contenido de algunos elementos en los cultivos cuyas diferencias fueron significativas, y prueba 'T' de parte aérea vs parte raíz del camote.....	83
21	Resultados del efecto de la poda en el contenido (%) de algunos elementos en la parte aérea del camote cuyas diferencias fueron significativas.....	84
22	Contenido de fósforo en el suelo antes y después de la cosecha del camote.....	84

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Parcela experimental.....	12
2	Distribución de las especies en el lomillo.	12
3	Condiciones de precipitación y ordenamiento del sistema.....	19
4	Interacción época por lomillo en el contenido de potasio en la raíz del camote....	31

## LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Interacción épocas por lomillo en el contenido de calcio y aluminio en parte aérea del camote.....	86
2	Interacción época por poda en el contenido de azufre en parte aérea del camote.....	87
3	Interacción época por lomillo en el contenido de manganeso y hierro en la raíz del camote.....	88

## 1. INTRODUCCION

El maíz y el camote son fuentes de alimentación importante en Costa Rica, en algunos otros países de Centroamérica y en el resto del mundo. Por ello se ha estudiado su comportamiento en diversas estaciones experimentales agrícolas, aunque siempre en estado de monocultivo. Sin embargo, en forma asociada es escasa la información existente.

Considerando que la agricultura trata de incrementar la producción agrícola por unidad de superficie en el menor tiempo posible con sistemas agrícolas cada vez más eficientes, como son los sistemas asociados o mixtos de cultivos, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ha orientado sus esfuerzos al estudio de sistemas de producción agrícola, que favorecen fundamentalmente al pequeño agricultor, uno de tales sistemas es el formado por los cultivos maíz y camote.

Esta asociación de maíz y camote presentó disminución en el rendimiento de la raíz del camote cuando se aplicó tecnología, según resultados del Experimento Central (90), donde fue evidente el aumento de biomasa del camote debido a la fertilización.

Ante tales consideraciones y resultados fue diseñado este trabajo donde se investiga fundamentalmente, la absorción de nutrimentos del suelo por los cultivos componentes del sistema bajo diferentes niveles de  $K_2O$  y de manejo; aunque este último aspecto fue objeto de otra tesis de grado,

por lo que no será aquí considerado.

A su vez esta investigación es un estudio complementario del Experimento Central del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, instalado en noviembre de 1974, dentro del proyecto de desarrollo de sistemas de producción agrícola para el Trópico.

El objetivo del estudio fue:

Determinar el efecto combinado de diferentes niveles de fertilización potásica, en el contenido de macroelementos, algunos oligoelementos y en el rendimiento de maíz y camote cultivados en asociación con diferentes prácticas culturales (época de siembra del camote, poda del camote y construcción del lomillo).

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos generales

La baja productividad de los cultivos de subsistencia en el mundo se atribuye, en gran parte, a la falta de sistemas agrícolas de producción adaptados a las condiciones ecológicas propias de cada región (10).

Singh (89) asegura que el sistema de cultivos múltiples es una de las maneras de aumentar el área de cultivos de pequeños productores. Kanwar (56) sugiere que deben estudiarse todos los requisitos de los cultivos múltiples en forma continua, para obtener el máximo de los beneficios que este tipo de agricultura puede dar.

En Mwanhala (48) se obtuvieron rendimientos más altos con maíz y mani asociados que sembrados separadamente. Se necesitaron 1.34 acres de cultivo sólo para dar el mismo rendimiento por acre de maíz y mani intercalados. Platero (78) hace notar que en estudios en asociaciones de maíz-frijol se obtuvieron mayores rendimientos que las obtenidas con poblaciones de maíz semejantes a las usadas tradicionalmente por el agricultor en monocultivo.

Lizárraga (62) encontró que, en el caso de la asociación maíz-gandul, la mejor relación gramínea-leguminosa se obtiene con la siguiente proporción de semillas: 5 Kg de maíz con 10 Kg de gandul por hectárea, pero se pierde un 14 % de rendimiento con relación al rendimiento máximo obtenido por ambas especies como monocultivo.

Los cultivos múltiples han sido estudiados en algunos detalles específicos, por ejemplo, Swaminathan (94) menciona la creación de nuevas variedades de trigo, sorgo, arroz, algodón y papa desarrolladas con el propósito de ser usadas en cultivos múltiples. por otro lado Norman (74), estudió el efecto de prácticas culturales como: fungicidas, espaciamiento, densidad, niveles de N, y P, en asociaciones de mani, sorgo millo, y otras especies.

Hecq (41) estudió el valor, en calorías producidas y retorno neto, de 4 sistemas de rotación. Concluyó lo siguiente:

- a) El camote es excelente para iniciar la rotación de cultivos.
- b) El maíz seguido por frijol, o viceversa, crece bien después de camote.
- c) El lugar ideal para la yuca es al final de la rotación.

Grimes (35) determinó en una rotación de sorgo, camote, maíz y yuca que debe existir una fertilización adecuada para mantener un rendimiento económico. Usó abonos orgánicos y fertilizantes químico encontrando poca diferencia entre los dos tratamientos. Los fertilizantes afectaron el pH debido al efecto del sulfato de amonio.

Stephens (92) en pruebas de fertilización con maíz, algodón, frijoles, camote, mani, millo y sorgo en rotación concluyó que, después de unos tres años de rotación continua, la deficiencia de K limita el rendimiento, especialmente en el camote.

## 2.2 Cultivo del maíz

Salazar (87) en Nicaragua obtuvo, en 142 parcelas demostrativas de fertilización en maíz, los siguientes resultados:

- a) En el 75% de los casos hubo respuesta económica a la aplicación de N.
- b) En el 61% hubo respuesta a N y P
- c) En el 63% hubo respuesta a N, P y K.
- d) En el 36% no se encontró respuesta económica a los fertilizantes.
- e) El incremento en rendimiento, con respecto al testigo, fue del 32% con la fórmula 100-0-0 y, 52% con la fórmula 150-150-50.

Salas (86), en Costa Rica, obtuvo rendimientos en maíz de 2.513 Kg/ha con la fórmula 80-40-80 siendo el testigo de 1220Kg/ha.

Para Puebla, Méjico, Turrent (99) encontró que, en promedio, las dosis óptimas de N,  $P_2O_5$  y densidad de población fueron de 60 Kg/ha, 0 Kg/ha y 37.500 plantas/ha respectivamente. Estas prácticas aumentaron el rendimiento medio de 988 a 2.955 Kg/ha.

Mérida (68), para las condiciones en el Zamorano, Honduras, encontró que el fósforo parece ser un factor limitante para el maíz mientras que el K no es de importancia por ser suelos altos en K aprovechable.

Para altos rendimientos en maíz, el fósforo es un elemento indispensable (54) obteniéndose incrementos mayores del 50% cuando el fertilizante se aplica en el surco. Resultados parecidos obtuvo Medersky (67) cuando hizo aplicaciones

de fertilizante potásico en el surco. Baker (6) en investigaciones realizadas en macetas encontró que aplicaciones de  $P_2O_5$  aumentaban significativamente el rendimiento de maíz. Otros investigadores (12) muestran la influencia del nitrógeno en la absorción de fósforo por el maíz. Otros elementos como el azufre (40), magnesio (101) y algunos microelementos como el zinc (79) han sido estudiados en maíz dada la importancia de los mismos en este cultivo.

### 2.3 Cultivo del camote

Según Montaldo (70), se puede producir camote en forma satisfactoria en suelos de fertilidad media pero no en suelos arcillosos donde las raíces son de superficie rugosa y deformes.

Determinó que el efecto de N es superior al del fósforo y en todos los casos estudiados el K aumentó significativamente la producción. Wee (103), encontró que los máximos rendimientos en camote se obtuvieron con las dosis de 45 Kg de N/ha, 28 Kg  $P_2O_5$ /ha y 67 a 137 Kg de  $K_2O$ /ha, además, anota que la calidad fue inversamente proporcional al rendimiento.

Fujice (30) destaca aún más el efecto del K en camote y concluye que este elemento es el más efectivo para incrementar su rendimiento. Este autor asegura que el alto contenido de K aumenta en la raíz tuberosa:

- a) Relación  $K_2O/N$
- b) El contenido de agua
- c) La tasa de aceleración respiratoria
- d) La tasa ó índice de crecimiento relativo



Robbins (82) admite la necesidad de suficiente K en relación al N para óptimos rendimientos. Los experimentos de Zimmerley (105) durante 15 años muestran que las dosis altas de K son esenciales para altos rendimientos del camote. Stino (93) comprobó que el K fue más esencial que el N y P. Hester (43) encontró que la tendencia de la raíz tuberosa del camote ante dosis altas de K y Mg es aumentar su tamaño. Otros autores (6, 11, 14, 18) no han encontrado incrementos significativos del rendimiento en camote con aumentos de fertilizante potásico.

Liang (61), estudiando el efecto de N, P y K en camote, encontró que el efecto de P no fue significativo no así el N y K que dieron un rendimiento óptimo, con la dosis 80-0-200 por hectárea, de 44.577 Kg/ha y sin fertilizante 21.710 Kg/ha. Lantican y Soriano (58) reportaron mejores rendimientos de camote con las combinaciones 100-90-90- para raíces tuberosas y 50-90-180 para crecimiento de hojas y tallos

Cadiz y Agbigay (19) reportan que la aplicación de fertilizantes en la proporción de 100-90-100 Kg de NPK respectivamente por hectárea, promueven vigor y producción de raíces uniformes en camote.

Samuels (88), variando proporciones de N:K en diferentes tipos de suelo, encontró que para suelos poco fértiles franco arenosos y franco arcillosos, hay un incremento en rendimiento en camote con un cambio en la proporción de 0:2 a 1:2, sin embargo, el rendimiento decreció cuando se alcanzó una proporción 2:2. Por otra parte, en suelos fértiles arcillosos los rendimientos decrecieron cuando la relación

N:K cambi6 de 0:2 a 2:2. Esto indica que, en suelos con bajo contenido de nitr6geno disponible, con una proporci6n 1:2 se obtienen 6ptimos rendimientos. Pero en suelos con alto contenido de nitr6geno se pueden tener una amplia respuesta a la variaci6n de la relaci6n N:K.

Liang (61) encontr6 en camote una respuesta al nitr6geno mayor que al potasio mientras que Breda (15) hall6 una respuesta significativa al K y no obtuvo respuesta al nitr6geno. Algunos admiten (42) que la tendencia a d6sis altas del nitr6geno es a bajar la producci6n de raices.

#### 2.4 Sistema maiz- camote

En Filipinas (98), en un ensayo se plant6 en el mismo sitio maiz sitao y camote. Primero se plant6 el maiz, luego, un mes m6s tarde sitao entre el maiz y camote entre los surcos. Se encontr6 que las raices de sitao aumentaron la fertilidad al suelo y las hojas de camote controlaron las malas hierbas.

En Tanganyika (47), se report6 que cuando el maiz y camote se plantaron juntos, el maiz no se afect6, pero el rendimiento de camote se redujo en un 30%.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Area experimental

El área experimental se encuentra localizada en los terrenos del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) en Turrialba, Costa Rica con la siguiente posición geográfica:  $9^{\circ} 53'$  latitud N y  $83^{\circ} 39'$  longitud occidental y una elevación aproximada de 602 msnm.

El clima es húmedo y caliente con una temperatura media mensual de  $22.3^{\circ} \text{C}$  (Max  $27.1^{\circ} \text{C}$  y Min  $17.0^{\circ} \text{C}$ ) y una precipitación media anual de 2.682 mm con un promedio de 251 días anuales de lluvia. El brillo solar diario es de 4,5 horas y la humedad relativa diaria es de 88% en promedio. Los suelos son de origen aluvial fluvio-lacustre perteneciente a la serie Instituto Arcilloso, fase normal (Inceptisol Typic Distropets). El drenaje varía de normal a impedido. Su fertilidad es de mediano a bajo (1).

#### 3.2 Niveles de fertilización

Los niveles de fertilización se especifican en el Cuadro 1. El nivel  $K_1$  se fraccionó en dos aplicaciones: al momento de siembra y un mes después de siembra. Los niveles  $K_2$  y  $K_3$  se fraccionaron en tres aplicaciones: a la siembra, al mes y a los dos meses después de la siembra.

Cuadro 1. Dosis de los elementos fertilizantes (Kg/ha) y época de aplicación

Nivel	Aplicación I			Aplicación II			Aplicación III			Total		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
K <sub>1</sub>	30	90	30	120	0	45	150	90	75	150	90	75
K <sub>2</sub>	30	90	30	60	0	60	150	90	150	90	90	150
K <sub>3</sub>	30	90	30	60	0	97.5	150	90	97.5	150	90	225

Epocas de aplicación			
K <sub>1</sub>	19 de Nov. 1974	26 Dic. 1974	
K <sub>2</sub>	19 de Nov. 1974	26 Dic. 1974	10 Febr. 1975
K <sub>3</sub>	19 de Nov. 1974	26 Dic. 1974	10 Febr. 1975

### 3.3 Prácticas culturales

#### 3.3.1 Poda

Se consideraron dos alternativas en camote:

P<sub>0</sub>: sin poda

P<sub>1</sub>: con poda

La poda se hizo una sola vez a los tres meses para cada una de las épocas de siembra. El corte se efectuó en el bejuco terminal de cada planta y la longitud fue de 25 cm aproximadamente.

#### 3.3.2 Lomillo

Se utilizaron dos alternativas:

L<sub>0</sub>: sin lomillo

L<sub>1</sub>: con lomillo

Los lomillos se hicieron de un ancho promedio de 0.5 m, una altura de 0.2 m y una separación entre centros de 1.0 m (Figuras 1 y 2).

#### 3.3.3 Épocas de siembra

El maíz se sembró todo al inicio del experimento (Cuadro 2).

El camote tuvo tres épocas de siembra:

Epoca uno (E<sub>1</sub>) : simultánea con la siembra de maíz

Epoca dos (E<sub>2</sub>) : un mes después de la siembra de maíz

Epoca tres (E<sub>3</sub>) : dos meses después de la siembra de maíz

La Figura 3 muestra el arreglo cronológico de los cultivos.

La evaluación agronómica de épocas de siembra, poda y lomillo, constituyen el tópico de otra tesis (65) y por consiguiente, en el presente trabajo se considera únicamente

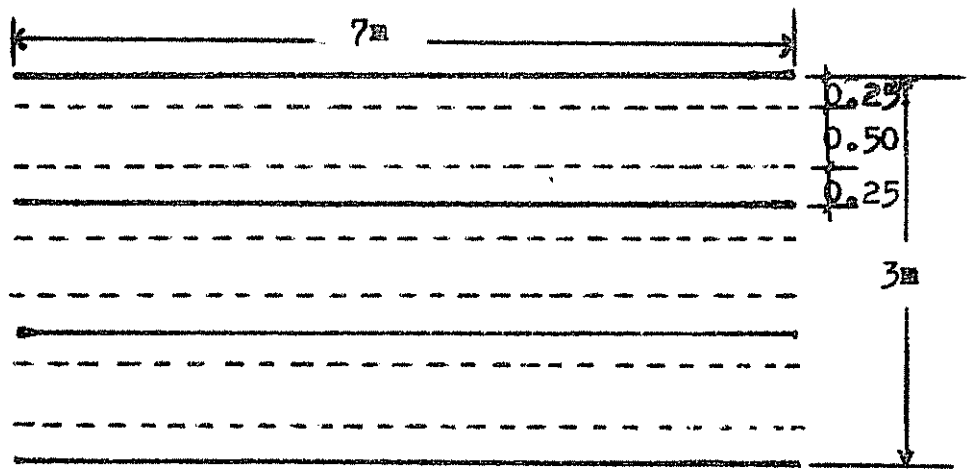


Figura 1. Parcela experimental

————— Maiz  
----- Camote

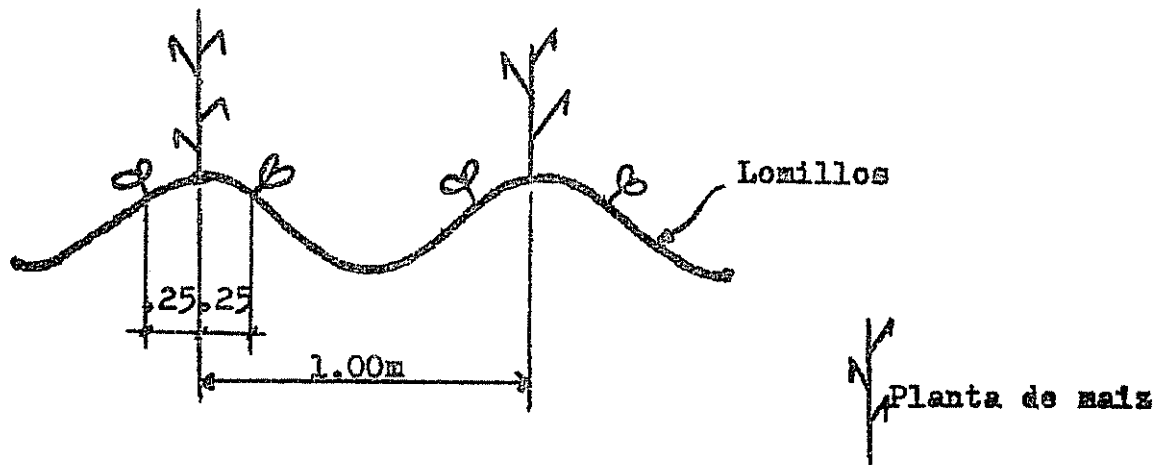


Figura 2. Distribución de las especies en el lomillo

Planta de camote

Cuadro 2. Epocas de siembra y de cosecha de maiz y camote

Epoca	Maiz		Camote	
	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
E <sub>1</sub>	3 Dic.1974	24 Abr.1975	25 Nov.1974	21 Abr.1975
E <sub>2</sub>	3 Dic.1974	24 Abr.1975	2 Enero 1975	10 Jun.1975
E <sub>3</sub>	3 Dic.1974	24 Abr.1975	5 Feb.1975	25 Jul.1975

Cuadro 3. Variedades, espaciamento y densidades de siembra

Cultivo	Variedad	Distancia de siembra (m)	Plantas por golpe	Plantas por parcela	Plantas por hectárea
Maiz	Tuxpeño	1.00 x 0.50	2	120	40.000
Camote	C-15	0.50 x 0.40	1	108	50.000

su relación con la absorción de nutrimentos y el rendimiento.

En el Cuadro 3 se presentan el espaciamento y densidad de siembra de las especies.

### 3.4 Diseño experimental

Los tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las épocas de siembra, niveles de fertilización, y las podas fueron aleatorizadas y los lomillos colocados en fajas en toda la repetición para facilitar su preparación en el campo. Se obtuvo un total de 36 tratamientos para cada repetición. Los Cuadros 1, 2, 3 y 4 del apéndice muestran las variables analizadas y la distribución de los tratamientos en el campo.

### 3.5 Descripción de la parcela experimental

La parcela de 21 m<sup>2</sup> (7x3) comprendió 4 hileras de maíz y 6 de camote distribuidas según muestran las Figuras 1 y 2.

Como parcela efectiva se consideraron las dos hileras centrales de maíz (las otras 2 hileras fueron bordes). El camote fue evaluado en las 6 hileras sin considerar borde. El Cuadro 3 y las Figuras 1 y 2 presentan el espaciamiento de las especies en el campo.

### 3.6 Descripción de los tratamientos

La descripción de cada tratamiento se presenta en el Cuadro 5 del apéndice.

### 3.7 Análisis de información

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$



donde  $Y_{ij}$  : variable de respuesta  
 $\mu$  : Media general  
 $T_i$  : Efecto de  $i$  tratamiento  
 $B_j$  : Efecto de  $j$  repetición  
 $E_{ij}$  : Error experimental

### 3.8 Muestreo de suelo

Se realizó para cada parcela antes de la siembra o inmediatamente después de cada cosecha del camote (Cuadro 4).

Las muestras estaban compuestas de tres submuestras en cada parcela a tres profundidades: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-45 cm. Fueron trasladadas al laboratorio y preparadas para su análisis químico. El Cuadro 5 presenta los métodos de determinación utilizados.

### 3.9 Muestreo de plantas

Para determinar la absorción de nutrimentos durante el ciclo vegetativo de los cultivos, se efectuó un muestreo de la parte aérea y de raíz (parte tuberosa) del camote, y parte aérea del maíz a la madurez fisiológica de cada especie.

Las épocas de muestreo fueron las siguientes (Cuadro 4):

- a) Camote (parte aérea y raíz): 4 meses después de la siembra del cultivo (3 muestreos).
- b) Maíz (parte aérea):  $3\frac{1}{2}$  meses después de sembrado el cultivo (1 muestreo).

Los muestreos fueron completamente al azar.

Las muestras obtenidas fueron primeramente utilizadas para

el cálculo de materia seca, una alicuota de ellas constituyó la muestra para el análisis de tejidos, previamente secada en estufa a 70 C y molida en un molino Willey. En el Cuadro 5 se indican las determinaciones realizadas en laboratorio y los métodos utilizados.

Cuadro 4. Epocas de muestreo de suelos y de plantas

<u>Epocas</u>	<u>Suelos</u>	<u>Maiz</u>	<u>Camote</u>
Antes de la siembra	15 Nov.1974*		
E <sub>1</sub>	25 Abr.1975	18 Marz.1975**	31 mar.1975
E <sub>2</sub>	14 Jun.1975		16 mar.1975
E <sub>3</sub>	26 Jul.1975		21 jun.1975

\*: Los resultados del muestreo antes de la siembra se dividieron en tres épocas únicamente para hacer comparativos sus resultados con los datos de muestreo de suelos después de cosecha (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>).

\*\* : En maiz se realizó un único muestreo que se dividió en tres épocas únicamente para detectar el efecto producido por las tres épocas de cosecha del camote.

Cuadro 5. Métodos analíticos empleados en el análisis de suelo y tejido vegetal.

Determinación	Método	Referencia
<u>Suelos</u>		
Reacción del suelo (pH)	Potenciométrico	76
Materia orgánica (M.O.)	Combustión húmeda	73
Carbono orgánico	M.O./1.724	
Nitrógeno total	Micro-Kjeldahl	16
Fósforo disponible	Olsen modificado por Hunter	46
Azufre extraíble	Hoeft	45
Capacidad de intercambio catiónico	Acetato de amonio modificado por Balerdi y Diaz Romeu	24
Bases cambiables:		
Ca- Mg- K- Na	Diaz-Romeu- Balerdi	24
Elementos menores cambiables:		
Fe- Mn- Cu- Zn- Al	Descrito por Nicholaides	73
<u>Tejido vegetal</u>		
Nitrógeno total	Micro-Kjeldahl	72
Fósforo	Sulfomolibdico	49
Azufre	Hoeff	45
Calcio- Magnesio- Potasio- Sodio	Extracción por Jackson y determinación absorción atómi-	
Fe- Mn- Cu- Zn- Al		49

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 Condiciones climáticas

De acuerdo con la Figura 3 las condiciones de clima durante el periodo experimental fueron en general normales, aunque la precipitación fue más baja que el promedio de los últimos 31 años, con una máxima de 402.89 mm en diciembre y una mínima de 19.69 mm en febrero; hubo un periodo con poca precipitación durante febrero y marzo. Otros datos obtenidos en el periodo fueron: Temperatura media máxima de 27.81°C y media mínima de 15.98°C, la radiación máxima 15.9 y mínima de 10.6 Kcal/m<sup>2</sup>/mes la humedad relativa osciló entre 84.52% y 91.23% en marzo y junio respectivamente.

##### 4.2 Caracterización química de los suelos del área experimental antes y después de la cosecha del camote.

Los Cuadros 6 y 7 del apéndice muestran el contenido promedio de elementos en el suelo por profundidad de muestreo y tratamiento antes y después de la siembra de los cultivos.

El Cuadro 6 contiene los valores de potasio en el suelo antes y después de la siembra de los cultivos.

En los Cuadros 8 y 9 del apéndice se presentan los resultados de pH en agua y en KCl 1 N y el contenido de materia orgánica para cada tratamiento. Estas variables no fueron sometidas a análisis estadístico.

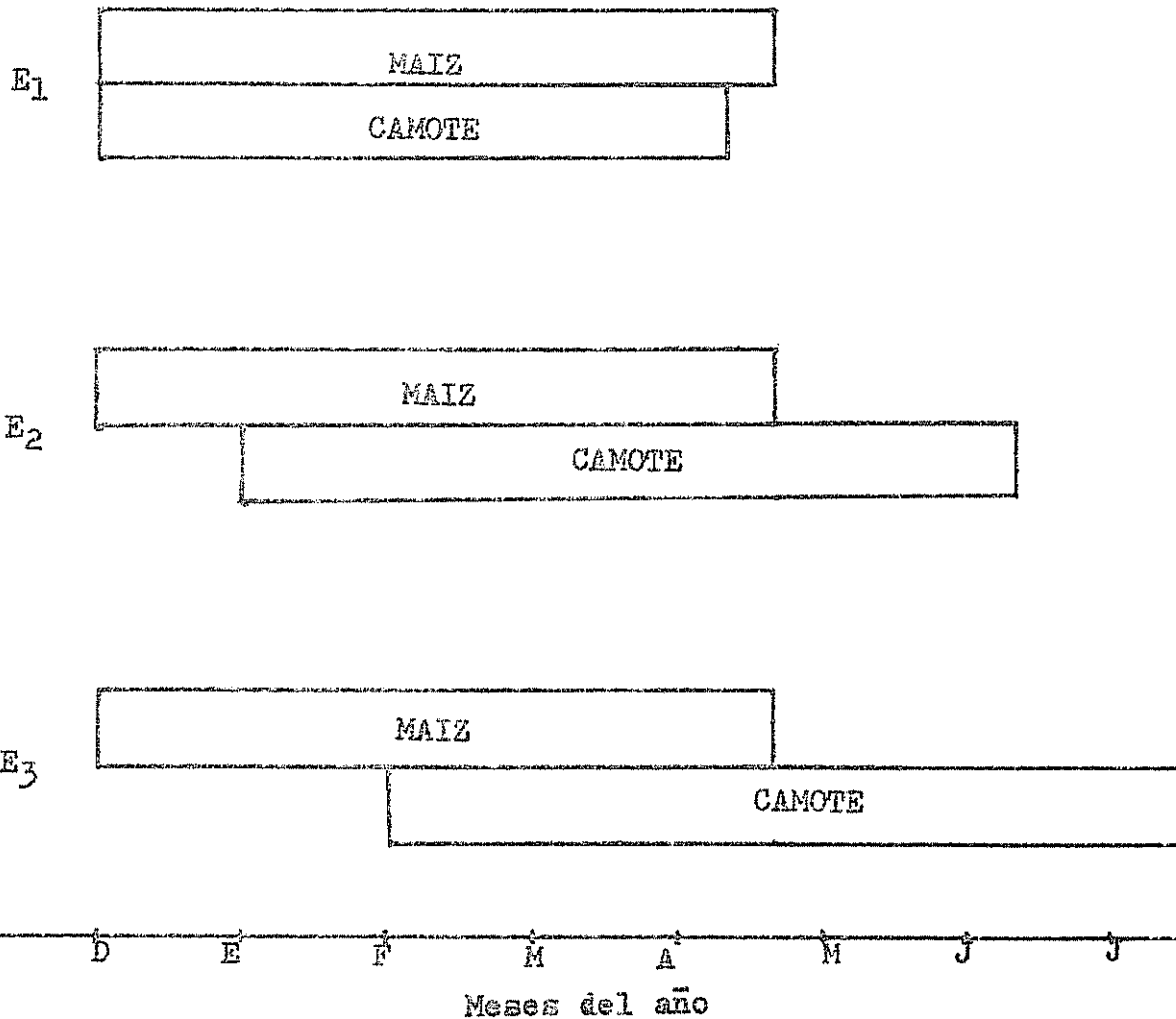
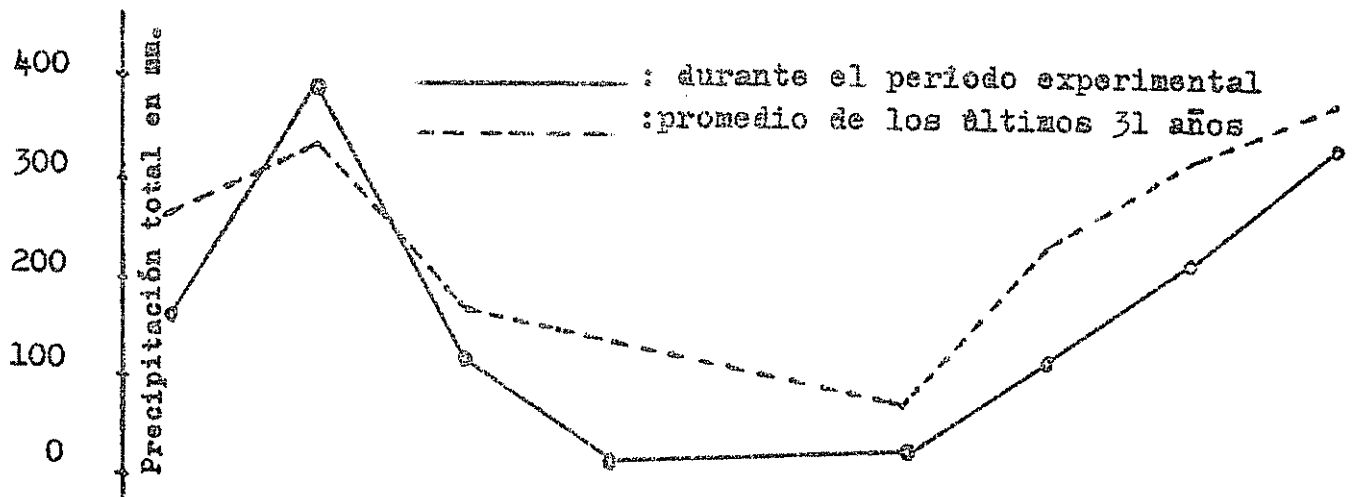


Fig. 3. Condiciones de precipitación y arreglo espacial del sistema.

Los resultados del análisis de varianza, que se encuentra en el Cuadro 10, muestra que la C.I.C y la relación Mg/K resultaron significativas sus diferencias a la profundidad 0-15 cm.

Las pruebas Duncan para la comparación de medias en el contenido de elementos en el suelo se encuentran en el Cuadro 11 del apéndice. Las columnas en blanco muestran que no se detectaron diferencias significativas.

Los resultados del análisis de varianza para los efectos principales e interacciones simples significativas están en el Cuadro 12 del apéndice. Se observa que el lomillo fue el factor que más afectó el contenido inicial de los elementos.

El Cuadro 13 del apéndice da los valores promedios de algunos elementos o relaciones que fueron significativas en el desglose de tratamientos con respecto al lomillo.

Las relaciones de bases con respecto al rendimiento en maíz y camote se encuentran en el Cuadro 14 del apéndice. Es notorio el hecho de que los valores de bases en el mayor rendimiento de maíz fueron iguales para el rendimiento menor del camote. Esto puede indicar cierto antagonismo entre los 2 cultivos.

El Cuadro 7 muestra los contenidos de potasio, calcio, magnesio y azufre por épocas de muestreo cuyas diferencias fueron significativas.

Cuadro 6. Concentración de potasio en el suelo a tres profundidades antes y después de la cosecha del camote, según niveles de potasio y épocas de cosecha del camote.

P cm	K <sub>1</sub>			K <sub>2</sub>			K <sub>3</sub>		
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
0-15	AC 1.20	1.16	1.26	1.13	1.15	1.12	1.46	1.23	1.18
	DC 0.94	0.83	0.81	0.76	0.82	1.00	0.91	0.80	0.82
15-30	AC 1.03	1.00	1.05	1.00	0.98	0.88	1.12	1.10	0.97
	DC 0.72	0.68	0.73	0.65	0.63	0.81	0.69	0.65	0.73
30-45	AC 0.92	0.82	0.91	0.90	0.93	0.82	0.91	1.08	0.88
	DC 0.66	0.57	0.64	0.56	0.55	0.81	0.64	0.61	0.62

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> : Niveles de fertilización

E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> : Épocas de cosecha del camote

AC : Antes de cosecha del camote

DC : Después de cosecha del camote

P : Profundidad de muestreo.

Cuadro 7. Concentración de potasio, calcio, magnesio y azufre en los suelos por épocas de cosecha de camote (E) cuyas diferencias fueron significativas al 5%

Elemento	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
<hr/>			
Potasio (meq/100 g)			
antes de siembra	1.07	1.05	1.05
después de la siembra de camote	0.72	0.68	0.77
<hr/>			
Calcio (meq/100 g)			
antes de siembra	4.73	4.89	4.50
después de la siembra de camote	3.76	3.56	3.82
<hr/>			
Magnesio (meq/100 g)			
antes de siembra	2.15	2.17	2.10
después de siembra de camote	1.64	1.58	1.65
<hr/>			
Azufre (ppm)			
antes de siembra	n.s.	n.s.	n.s.
después de siembra de camote	3.12	3.61	3.59
<hr/>			

n.s. : no significativo



#### 4.3 Rendimientos y contenido de nutrimentos en los cultivos

##### 4.3.1. Rendimientos en maíz y camote

Los rendimientos promedios en maíz y camote se dan en el Cuadro 8. El máximo rendimiento en maíz se obtuvo con el tratamiento 28 y en camote con el tratamiento 5.

En el Cuadro 9 se organizaron los rendimientos del maíz y camote por niveles de fertilización y épocas de cosecha del camote. Las aplicaciones de potasio no afectaron significativamente los rendimientos en maíz y camote.

##### 4.3.2. Contenido de nutrimentos en maíz

La concentración de elementos en la biomasa aérea a la madurez fisiológica del maíz se presentan en el Cuadro 15 del apéndice según niveles de fertilización y épocas de cosecha del camote.

Las variaciones en contenido de nitrógeno y magnesio fueron significativas al 5% según la prueba 'F' correspondiente (Cuadro 16 del apéndice).

La prueba Duncan, para comparación de medias en el contenido de elementos en maíz, se presentan en el Cuadro 17 del apéndice.

El resultado del análisis de varianza, para los efectos principales e interacciones simples significativas al 5% se muestra en el Cuadro 12 del apéndice.

El Cuadro 10 muestra el contenido de potasio en maíz por épocas y niveles de fertilización. Se observa que la E<sub>3</sub> con N<sub>1</sub> presentó el mayor contenido de potasio.

Cuadro 8. Rendimiento promedio de maíz y camote (Kg/ha)

No. Trat.	Código* E N P L	Maíz $\bar{X}$	Camote $\bar{X}$
1	1 1 1 1	1666.66	6031.74
2	1 2 1 1	1666.66	7936.50
3	1 3 1 1	2380.95	5952.37
4	1 1 1 0	1964.28	11507.92
5	1 2 1 0	1845.23	14087.28
6	1 3 1 0	1845.22	12499.19
7	2 3 1 0	3095.23	3849.19
8	2 2 1 0	3035.71	4484.12
9	2 1 1 0	3214.28	2936.50
10	2 3 1 1	3035.70	1845.23
11	2 2 1 1	3154.76	3055.55
12	2 1 1 1	3571.42	1261.90
13	3 1 1 1	3630.94	2063.49
14	3 2 1 1	2440.47	1428.56
15	3 3 1 1	3333.32	1865.07
16	3 1 1 0	3869.04	1904.75
17	3 2 1 0	2916.66	2341.26
18	3 3 1 0	2797.61	1666.65
19	1 3 0 0	2380.95	12460.30
20	1 2 0 0	2857.13	10317.44
21	1 1 0 0	2380.95	11587.29
22	1 3 0 1	2976.18	8015.86
23	1 2 0 1	2142.85	8333.32
24	1 1 0 1	2440.47	6666.66
25	2 1 0 1	3749.99	2301.57
26	2 2 0 1	3630.94	2817.45
27	2 3 0 1	3690.46	2261.89
28	2 1 0 0	4345.23	2142.85
29	2 2 0 0	3035.71	3492.05
30	2 3 0 0	4107.14	1488.09
31	3 3 0 0	4047.61	3611.10
32	3 2 0 0	3511.89	1984.12
33	3 1 0 0	4226.18	2460.31
34	3 3 0 1	3511.90	2063.49
35	3 2 0 1	2857.13	3730.15
36	3 1 0 1	4285.70	436.50

\* E: época      N: nivel      P: poda      L: lomillo

Cuadro 9. Rendimiento de maíz y camote (Kg/ha) según niveles de fertilización (K) y épocas de cosecha del camote (E)

Cultivo	Nivel de fertilización	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Maíz	K <sub>1</sub>	2113.09	2720.23	4002.97
	K <sub>2</sub>	2127.97	3214.28	2931.54
	K <sub>3</sub>	2395.83	3482.13	3422.61
Camote	K <sub>1</sub>	8948.40	2160.71	1716.26
	K <sub>2</sub>	10168.64	3462.29	2371.02
	K <sub>3</sub>	9731.93	2361.10	2301.58

Cuadro 10. Concentración de potasio (%) en maíz, camote parte aérea y raíz a la madurez fisiológica por niveles de fertilización (K) y épocas (E) de ~~cosacha~~ del camote

	Nivel de fertilización	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Maíz	K <sub>1</sub>	1.50	1.51	1.68
	K <sub>2</sub>	1.52	1.49	1.40
	K <sub>3</sub>	1.45	1.60	1.45
	promedio	1.49	1.53	1.51
Camote (parte aérea)	K <sub>1</sub>	2.20	1.45	3.26
	K <sub>2</sub>	4.33	1.43	3.55
	K <sub>3</sub>	2.20	1.40	3.57
	promedio	2.18	1.43	3.46
Camote (raíz)	K <sub>1</sub>	1.36	1.17	1.30
	K <sub>2</sub>	1.23	1.09	1.24
	K <sub>3</sub>	1.30	1.12	1.22
	promedio	1.30	1.12	1.25

Se realizaron pruebas de ajuste a 6 modelos de regresión para todos los efectos principales e interacciones simples y sólo la interacción épocas x lomillo, para el contenido de nitrógeno en maíz, ajustó a una curva gama con un  $R^2$  de 55.09%, los demás valores no presentaron un buen ajuste a ninguno de los modelos propuestos.

La prueba de Duncan para las interacciones significativas se encuentran en el Cuadro 18 del apéndice.

El Cuadro 19 del apéndice muestra el efecto significativo del nivel de potasio en los contenidos del nitrógeno del maíz. Los niveles  $K_1$  y  $K_3$  dieron el mismo valor de 0.93% en el contenido de nitrógeno.

El contenido de azufre fue afectado significativamente por el lomillo y sus valores se dan el Cuadro 13 del apéndice.

El Cuadro 20 del apéndice presenta los contenidos de algunos elementos en maíz que fueron afectados significativamente por las épocas de cosecha del camote.

En el Cuadro 20 se encuentra la prueba 'T' que compara las diferencias entre los contenidos de la parte aérea y la raíz del camote. Se ha colocado esa información en un sólo Cuadro a fin de facilitar la interpretación de los resultados.

#### 4.3.3 Contenido de nutrimentos en la parte aérea del camote

Los datos de los análisis de laboratorio, correspondientes a la concentración de elementos en la

parte aérea del camote a la madurez fisiológica, se presentan en el Cuadro 15 del apéndice, ordenados por niveles de fertilización (K) y épocas de cosecha del camote (E).

Los resultados del análisis de varianza para la absorción de elementos en la parte aérea del camote, se presentan en el Cuadro 16 del apéndice. Las diferencias en contenido entre tratamientos para P, K, Ca, S, Mn, Zn, Fe y Al fueron significativas al 5%.

El resultado del análisis de varianza para los efectos principales e interacciones simples significativas al 5%, aparece en el Cuadro 12 del apéndice para los diferentes elementos determinados en camote. Se anotaron en el mismo Cuadro los resultados del análisis de varianza para la parte aérea y raíz a fin de comparar los resultados obtenidos. Se observa que la época de cosecha fue el factor que más afectó el contenido de los elementos en camote.

Se estudiaron 6 modelos de regresión para todos los efectos principales e interacciones simples resultando la interacción época por lomillo, en el contenido de calcio y aluminio, con ajuste  $R^2$  de 83.31 a una curva gamma, la Figura 1 del apéndice representa las curvas correspondientes. En la interacción época por poda se determinó una curva gamma con un  $R^2$  de 96.39 de ajuste para la variación del azufre, el trazo de la curva se encuentra en la Figura 2 del apéndice. Las pruebas Duncan, para la interacción época por lomillo en el contenido de aluminio y calcio, la interacción época por poda en azufre y, la interacción nivel por poda para el aluminio y sodio que resultaron significativos al 5% están en el Cuadro

18 del apéndice.

El resultado de la prueba T, para las diferencias entre la parte aérea y raíz en las tres épocas de cosecha del camote, se aprecia en el Cuadro 20 del apéndice. En la época uno ( $E_1$ ) las diferencias todas fueron significativas al 5%. En la  $E_2$  resultaron no significativas el fósforo y el magnesio y, en la  $E_3$  el calcio.

El efecto significativo del lomillo en las variaciones del contenido de nitrógeno y potasio foliar en camote dieron los resultados mostrados en el Cuadro 13 del apéndice.

El Cuadro 20 del apéndice muestra los valores de contenidos de algunos elementos en camote parte aérea, que fueron afectados significativamente por la época de cosecha del camote.

Los resultados del efecto de la poda en el contenido de algunos elementos en la parte aérea del camote, se encuentran en el Cuadro 21 del apéndice.

El contenido promedio del potasio, en la parte aérea y raíz del camote a diferentes niveles de fertilización, se presentan en el Cuadro 11. El mayor contenido de K en la parte aérea fue con  $K_3$  y la raíz con  $K_1$  cuyas diferencias fueron significativas al 5% (Cuadro 20 del apéndice).

El Cuadro 10 muestra que la época tres y nivel tres de fertilización presentaron la mayor concentración de potasio foliar en camote. Esta fue la época de menor competencia con el maíz y la de mayor fertilización de potasio.

#### 4.3.4 Raíz del camote

El contenido promedio de elementos por niveles (K) y épocas de cosecha del camote (E) se presenta en el

Cuadro 15 del apéndice.

El análisis de varianza, para el contenido de elementos en la raíz está en el Cuadro 16 del apéndice. Las variaciones de P, K, S, Na, Mn, Cu, Zn, Fe y Al por tratamiento resultaron significativas al 5%. La prueba Duncan, para comparación de medias en el contenido de elementos en la raíz, se presenta en el Cuadro 17 del apéndice.

El análisis de varianza, para los efectos principales e interacciones simples significativas al 5%, se presenta en el Cuadro 12 del apéndice.

Se analizó el ajuste a 6 modelos de regresión para las interacciones simples, resultando una curva gamma la de mejor ajuste para la interacción épocas por lomillo para potasio, manganeso y hierro, apareciendo en la Figura 4 del texto y Figura 3 del apéndice a trazos.

Se realizó una prueba 'T' para las diferencias en contenido de la parte aérea y raíz, los resultados se presentan el Cuadro 20 del apéndice. El efecto de la época de cosecha del camote en el contenido de algunos elementos en la raíz del camote, se muestra en el Cuadro 20 del apéndice. Los resultados de las diferencias entre épocas fueron significativas para cada uno de los elementos indicados.

La mayor concentración de potasio se presentó en la E<sub>1</sub> con N<sub>1</sub> (Cuadro 10). En promedio, la E<sub>1</sub> presentó la mayor concentración de potasio.

El Cuadro 13 presenta los resultados de algunos elementos en el suelo y cultivos.



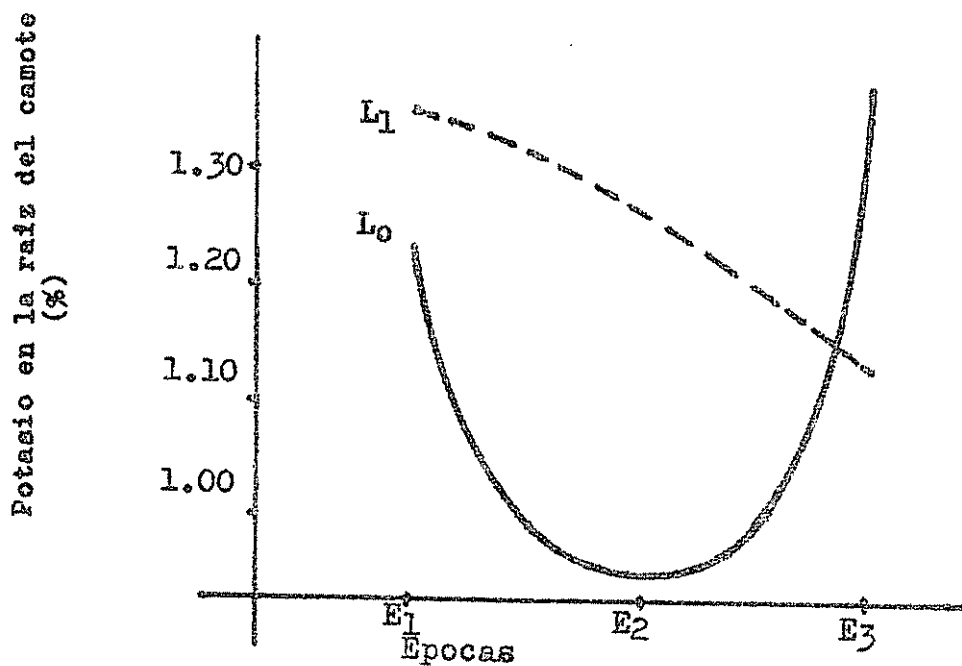


Figura 4. Interacción época por lomillo en el contenido de potasio en la raíz del camote

$$L_0 : \text{sin lomillo, } Y = 0.37e^{-1.22x} \cdot x^{-2.16}, R^2 = 46.45\%$$

$$L_1 : \text{con lomillo, } Y = 1.598e^{0.81x} \cdot x^{2.18}, R^2 = 37.967\%$$

E : época de cosecha del camote

Cuadro 11. Concentración promedio de potasio (%) en la parte aérea y raíz del camote según niveles de K.

Camote	Nivel $K_2O$		
	$K_1$	$K_2$	$K_3$
Parte aérea	2.30	2.38	2.39
Raíz	1.27	1.19	1.21

Cuadro 12. Criterios de concentración de algunos elementos en el suelo y en los cultivos

	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
Suelos antes de siembra	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Suelos después de cosecha	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Maíz	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Camote (parte aérea)	Muy bajo	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio
Camote (Raíz)	Bajo	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio

## 5. DISCUSION

5.1 Caracterización química de los suelos del área experimental antes y después de la cosecha del camote

### 5.1.1 Reacción del suelo

Según los datos del Cuadro 8 del apéndice el pH en agua y en KCl 1N no presentan cambios considerables y se pueden considerar de tendencia ácida (34). Esta homogeneidad puede ser efecto de la aradura profunda a que fue sometido el suelo.

### 5.1.2 Materia orgánica

El contenido de materia es de medio a alto (37) según valores del Cuadro 9 del apéndice. El mayor valor de materia orgánica se encontró en la parte superficial del terreno como era de esperar.

### 5.1.3 Potasio

La concentración de potasio en el suelo fue alta (29) y ligeramente superior en la zona superficial (Cuadros 6 y 7 del apéndice). El contenido después de la cosecha del camote fue inferior al determinado antes de la siembra. La diferencia encontrada presenta valores muy superiores a los determinados por Mc.Coll (66) en condiciones parecidas de humedad en Costa Rica.

Esta alta concentración inicial del potasio puede ser responsable por no ocurrir ningún efecto significativo en el rendimiento de las 2 especies cuando se incrementaron las dosis de ese elemento.

#### 5.1.4 Otros elementos

El contenido de nitrógeno total fue bajo (50). No se encontraron variaciones considerables del nitrógeno antes de la siembra y al final del experimento a pesar de haberse aplicado al suelo una dosis general de 150 Kg de N por hectárea.

Los contenidos de fósforo y azufre fueron bajos (29) al igual que calcio y magnesio. Las relaciones de bases cambiables se aproximan a las determinadas por otros autores en café (17) y en caña de azúcar (106).

La capacidad de intercambio catiónico fue muy parecida en las tres profundidades (Cuadros 6 y 7 del apéndice) y pueden considerarse de alto a medio (37).

Los contenidos de aluminio y de hierro (Cuadros 6 y 7 del apéndice) son altos en comparación con los de manganeso, cobre y zinc (4).

### 5.2 Contenido de nutrientes en maíz

#### 5.2.1 Potasio

El contenido de potasio en maíz, de acuerdo con los rangos de concentración determinados por Dale, Bradford y Thomas (22), es bajo (Cuadro 15 del apéndice). Según Tyner (100) la concentración es alta. Este último nivel parece estar más de acuerdo con la interpretación de los resultados, al no presentarse deficiencias visuales en las hojas de maíz que hicieran pensar en una escasez del potasio en la planta. Es evidente que

el nivel  $K_1$  pudo ser suficiente para los requerimientos de la planta.

Los contenidos de potasio parecen seguir una tendencia semejante en sus variaciones por época a los del nitrógeno, además, los contenidos de potasio aumentaron proporcionalmente con los de nitrógeno y potasio foliar. Tyner (100) hace ver la importancia de la relación  $K/N$  en el equilibrio nutricional del maíz; indica que aumentos de nitrógeno foliar producen incrementos del potasio en la hoja de la planta de maíz. Barber y Bradfield (7) mencionan que fertilizantes altas de potasio y bajas en nitrógeno hacen disminuir el contenido de nitrógeno foliar. Hardy y Bazán (39), refiriéndose al rendimiento en maíz, hacen ver la importancia de la relación  $K/N$  para óptimas cosechas de esta granínea.

El efecto de las épocas de cosecha del camote produjeron la siguiente relación de concentración del potasio en maíz:  $E_3 > E_2 > E_1$  (Cuadro 10). Del Cuadro 9 se desprende que los rendimientos por épocas dan la siguiente condición:  $E_2 > E_3 > E_1$ . Es evidente la gran similitud de la concentración del potasio con los cambios en rendimientos cuyas diferencias no fueron significativas. Esto podría ser efecto de la precipitación (Figura 3).

### 5.2.2 Nitrógeno y fósforo

El contenido de nitrógeno en maíz fue bajo (Cuadro 15 del apéndice). Tyner (100) fija el nivel crítico del nitrógeno, en 2.9 %, valor muy superior a los encontrados

en esta investigación donde la concentración más alta fue de 1.1 %. Barber y Bradfield (7) encontraron valores hasta de 1.22 % con dosis bajas de nitrógeno, pero aún es superior a la máxima detectada en este trabajo.

También en el suelo se encontró que el contenido de nitrógeno fue bajo tanto antes como después de cosecha (Cuadros 6 y 7 del apéndice). Esto hace pensar que los valores de concentración foliar reflejan la concentración del elemento en el suelo, lo que ha sido probado por otros autores (20, 91, 100, 102). En la presente investigación no se puede evaluar el efecto de la dosis de nitrógeno por haberse aplicado un sólo nivel para todos los tratamientos. Sin embargo, como se describe anteriormente, su concentración foliar es baja y en desequilibrio con el potasio. Consecuentemente, dosis de nitrógeno superiores a las usadas posiblemente repercuten en un mejor aprovechamiento del potasio y por ende en el rendimiento.

Según los rangos de concentración determinados por Dale, Bradford y Thomas (22) el contenido de fósforo en maíz fue bajo (Cuadro 15 del apéndice). El análisis del suelo, al inicio del experimento indicó el bajo contenido de ese elemento, y al final una alta concentración del mismo, posiblemente por efecto residual del fertilizante (Cuadro 22 del apéndice). Esto hace pensar en la poca solubilidad del fertilizante fosforado que, aunque fue puesto en el campo al momento de siembra, el aprovechamiento por la planta de maíz fue bajo.

Kamprath (54), hace ver que el fósforo añadido al suelo, gran cantidad es fijado haciéndose disponible a la planta en

los años siguientes. Esto implica que para una mejor utilización del fósforo, éste debe ser aplicado al suelo con suficiente antelación a la siembra del cultivo.

### 5.2.3 Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio

El contenido de calcio (Cuadro 15 del apéndice) es bajo según el rango de concentración de elementos dado por Dale, Bradford y Thomas (22). Las concentraciones de calcio encontrados por Barber y Bradfield (7) también superan los valores determinados .

Los resultados del análisis de suelo antes de la siembra y después de cosecha detectaron una cantidad de calcio bajo, a pesar de que en canote la absorción de este elemento fue alta (Cuadro 30 del apéndice).

Lo anterior sugiere que debe aplicarse calcio al suelo en alguna forma de fertilizante o enmienda calcárea a fin de establecer un buen equilibrio con los metales alcalino y alcalino-térreos y permitir un mayor contenido del mismo en la planta.

El contenido de magnesio foliar es bajo (8,22) al igual que la concentración del elemento en el suelo. Usherwood (101) en sus experiencias encontró que el valor promedio del magnesio foliar en maíz fue de 0.15 % lo que está dentro de los límites de los resultados obtenidos en la presente investigación.

El magnesio, también fue un elemento limitante en la presente investigación (8,22) y se requiere aplicar fuertes dosis de magnesio para lograr un aumento sustancial del mismo en la planta y un buen equilibrio con el potasio (Cuadro 19

del apéndice). Esto podría ser tema de futuras investigaciones.

El Cuadro 15 del apéndice muestra la variación del contenido de magnesio por épocas de cosecha del camote y niveles de fertilización. Se observa que las dosis de  $K_2O$  hicieron disminuir el contenido de magnesio en la planta, aunque no en forma significativa. Efecto igual fue encontrado por Barber y Bradfield (7) cuando incrementaron las dosis de potasio en el fertilizante puesto al suelo. Es notorio también que el mayor contenido de magnesio se detectó en la época tres que fue cuando el maíz permaneció el menor tiempo asociado con el camote (Figura 3).

El contenido de azufre (Cuadro 15 del apéndice) parece ser bajo de acuerdo a los resultados obtenidos por Hassan y Olson (40), al estudiar la influencia del azufre en la concentración de elementos en maíz. La determinación en el suelo de este elemento antes y después de la cosecha del camote también resultó baja (Cuadros 6 y 7 del apéndice).

Los valores correspondientes a los contenidos de sodio en maíz (Cuadro 15 del apéndice) son bajos (29).

Estas conclusiones dejan ver que se trata de un terreno donde es indispensable aplicar dosis altas de calcio, magnesio y azufre a fin de conseguir elevar sustancialmente el contenido de estos elementos que son causa de un fuerte desbalance con el potasio, de una menor eficiencia de aprovechamiento de este elemento por la planta y por ende, en bajos rendimientos de cultivos, como son los resultados de la presente investigación. Las dosis a aplicar deben fijarse a la luz de investigaciones específicas para estos elementos.



#### 5.2.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al)

Según investigaciones realizadas por Dale, Bradford y Thomas en maíz (22) los contenidos de Mn y Cu fueron medios y Zn, Fe y Al altos.

El Cuadro 15 del apéndice muestra la variación de estos elementos por épocas y niveles de fertilización. Los datos son muy dispersos lo que dificulta concluir alguna tendencia definida en el comportamiento de los elementos menores.

### 5.3 Contenido de nutrimentos en la parte aérea del camote

#### 5.3.1 Potasio

El contenido de potasio foliar (Cuadro 10) es superior al límite de deficiencia fijado por Bolle-Jones (12). Los valores de potasio determinados en la presente investigación son similares a los encontrados por Leonard et al (60).

El Cuadro 13 muestra que hubo más contenido de potasio con la práctica de lomillo, posiblemente porque el contenido de potasio en el suelo antes y después de la cosecha fue superior con ésta práctica. En el Cuadro 10, se observa que a mayor dosis de  $K_2O$ , es mayor el contenido de potasio foliar, aunque sus diferencias no fueron significativas. Resultados semejantes fueron encontrados por Leonard Anderson y Gélger (63), Greig y Smith (34) trabajando en soluciones nutritivas.

Los resultados del muestreo de suelos después del cultivo del camote para el contenido del potasio (Cuadro 7 del apéndice), muestran que no se presentó una mayor concentración del mismo al incrementar las dosis de fertilización. Esto, muy posible se deba a una fuerte extracción del elemento

por el camote que requiere altas dosis de potasio para un buen rendimiento (6, 14, 81, 93, 105).

La época de cosecha del camote fue una de las variables que más afectó el contenido de nutrimentos en el follaje. En el Cuadro 10 se observa que la época tres fue la de mayor contenido de potasio presentando el siguiente orden de contenido por épocas  $E_3 > E_1 > E_2$ . Esto es aplicable por el efecto de restitución del potasio del suelo por acción de secado del mismo (64) y humedecimiento posterior (Figura 3). Sin embargo, los rendimientos del camote no siguieron una variación semejante a los contenidos de potasio foliar sino se acercaron más a los cambios producidos por la cantidad de lluvias, en forma tal que a mayor precipitación mayores rendimientos.

### 5.3.2 Nitrógeno y fósforo

Los valores correspondientes a contenidos de nitrógeno foliar (Cuadro 15 del apéndice) resultaron inferiores a los encontrados por Leonard (63). Algunos valores están en el límite de deficiencia según Bolle-Jones (12).

Fujice (30) menciona la importancia de un buen equilibrio de nutrimentos en el suelo, y en especial de nitrógeno y potasio para un buen rendimiento en camote. Es muy posible que, en este suelo no exista el balance necesario entre los elementos indicados para un buen aprovechamiento del nitrógeno. Así, la dosis de nitrógeno para la producción de camote parece ser baja según las condiciones de la presente investigación y los contenidos foliares.

Los contenidos de fósforo foliar (Cuadro 15 del apén-

dice) parecen ser altos, y en la mayoría de los casos los valores son superiores al límite de deficiencia sugeridos por Bolle- Jones (12). En la época tres (Cuadro 20 del apéndice) se detectó más fósforo foliar. Esto hace pensar en una mejor absorción del elemento fosforado en esta época, posiblemente por mayor tiempo en el campo del fertilizante fosforado y una menor competencia con el maíz.

La producción de camote no presentó ninguna relación con los contenidos foliares de fósforo. No se puede evaluar con más detalle este elemento con respecto a la producción en vista de haberse aplicado como base general de fertilización.

### 5.3.3 Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio

El contenido de calcio foliar fue superior a los niveles de deficiencia encontrados por Bolle- Jones (12), pero son inferiores a los valores determinados por Ruinard (83), Leonard, Anderson y Geiger (60). Por lo tanto, se considera que hubo un contenido medio de calcio foliar (Cuadro 15 del apéndice).

Parece existir un antagonismo en la concentración del calcio y potasio. El potasio foliar incrementa su tasa de absorción en la época tres mientras que el calcio disminuye en esa época (Cuadro 15 del apéndice). Leonard et al (60) obtuvieron resultados similares al incrementar la dosis de potasio al suelo, el potasio foliar aumentó mientras que el calcio disminuyó, sin detrimento del rendimiento. En el mismo estudio, se encontró que aumentos de calcio foliar, producidos por aplicación al suelo de diferentes dosis de  $\text{CaO}$ , produjeron un

descenso en el contenido de potasio foliar.

Según los valores del Cuadro 15 del apéndice, el magnesio foliar en camote es muy superior al nivel de deficiencia sugerido por Bolle- Jones (12). Para Leonard et al (60), el contenido de magnesio foliar se puede categorizar de medio a bajo.

Los contenidos de azufre foliar (Cuadro 15 del apéndice) mostraron gran variación dentro de las épocas. Los valores obtenidos en la época tres superan ampliamente el nivel de deficiencia determinado por Bolle- Jones (12), considerándose alto su contenido, mientras que en las épocas  $E_1$  y  $E_2$ , su concentración es baja.

Variación similar se presentó con el rendimiento del camote (Cuadro 9).

En la Figura 2 del apéndice se observa que la poda aumentó el contenido de azufre y tanto con  $P_0$  como con  $P_1$  se presentaron curvas de concentración similares. Esta práctica parece no haber tenido ningún efecto en el rendimiento del cultivo.

El contenido de sodio (Cuadro 15 del apéndice), puede ser considerado alto de acuerdo a los valores encontrados por Ruinard (83).

El sodio presentó un contenido por épocas parecido al potasio. Es evidente el hecho de que en la época dos el potasio, calcio, sodio y azufre, disminuyeron su concentración foliar. Una variable posible que puede explicar esta actividad es la baja cantidad de agua en el suelo (Figura 3) que pudo afectar fundamentalmente la solución del suelo en esa época. Esta

disminución significativa de los elementos anotados (Cuadro 20 del apéndice) afectó en forma negativa el rendimiento del cultivo.

#### 5.3.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al)

La concentración de estos elementos se da en el Cuadro 15 del apéndice. Todos presentaron gran variación con respecto a la cosecha del camote. Sobresalen los altos contenidos en la época tres para el Mn, Zn, y Fe y la época dos para el Cu y el Al.

### 5.4 Contenido de nutrimentos en la raíz del camote

#### 5.4.1 Potasio

El contenido de potasio es alto (Cuadro 10) si se comparan con los obtenidos por Ruinard (83). Duncan (27), probando diferentes dosis y fuentes de  $K_2O$ , obtuvo valores superiores de potasio con niveles muy parecidos de fertilización a los de la presente investigación.

Se considera, que el segundo nivel de  $K_2O$  (Cuadro 10) fue el mejor por el máximo rendimiento obtenido (Cuadro 9).

Los contenidos de potasio fueron muy variables en la raíz del camote tal que sus diferencias fueron significativas al 5 % (Cuadro 16 del apéndice). A pesar de ello las dosis de fertilización no produjeron cambios significativos en los contenidos del elemento en la raíz del camote (Cuadro 11). La época de cosecha y el lomillo fueron los factores que hicieron variar significativamente este elemento en la raíz del camote (Cuadro 12 del apéndice). Aunque ninguno de los

factores indicados fue significativo en el rendimiento.

En el Cuadro 10 se observa que el orden de concentración del potasio por época fue  $E_1 > E_3 > E_2$ , muy similar al contenido foliar. En el mismo Cuadro se presenta la variación de potasio por época y dosis de fertilización. Se observa que los diferentes niveles de  $K_2O$  no produjeron aumentos del elemento y más bien, en algunos casos, disminuyó el contenido del mismo.

El Cuadro 10 deja ver que la  $E_1$  fue la de mayor rendimiento y contenido de potasio en la raíz (Cuadro 9). Esto confirma el hecho de que es posible que a mayores dosis de potasio sea mayor el rendimiento (11, 18, 27, 52, 82, 93, 105) siempre y cuando existan condiciones adecuadas de balance de nutrimentos para un buen aprovechamiento del elemento. Duncan (27), probando diferentes fuentes de potasio, encontró que aumentando la dosis de  $K_2O$  al suelo, producían aumentos de potasio en la raíz.

En la presente investigación se determinó que el contenido de potasio siguió una variación semejante a los cambios en la precipitación (Figura 3). Esto sugiere que uno de los factores que afectó el contenido de potasio en la planta y en consecuencia el rendimiento fue la precipitación.

En la Figura 4 se observa que la variación con y sin lomillo, para el contenido de este elemento, son muy diferentes. Con lomillo, la tendencia del potasio es a disminuir progresivamente con las épocas de cosecha del canote, efecto diferente se observa sin lomillo donde sobresale el aumento

en el contenido de potasio que se produce en la  $E_3$ . Este caso sigue una variación semejante a la precipitación.

Así, con esta práctica el agua contenida en el suelo disminuye más rápidamente que sin lomillo.

Aunque el lomillo ha jugado un papel importante en los métodos de siembra del camote, en esta investigación no resultó significativo con respecto al rendimiento pero sí en las concentraciones del potasio.

#### 5.4.2 Nitrógeno y Fósforo

El Cuadro 15 del apéndice muestra que el nitrógeno es de contenido medio a bajo, según criterio de interpretación obtenidos por Ruinard (83).

El contenido de nitrógeno por épocas fue el siguiente:  $E_3 > E_2 > E_1$  (Cuadro 20 del apéndice). Sin embargo la  $E_3$  fue la que produjo el menor rendimiento. Esto está de acuerdo con la información suministrada por otros autores que han estudiado este cultivo (6, 16, 83, 105).

El contenido de fósforo (Cuadro 15 del apéndice) es de medio a alto (83). Se considera que hubo gran variación en los contenidos de fósforo en la raíz del camote (Cuadro 16 del apéndice), sin embargo su efecto en el rendimiento no fue significativo.

En el Cuadro 27 del apéndice es evidente el aumento de fósforo en el suelo al final del experimento. Esto muy posible se deba a un efecto residual del fertilizante por la poca solubilidad del mismo lo que hizo incrementar significativamente

el fósforo en el suelo y en la planta (Cuadro 22 del apéndice).

El fósforo se ha reportado como uno de los elementos que en la mayoría de los casos no ha afectado el rendimiento en forma apreciable en camote (16, 70, 93, 105), efecto similar se puede aducir en esta investigación .

#### 5.4.3 Calcio, Magnesio, Azufre y Sodio

El contenido de calcio parece ser alto (Cuadro 15 del apéndice) según resultados obtenidos por Ruinard (83), aunque se consideró el calcio de baja concentración en el suelo (Cuadro 6 y 7 del apéndice). La concentración de calcio presenta antagonismo con el contenido de potasio, al encontrarse el mayor contenido del elemento en la época uno donde se detectó la menor concentración de calcio. Leonard, Anderson y Geiger (63) obtuvieron resultados parecidos al aumentar el KCl en el suelo, el potasio en la planta de camote se incrementó y bajó el Ca, Mg, N y P.

Los contenidos de magnesio (Cuadro 15 del apéndice) son muy similares a los encontrados por Ruinard (83). Sobresale la época tres por el alto contenido de magnesio siendo las épocas uno y dos las de menor contenido.

Se puede considerar el azufre un elemento variable en el suelo (Cuadro 28 del apéndice) y, fundamentalmente, muy afectado por las épocas de cosecha del camote (Cuadro 20 del apéndice). En el Cuadro 20 del apéndice se observa un incremento del elemento con las épocas que permite establecer la siguiente secuencia de concentración:  $E_3 > E_2 > E_1$ . Esta relación es muy semejante a las obtenidas con el nitrógeno, fósforo y calcio.



El Cuadro 15 del apéndice muestra también la variación del azufre por época y dosis de fertilización. Tanto en la parte foliar como raíz, la tendencia es a disminuir el contenido de azufre con las dosis de  $K_2O$ . Esto sugiere un antagonismo entre el azufre y el potasio, aunque puede deberse también a factores ambientales no controlados.

El contenido de sodio (Cuadro 15 del apéndice), es superior a los valores determinados por Ruinard (83). El Cuadro 20 del apéndice muestra la variación del elemento por época de muestreo ( $E_3 > E_2 > E_1$ ), parecida al potasio. Johnson y Zimmerly (52) encontraron tendencias similares a las determinadas en esta investigación.

Es posible afirmar que la concentración de calcio, magnesio y azufre en la raíz del camote son adecuadas, sin embargo no produjeron cambios significativos en la producción de este cultivo. Posiblemente esto sea por el desequilibrio con el potasio y por la competencia con el maíz que es un fuerte extractor de potasio.

#### 5.4.4 Elementos menores (Mn, Cu, Zn, Fe, Al)

El Cuadro 15 del apéndice muestra la variación de estos elementos por épocas y niveles de fertilización. Se observa que en la mayoría de los casos los cambios son muy dispersos, y no permiten identificar una tendencia definida.

La concentración de estos elementos (Cuadro 20 del apéndice) fue afectada significativamente por las épocas de cosecha del camote. La Figura 3 del apéndice presenta curvas de regresión para la variación del manganeso y hierro en la interacción época por lomillo. Se nota que los contenidos de estos elementos siguen ten-

dencias muy parecidas con y sin lomillo. Evaluar el comportamiento de estos elementos con respecto al rendimiento es un tanto riesgoso con la presente información y requiere de estudios específicos al respecto.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los resultados para el contenido de potasio en el suelo después de las cosechas del camote, muestran que no se presentó un mayor contenido del mismo al incrementar las dosis de potasio. Las dosis de  $K_2O$  no produjeron cambios considerables en las plantas ni en las relaciones de bases cambiables (Ca/K, Mg/K, Ca +Mg/K) en el suelo.

En el maíz, el contenido de potasio siguió una tendencia similar al rendimiento. Así, el menor rendimiento presentó la menor concentración de potasio mientras que con los mayores rendimientos se detectó la mayor concentración. En camote, la E<sub>3</sub> presentó la mayor cantidad de potasio y produjo el menor rendimiento.

El contenido de potasio aumentó en las plantas de maíz a medida que disminuyó el tiempo de asociación entre los dos cultivos, determinándose así una fuerte competencia por este elemento.

Los diferentes niveles de potasio no produjeron aumentos significativos en la asociación en ninguna de las tres épocas. Por lo tanto, para un aprovechamiento óptimo del K se recomienda elevar los contenidos de N, S y fundamentalmente del Mg en el suelo en forma tal que la razón Mg/K esté dentro de los límites de 3 a 5.

2. El nitrógeno fue deficitario en suelo y plantas. Se presentó competencia por este elemento al determinarse un mayor

contenido en maíz a medida que era el menor tiempo de asociación con el camote. Además, aumentos en los contenidos de nitrógeno en maíz produjeron incrementos en los contenidos de potasio y en consecuencia en el rendimiento, aunque no en forma significativa.

El efecto del lomillo fue favorable a las concentraciones del N y K foliar en camote al incrementar su contenido, no así para el rendimiento del camote.

Deben de aplicarse dosis mayores de nitrógeno a fin de que no sea deficitario en las especies consideradas. Para las condiciones de la presente asociación la razón N:K debe ser de por lo menos 2:2.

3. El fósforo fue deficiente en el suelo y en el maíz, no así en camote. Las épocas de cosecha del camote favorecieron los contenidos de fósforo. Esto sugiere que pueden sembrarse el maíz y el camote simultáneamente sin detrimento en la absorción del fósforo en las dos especies. Por lo tanto, y según las condiciones de la actual investigación, puede considerarse la razón N:P:K dentro de los límites de 2:1:2. En cuanto al rendimiento no se puede evaluar esta variable ya que el fertilizante fosforado se aplicó como base general.

4. El calcio y magnesio fueron elementos de baja concentración en el suelo y en maíz y media en el camote. Hubo desequilibrio entre estas dos bases al presentarse un mayor contenido del calcio. Ambos nutrimentos fueron de concentración desfavorable frente al potasio presentándose un

fuerte desbalance en la relación Mg/K. La cantidad de calcio y magnesio en el maíz disminuyó con los niveles de fertilización de  $K_2O$ .

En la parte aérea del camote, el calcio y el magnesio se incrementaron con los niveles de fertilización de  $K_2O$  y en la raíz disminuyó su concentración.

La ausencia del lomillo favoreció en las dos especies el contenido de calcio, es decir, se presentó un mayor contenido de ese elemento sin lomillo.

El contenido de magnesio en maíz aumentó a medida que disminuyó el tiempo de asociación con el camote. Se encontró que el camote es un gran extractor de magnesio y la competencia por el mismo fue fuerte cuando se sembraron simultáneamente las dos especies. Para un mejor aprovechamiento del calcio y del potasio deben utilizarse fertilizantes con magnesio, a fin de corregir el posible efecto limitante de este elemento en el rendimiento.

5. El azufre fue de contenido bajo en el suelo y en maíz, y medio en camote. Las dosis de  $K_2O$  disminuyeron el contenido de azufre en maíz y camote. Además, sin lomillo hubo mayor contenido del elemento en maíz. Debe de considerarse este elemento limitante en la asociación por lo que se recomienda la aplicación de fertilizantes ricos en azufre.

6. Los otros elementos analizados (Mn, Cu, Zn, Fe, Al) presentaron tendencias muy dispersas por lo que no se puede concluir situaciones definidas.

## 7. RESUMEN

Fue una investigación complementaria del Experimento Central del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE instalado en 1974. Se determinó la competencia por nutrientes en la asociación maíz- camote, mediante análisis de suelo y planta durante un ciclo vegetativo de las especies. Para tal efecto se evaluó el estado de fertilidad del suelo al inicio y final del ensayo, conjuntamente con el fertilizante aplicado al sistema, contenidos de nutrientes de las especies así como sus rendimientos.

Los tres niveles de fertilización fueron distribuidos en las siguientes dosis: en los tres casos se aplicó una base general de 150 Kg/ha de nitrógeno y 90 Kg/ha de  $P_2O_5$  con 75, 150 y 225 Kg/ha de  $K_2O$  para los niveles  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  respectivamente. La base general de fertilización nitrogenada se dividió a la siembra, al mes y a los dos meses después de sembrado. El fósforo se aplicó todo al momento de efectuarse la siembra.

Se estudiaron los efectos de la poda, lomillo y épocas de cosecha del camote en el sistema a fin de evaluar la competencia nutricional y su efecto en el rendimiento. La evaluación agronómica de la poda y el lomillo, constituyó el tópico de otra tesis (65).

Las diferentes dosis de  $K_2O$  no afectaron significativamente el rendimiento de las especies, ni su contenido nutricional al igual que la poda y el lomillo.

El nitrógeno y el fósforo fueron deficitarios y las dosis de  $K_2O$  no produjeron cambios favorables en suelo y plantas. Se encontró un menor contenido del potasio en el suelo después de cosecha del camote.

Se determinó que el contenido de calcio y magnesio en el suelo fue altamente deficitario con respecto al potasio.

La confección del lomillo tuvo efectos muy variables en la disponibilidad de nutrimentos incrementando unos y disminuyendo otros, aunque su presencia o ausencia no fue significativo en el rendimiento.

La poda del camote aumentó significativamente el contenido de azufre foliar pero no se detectó ningún efecto en el rendimiento.

## 8. LITERATURA CITADA

- 1 . AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA - CTEI. Tesis Mag. Se. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1971. 138. p.
- 2 . ALDRICH, S. R. y LENG, E. R. Modern corn production. The Farm Quarterly, Cincinnati, Ohio 1969. 308 p.
- 3 . ALLAWAY, W. H. Agronomic Controls over the environmental cycling of trace elements. Advances in Agronomy. 20: 235- 274. 1968.
- 4 . ANDERSON, N. S. Influence of fertilizer upon the yield and starch content of the Triumph Sweet potato. Proc. American Soc. Hort. Sci. 34: 449-450. 1936.
- 5 . ANDERSON, W. S. The influence of nitrogen on grade and shape of Triumph sweet potatoes in Mississippi American Soc. Hort. Sci. 36: 605- 608. 1939.
- 6 . BAKER, D. E. y WOODRUFF, C. M. Influence of volume of soil per plant upon growth and uptake of phosphorus by corn from soils treated with different amounts of phosphorus. Soil Science 94 (6): 409- 412. 1962.
- 7 . BARBER, A. V. y BRADFIELD, R. Effect of potassium and nitrogen on the free amino-acid content of corn plants. Agronomy Journal 55 (5): 465- 470. 1963.
- 8 . BARTLETT, R. J. y SIMPSON. T. J. Interaction of ammonium and potassium in a potassium fixing soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31 (2): 219-222. 1967.
- 9 . BAZAN, R., et al. Desarrollo de sistemas de producción agrícola, una necesidad para el trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 1974. 12 p. (mimeografiado).
10. BEATTIE, J. H. , CONN. J. D. Mc. y HALL, E. E. Effect of varying amounts of potash on grade and yield of the Porto Rico sweet potato. Proc. American Soc. Hort. Sci. 30: 534- 527. 1933.
11. BENNETT, W. F., PESEK, J. y HANWAY, J. Effect of nitrogen on phosphorus absorption by corn. Agronomy Journal 54 (5): 437- 442. 1962.



12. BOLLE- JONES, E. W. y ISMUNDJI, M. Mineral deficiency symptoms of the sweet potato. *Empire Journal of Experiment Agriculture* 31: 60- 64. 1963.
13. BOSWELL, V. R. y BEATTIE. J. H. Grade and shape of sweet- potatoes in response to potash in South Carolina. *Proc. American Soc. Hort. Sci.* 34: 451- 455. 1936.
14. BOWER, C. A., REITEMEIER, R. F. y FIREMAN, M. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Science* 73 (4): 9- 17. 1952.
15. BREDÁ, J., FREIRE, E. S. y ABRAMIDES, E. Adubação da batata- doce com diferentes doses de nitrógeno, fósforo e potássio. *Bragantia* 25: 291- 296. 1966.
16. BREMNER, J. M. Total nitrogen. *In* Black, C. A. *et al*, eds. *Methods of soil analysis*. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1965. pp. 1149- 1178.
17. BRICEÑO, J. y CARVAJAL, J. F. El equilibrio entre los metales alcalino y alcalinotérreos en el suelo, asociado con la respuesta a potasio por el café. XI Congreso Latinoamericano de Química. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile, 1972.
18. CAROLUS, R. L. Effect of fertilizer treatment on shape of Porto Rico sweet potato. *Proc. American Soc. Hort. Sci.* 29: 425- 1932.
19. CADIZ, T. G. y . AGBIGAY. Fertilizer and spacing test on sweet potato (Unpublished). Undergraduate thesis. U.P.C.A. *In*: TAI, E. A. ed., *Proceedings of the International Symposium on Tropical Root Crops*. University of the West Indies St. Augustine. Trinidad. 2-8 April 1967 v. 1, Section 3. pp 77.
20. CLARKE, F. W. The data of geochemistry. *Sed. U.S. Geological Survey. Bulletin.* 1924. *In* FASSBENDER, H. W. *Química de Suelos con énfasis en Suelos de América Latina*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba. Costa Rica. 1975.
21. COLWELL, W. E. Studies on the effect of nitrogen, phosphorus, and potash on the yield of corn and wheat in Mexico. *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* 11: 332- 340. 1946.
22. DALE, E. B., BRADFORD, B. R. y THOMAS, W. I. Leaf analysis of corn toal for predicting soil fertility needs. *Better Crops Plant Food* 50 (2): 36- 40. 1966.

23. CHAVERRI, J. Fraccionamiento del fósforo en 16 suelos de Costa Rica. *In*. Costa Rica. STICA. Laboratorio de Investigaciones Agronómicas. Informe anual 1958. Costa Rica. 1958. 16 p.
24. DIAZ- ROMEU, R., BALERDI, F. y FASSBENDER, H. W. Contenido de materia orgánica y nitrógeno en suelos de América Central. *Turrialba*. 20: 185- 192. 1970.
25. DIAZ- ROMEU, R. y BALERDI, F. Determinación de la capacidad de intercambio de cationes del suelo. *Turrialba, Costa Rica, IICA*. 1967. 3 p.
26. DIEST, A. V. Effects of soil aeration and compaction upon yield, nutrient takeup and variability in a greenhouse fertility experiment. *Agronomy Journal* 54 (6): 515- 518. 1962.
27. DUNCAN, A., *et al.* Effect of potassium chloride and potassium sulfato on yield and quality of sweet potatoes. *Proc. American Society Hort. Sci.* 71: 391- 398. 1958.
28. EDMOND, J. B. y SEFICH, H. J. A description of certain nutrient deficiency symptoms of the Porto Rico Sweet potato. *Proc. American Soc. Hort. Sci.* 36: 544- 549. 1938.
29. FASSBENDER, H. W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Turrialba, Costa Rica 1975. 398 p.
30. FUJICE, K y TSUMO, Y. Effect of potassium on the dry matter production of sweet potato. *In* International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. v. 1.(7): 20- 33.
31. GEISSE, F. W. Influence of nitrogen, phosphorus and potash separately and in combination on sweet potato production. *Proc. American Soc. Hort for Horticultural Sci.* 22: 363- 370. 1925.
32. GOEDERT, W. J. Contribuição ao estudo das argilas dos solos do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 2: 245- 258. 1967.
33. GREIG, J. K. Sweet potato growth, cation accumulation and carotene content as affected by cation level in the grow the medium. *Proc. American Soc. Hort. Sci.* 77: 463- 472. 1961.

34. GREIG, J. K., SMITH, y. F. W. Some effects of various levels of calcium, potassium, magnesium and sodium on sweet potato plants grown in nutrient solutions Proc. American Soc. Hort. Sci. 75: 561- 569 1960.
35. GRIMES, R. C. y CLARKE, R. T. Continuous arable cropping with the use of manure and fertilizers. East African Agricultural and Forestry Journal 28 (2): 74- 80. 1962. Trop. abs. 18: 262.
36. GUIDE FOR FIELD CROPS IN THE TROPICS AND THE SUBTROPICS. Maize (Zea mays). Technical Assistance Bureau, Agency for International Development. Washington, D. C. 20523. 1974. pp 62- 72.
37. HARDY, F. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 439 p. (IICA, textos y materiales de Enseñanza N o. 10).
38. HARDY, F. Soil of the IAIAS area. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. 76 p.
39. HARDY, F. y BAZAN, R. The maize microplot method of soil testing. Turrialba 16 (3): 267- 270. 1966.
40. HASSAN, M. y OLSON, R. A. Influence of applied sulfur on availability of soil nutrients for corn (Zea mays.L.) nutrition. Soil Sci. Amer. Proc. 30 (2): 284- 286. 1966.
41. HECQ, J. y LEFEBVRE, A. Rotations in Kivu ( Congo). (En Francés). Bulletin Agricole du Congo 52 (1): 1- 8. 1961. FCA 15: 1114.
42. HERNANDEZ, P. T. y HERNANDEZ, T. Irrigation to increase sweet potato production. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, April 2- 8, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. v. 1. (3): 31- 36.
43. HESTER, J. B. Fertilizer practice for the rangeland sweet potato. Better Crops (Washington) 31: 10- 12, 43. 1947.
44. HESTER, J. B., SHELTON, J. A. y ISAACS, R. L. Jr. Magnesium- potassium relation for sweet potatoes on sandy soils. Better Crops- 35 (1): 17- 18, 46- 47. 1951.
45. HOEFT, R. G., WALSH, L. M. y KEENEY, D. R. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. Soil Science Society of America Proceeding 37 (3): 401- 404.

46. HUNTER, A. H. Soil analytical procedure using the modified  $\text{NaHCO}_3$  extracting solution. North Carolina State University, International Soil Fertility Evaluation Improvement Program. 6 p. (mimeografiado).
47. INTERCROPPING. In TANGANYIKA. Department of Agriculture. Annual report for 1959. II Dar es Salaam, 1960 p. 11. Trop. Abs. 16: 809; FCA 14: 1470.
48. INTERCROPPING Of GROUNDNUTS. Tanganyika. Department of Agriculture Report, 1958. S. 1. 1.959. pp 13- 14 F. C. A. 13: 1749.
49. JACKSON, M. L. Análisis químico de suelo; una importante contribución al estudio de la química del suelo. Trad. por José Beltrán Martínez. Barcelona, Omega, 1964. 662 p.
50. JENNY, H. A. Comparison of soil nitrogen and carbon in Tropical and temperate regions. Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin No. 765. 1961. 31 p.
51. JOHNSON, W. A. y WARE, C. M. Effects of nitrogen on the relative yields of sweet potato and roots. American Soc. Hort. Sci. 52: 313- 316. 1948.
52. JOHNSON, T. C. , ZIMMERLEY, H.H. y GEISSE, F.W. Effect of certain sodium and potassium salts on sweet potato production in Eastern Virginia. Proc. American Soc. Hort. Sci. 20: 155- 161. 1923.
53. JOHNSTONE, F. E. The effect of soil conditioners on the yields of sweet potatoes. Proc. American Soc. Hort. Sci. (ITHACA) 70: 403- 406: 1957.
54. KAMPURATH, E. J. Residual effect of large application of phosphorus on high phosphorus fixing soils. Agronomy Journal 59 (1): 25- 27. 1967.
55. KANAHIRO, Y.y CHANG, A. T. Cation exchange properties of the Hawaiian great soil groups. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin No. 31. 1956. 27 p.
56. KANWAR, J. S. Multiple cropping: trends and problems. Indian Farming 1.970. 20 (7): 5- 7 Trop. Abstr. 1971. 26 (7): 1.610.
57. LANA, E. P. y PETERSON, L. E. The effect of fertilizer irrigation combination on sweet potatoes in Buchner coarse sand. Proc. American Soc. Hort. Sci. (ITHACA) 68: 400- 405. 1956.

58. LANTICAN, R. M. y SORIANO P. M. The response of sweet potato to different fertilizer treatment. In TAI, E. A. , ed. Proceedings of the International Symposium on Tropical Root Crops. University of the West Indies. 2- 8 April, 1967. v.1, section 3. pp. 76- 77.
59. LAROCHE, F. A. A Calagem em solos tropicais de clima unido. Fitotécnia Latinoamericana 3 (1- 2): 83- 97. 1966.
60. LEONARD, O. A., ANDERSON W. S. y GEIGER M. Field studies on the mineral nutrition of the sweet potato. American Soc. Hort. Sci. 53: 387- 392. 1949.
61. LIANG, L. Study of the effect of nitrogen, phosphorus, and potassium on sweet potato yield by response service. In International Symposium on Tropical Root crops, and, Honolulu, Hawaii, 1970. Proceeding. Honolulu, Hawaii, University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. 1: 13- 15. 1970.
62. LIZARRAGA, H. H. Ensayos de asociación para producción de material de ensilaje en Nicaragua. In Proyecto Cooperativo Centroamericano Mejoramiento del Maiz. V Reunión Centroamericana, Panamá. 9- 12 de Marzo de 1959. Panamá 1959. pp 15- 16.
63. LEONARD, O. A. , ANDERSON W. S. y GEIGER M. Effect of nutrient level on the growth and chemical composition of sweet potatoes in sand cultures. Plant Physiology 23 (2): 223- 237. 1948.
64. LUEBS, R. E. Liberación, por medio de desecación, del potasio no intercambiable del suelo. Revista de la Potasa (Suiza). 4 (16): 1- 3. 1957.
65. MATEO , N. V. Evaluación agro- económica de sistemas de producción con maíz (Zea mays, L.) y camote (Ipomoea batatas (L) LAM). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1976.
66. Mc. COLL, J. G. Properties of some natural waters in a tropical wet forest of Costa Rica. Bio Science 20 (20): 1096- 1100. 1970.
67. MEDERSKI, H. J. Row and broadcast potassium at work on corn. Better Crops 46 (1): 6- 10. 1962.
68. MERIDA, J. E. Respuesta en rendimiento y contenido de proteína en el grano del maíz a la fertilización y enclavamiento. In Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios. XIII Reunión. Febrero 28- Marzo 4. San José, Costa Rica. 1967. pp. 34- 35.

69. MOJICA, F. Absorción de nutrimentos y producción en la asociación frijol (*Phaseolus Vulgaris* L)maíz (*Zea mays* L) y arroz (*Oriza sativa* L). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, 1975. IICA. 108 p.
70. MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú. 1972. pp. 144- 197.
71. \_\_\_\_\_. Manual del cultivo de la batata. Maracay. Facultad de Agronomía. Maracay Venezuela 144 p. 1966.
72. MULLER, L. Un aparato micro- Kjeldahl para análisis rutinarios rápidos de material vegetal. Turrialba 11 (1): 17- 25. 1961.
73. NICHOLAIDES, J. Conferencia presentada en Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico Febrero 17 a Marzo 26 de 1975. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Mimeografiado.
74. NORMAN, D. W., BUNTJER, B. J. y CODDARD, A. D. Intercropping observation plots at the farmers level. Sanaru Agricultural Newsletter 12 (6): 97- 101. 1970. F. C. A. 25: 2733.
75. OLSEN, S. Phosphorus. In Black, C. A. et al., eds. Methods of Soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 1035- 1049.
76. PEECH, M. , COWAN, R. L. y BAKER, S. H. A critical study of the Ba Cl<sub>2</sub>- triethanolamine and the ammonium acetate methods for determining the exchangeable hidrogen contents of soils. Soil Science Society of America Proceedings 26: 37- 40. 1962.
77. PHILLIPS, M. W. y BARBER, S. A. Estimation of available soil potassium from plant analysis. Agronomy Journal 51 (7): 403- 406. 1959.
78. PLATERO, H. O. Análisis de rendimientos de grano y económico de las asociaciones maíz- frijol en la región este del valle de Méjico. In Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos alimenticios. XXI Reunión Anual del 7- 11 de Abril de 1975. San Salvador, El Salvador v. 1. pp 337- 353.
79. PUMPHREY, F. V. et al. Method and rate of applying Zinc sulfate for corn on Zinc deficient soil in western Nebraska. Agronomy Journal 55 (3): 235- 238. 1963.

80. QUINN, J. T. Some effects of fertilizer on sweet potatoes. Proc. American Soc. Hort. Sci. 22: 360- 363. 1925.
81. ROBBINS, W. R. Effects of potassium deficiency upon the structure and composition of the sweet potatoes. Proc. American Soc. Hort. Sci. 29: 471. 1932.
82. ROBBINS, W. R. et al. Potassium in relation to the shape of sweet potatoes. Science (44) 70: 558. 1929.
83. RUINARD, J. Notes on sweet potato research in west New Guinea. In International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. v. 1. (3): 88- 108.
84. RUTHEBERG, H. Farming systems in the tropics. Clarendon Press Oxford. In VANDER, H. J. Los potenciales de los agrosistemas tropicales hacia un amalgamamiento de teoría y práctica. Curso Intensivo sobre sistemas de producción agrícola para el Trópico del 17 de febrero al 6 de marzo de 1975. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12 p. Mimeografiado.
85. SCOTT, L. E. Potassium uptake by the sweet potato plant. Proc. American Soc. Hort. Sci. (Ithaca) 56: 248- 252. 1950.
86. SALAS, C. A. y BONILLA, H. Ensayos uniformes de fertilización del maíz en Costa Rica. In Proyecto Cooperativo Centroamericano Mejoramiento de Maíz. VII Reunión Centroamericana. Tegucigalpa, Honduras, 20- 23 febrero de 1961. Honduras, 1963. pp.43.
87. SALAZAR, A. S. Un intento de difusión de prácticas mejoradas de cultivo de maíz en Nicaragua. In Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios XII Reunión anual. Managua, Nicaragua. Marzo 28- Abril 2 de 1966. pp. 42- 43.
88. SAMUELS, G. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yields and quality. In TAI, E. A. , ed. Proceedings of International Symposium on Tropical Root Crops. University of the West Indies St. Augustine, Trinidad. 2- 8 April 1967. v. 1, section 2 pp. 86- 91.
89. SINGH, A. Multiple cropping in Uttar Pradesh. Indian Farming. 1970 20 (7): 15- 17. Prop. Abst. 26 (7). 1612. 1971.
90. SORIA, J. et al. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba 25 (3): 283- 293. 1975.

91. SOUBIES, L. , GADET R. y LENAIN. M. Una nueva técnica para la fertilización nitrogenada del maíz. Fertilité No. 10. 1960: pp. 27- 35.
92. STEPHENS, D. Changes in Yields and fertilizer response with continuous cropping in Uganda. Experimental Agriculture 5(4): 263- 269. 1969. FCA 24: 4285.
93. STINO, K. R. y LASHIN. M. E. Effect fertilizers on yield and vegetative growth of sweet potatoes. Proc. American Soc. Hort. Sci. (ITHACA) 61: 367-372. 1953.
94. SWAMINATHAN, M. S. New varieties for multiple cropping. Indian Farming. 1970. 20 (7): 9- 13 In Trop. Abst. 1971. 26: 1611.
95. THOMAS, G. W. y COLEMAN N. T. Sweet potatoes need potash. Better crops (Washington): 43 (6): 27. 1959.
96. TOSI, J. A. y VOERTMAN. R. F. Some environmental factors in the economic development of the tropics. Economic Geography 1964. 40: 189- 205.
97. TRUOG, E. Mineral nutrition of plants . Madison, University of Wisconsin Press, 1951. 469 p.
98. TRY THIS: Three- crops combination. Coffee and cacao Journal 8 (1): 156. 1965.
99. TURRENT, A. Aporte de la investigación agronómica de un proyecto para obtener aumentos rápidos en la producción. In Estrategias para aumentar la productividad agrícola en zonas de minifundio. Conferencia Internacional. Puebla, México, Agosto de 1970. pp 37- 45.
100. TYNER, E. H. The relation of corn yields to leaf nitrogen, phosphorus, and potassium content Soil Science Society of American Proceedings. 11: 317- 323. 1946.
101. USHERWOOD, N. R. y MILLER, J. R. Of soil pH on the available of magnesium to corn (Zea mays L.) from magnesium sulfate and bight magnesium liming materials. Soil Sci. Amer. Proc. 31 (3): 390-393. 1967.
102. VOSS, R. y PESEK, R. Yield of corn grain as affected by fertilizer rate and environmental factors. Agronomy Journal 59 (6): 567- 572. 1967.



103. WEE, CH. Y. Effects of length of growing season and NPK fertilizer on the yield of five varieties of sweet- potato on Peat. 1970. Malaysian Agri. J. 47 (4). p. 453- 464. Trop. Abst. 26 (7): 468. 1971.
104. WELTE, E. y WERNER, W. Potassium- magnesium antagonism in soils and crops. Jour. Sci. Food. Agri. 14 (3): 180- 186. 1963.
105. ZIMMERLEY, H. H. Effect of the N- P- K fertilizer ratio on the shape of the Porto Rico sweet potato. Proc. American Soc. Hort. Sci. (East Lansing) 32: 498- 501. 1934.
106. Zúñiga, M. E. Contenido y variación estacional de N, P, K, Ca y Mg, en la caña de azúcar. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 1972. pp. 68-72.

9. APENDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Andeva general

<u>Fuente de variación</u>	<u>G. L.*</u>
Bloques	2
Tratamientos	35
Error	70
Gran total	107

Cuadro 2. Desglose de tratamientos

<u>F. V.**</u>	<u>G. L.</u>
Niveles (N)	2
Epoocas (E)	2
Podas (P)	1
Lomillo (L)	1
N x E	4
N x P	2
N x L	2
E x P	2
E x L	2
P x L	1
N x E x P	4
N x E x L	4
N x P x L	2
E x P x L	2
<u>N x E x P x L</u>	<u>4</u>
Total	35

\* G. L. : Grados de libertad

\*\*F. V. : Fuente de variación

Cuadro 3. Interacciones totales

F. V.	G. L.	F. V.	G. L.
Bloques (B)	2	Lonillo (L)	1
Niveles (N)	2	L x B	2
B x N(Error a)	4	L x N	2
Epoocas (E)	2	L x B x N	4
B x E	4	L x E	2
N x E	4	L x B x E	4
B x N x E	8	L x N x E	4
Podas (P)	1	L x B x N x E	8
B x P	2	L x P	1
N x P	2	L x B x P	2
B x N x P	4	L x N x P	2
E x P	2	L x B x N x P	4
B x E x P	4	L x E x P	2
N x E x P	4	L x B x E x P	4
B x N x E x P	8	L x N x E x P	4
		L x B x N x E x P	8
Total	53		54
Gran total		107	

Cuadro 4. Distribución por repetición de los tratamientos en el campo

	01	14	02	24	35	34	
L1	13	03	15	26	23	36	
	10	12	11	22	25	27	III Rep.
	07	06	04	33	21	22	
L <sub>0</sub>	18	17	08	31	20	30	
	16	09	05	19	29	32	
	12	14	13	35	26	25	
L1	02	15	01	22	34	27	
	10	03	11	24	23	36	II Rep.
	18	04	05	19	20	30	
L <sub>0</sub>	09	08	17	31	29	32	
	06	16	07	21	28	33	
	14	15	11	27	35	36	
L1	03	01	10	25	23	22	
	12	13	02	24	26	34	I Rep.
	07	06	16	28	32	30	
L <sub>0</sub>	04	17	18	21	31	20	
	05	04	08	33	29	19	

L<sub>0</sub> : Sin lomillo

L1 : con lomillo

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos y factores en las parcelas por repetición

Tratamientos	Factores				Repetición		
	E	K	P	L	I	II	III
					Número de la parcela		
1	1	1	1	1	11	14	01
2	1	2	1	1	15	02	13
3	1	3	1	1	02	10	11
4	1	1	1	0	07	09	16
5	1	2	1	0	06	16	18
6	1	3	1	0	09	06	09
7	2	3	1	0	04	18	04
8	2	2	1	0	18	08	17
9	2	1	1	0	05	05	07
10	2	3	1	1	14	03	03
11	2	2	1	1	13	15	15
12	2	1	1	1	03	01	10
13	3	1	1	1	10	13	02
14	3	2	1	1	01	12	12
15	3	3	1	1	12	11	14
16	3	1	1	0	16	07	06
17	3	2	1	0	08	17	08
18	3	3	1	0	17	04	05
19	1	3	0	0	31	21	19
20	1	2	0	0	32	28	29
21	1	1	0	0	20	19	28
22	1	3	0	1	35	23	22
23	1	2	0	1	26	27	26
24	1	1	0	1	22	22	24
25	2	1	0	1	23	36	27
26	2	2	0	1	27	25	23
27	2	3	0	1	24	35	34
28	2	1	0	0	21	30	33
29	2	2	0	0	30	29	30
30	2	3	0	0	33	33	32
31	3	3	0	0	29	20	20
32	3	2	0	0	28	32	31
33	3	1	0	0	19	31	21
34	3	3	0	1	34	26	36
35	3	2	0	1	25	24	25
36	3	1	0	1	36	34	35

E : Epocas; 1 Siembra simultánea; 2 Siembra del canote con un mes de retraso; 3 Siembra del canote con dos meses de retraso.

K : Niveles, ver descripción de niveles 1, 2 y 3 de K<sub>2</sub>O en Cuadro 1.

P : Podas; 0 sin poda de canote; 1 con poda de canote.

L : Lomillo; 0 sin lomillo; 1 con lomillo.







Cuadro 8. Valores de pH a tres profundidades antes y después de la siembra del camote, según niveles de potasio y épocas de siembra del camote

pH en agua										
P Cm		K <sub>1</sub>			K <sub>2</sub>			K <sub>3</sub>		
		E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
0- 15	AC	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.3	5.4	5.3	5.4
	DC	5.4	5.4	5.4	5.5	5.4	5.4	5.3	5.4	5.3
15- 30	AC	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4
	DC	5.5	5.6	5.5	5.6	5.4	5.5	5.5	5.6	5.5
30- 45	AC	5.4	5.3	5.3	5.3	5.4	5.3	5.3	5.3	5.4
	DC	5.5	5.7	5.4	5.5	5.4	5.5	5.5	5.7	5.5
pH en KCl 1N										
0- 15	AC	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
	DC	4.5	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.4	4.3	4.3
15- 30	AC	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.7	4.7	4.7
	DC	4.4	4.5	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3	4.4
30- 45	AC	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
	DC	4.5	4.4	4.4	4.5	4.3	4.4	4.4	4.4	4.3

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>: Niveles de fertilización

E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>: Épocas de cosecha del camote

AC: Antes de cosecha del camote

DC: Después de cosecha del camote

P: Profundidad de muestreo

Cuadro 9. Valores de materia orgánica (%) a tres profundidades antes y después de la cosecha del camote, según niveles de potasio y épocas de cosecha del camote

P cm	K <sub>1</sub>			K <sub>2</sub>			K <sub>3</sub>			
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	
0- 15	AC	4.67	5.49	5.39	4.71	5.10	4.32	5.77	5.46	4.63
	DC	5.87	6.44	5.51	5.40	5.40	5.90	6.01	5.93	5.64
15- 30	AC	3.99	4.85	4.99	3.92	4.17	3.64	5.42	5.14	4.80
	DC	4.65	4.90	4.37	4.88	3.81	5.21	5.12	5.69	4.99
30- 45	AC	4.73	4.70	4.68	4.74	4.73	4.65	4.67	4.69	4.66
	DC	3.76	3.71	3.39	3.07	2.83	3.54	3.80	4.04	4.71

E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> : épocas de cosecha del camote

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> : niveles de fertilización

AC : antes de cosecha del camote

DC : después de cosecha del camote

P : profundidad de muestreo

Cuadro 10. Significancia para el contenido de elementos en el suelo antes y después de la cosecha del camote.

Antes de la cosecha del camote	N	P	S	C.I.C.	Ca	Mg	K	Na	S.B	Ca/Mg	Mg/K	$\frac{Ca+Mg}{K}$	Fe	Cu	Zn	Mn	Al
Prof. 0-15cm	n.s	n.s	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Prof. 15-30 cm	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Prof. 30-45 cm	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Después de la cosecha del camote																	
Prof. 0-15 cm	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Prof. 15-30 cm	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Prof. 30-45 cm	n.s	n.s	ns.	n.s	ns.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

\* : Valores significativos al 5%

n.s: No significativo



Cuadro 12. Efectos principales e interacciones simples significativos al 5% en los elementos indicados (tomado del análisis de variancia).

Muestreo de suelos AC*		Muestreo de suelos DC*		Fuente de variación		Fuente de variación		Fuente de variación		Fuente de variación	
Elemento	Fuente de variación	Elemento	Fuente de variación	Elemento	Fuente de variación	Elemento	Fuente de variación	Elemento	Fuente de variación	Elemento	Fuente de variación
Profundidad 0-15 cm											
Parte aérea del cañote											
Nitrógeno total	Lomillo (L)	Nitrógeno	Poda (P)	Nitrógeno	Lomillo (L)	Nitrógeno	Lomillo (L)	Nitrógeno	Lomillo (L)	Nitrógeno	Epoca (E)
C.I.C.	Lomillo (L)		Nivel (N)		Epoca (E)		Poda (P)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(NE)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LE)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LE)		Lomillo x Epoca (LN)
S.B.	Lomillo (L)	Fósforo	Epoca (E)	Potasio	Poda (P)	Potasio	Epoca (E)	Calcio	Epoca (E)	Calcio	Epoca (E)
Azufre extraíble	Nivel x Epoca (NE)	Potasio	Poda (P)	Magnesio	Epoca (E)	Potasio	Poda x Epoca (PE)	Calcio	Lomillo x Epoca (LE)	Potasio	Lomillo x Epoca (LN)
	(NE)	Magnesio	Epoca (E)		Lomillo (L)		Lomillo x Epoca (LE)		Epoca (E)		Epoca (E)
Ca/Mg	Nivel x Epoca (NE)	Azufre	Poda (P)	Azufre	Poda (P)	Azufre	Epoca (E)	Magnesio	Epoca (E)	Azufre	Epoca (E)
	(NE)		Nivel x Epoca (NE)		Nivel x Epoca (NE)		Poda x Epoca (PE)		Poda x Epoca (PE)		Epoca (E)
Zn	Lomillo (L)	Magnesio	Poda (P)	Zinc	Poda (P)	Zinc	Epoca (E)	Sodio	Epoca (E)	Sodio	Epoca (E)
	(L)		Nivel x Epoca (NE)	Aluminio	Poda x Epoca (PE)	Aluminio	Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
Profundidad 15-30 cm											
Manganeso											
Nitrógeno total	Nivel (N)		Poda (P)		Poda x Epoca (PE)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(N)		Nivel x Epoca (NE)		Nivel x Epoca (NE)		Lomillo (L)		Lomillo (L)		Lomillo (L)
	(NE)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
Potasio	Lomillo (L)		Epoca (E)		Epoca (E)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)
C.I.C.	Lomillo (L)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
S.B.	Lomillo (L)		Epoca (E)		Epoca (E)		Lomillo (L)		Lomillo (L)		Lomillo (L)
Azufre extraíble	Lomillo x epoca (LE)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(LE)		Epoca (E)		Epoca (E)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)
Ca Mg/K	Lomillo (L)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(L)		Epoca (E)		Epoca (E)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)
Profundidad 30-45 cm											
Manganeso											
S.B.	Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
Ca/Mg	Epoca (E)		Lomillo (L)		Lomillo (L)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(E)		(L)		(L)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
Hierro	(Nivel (N)		(Nivel (N)		(Nivel (N)		Epoca (E)		Epoca (E)		Epoca (E)
	(N)		(N)		(N)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)		Lomillo x Epoca (LN)

AC: Antos cosecha del cañote  
DC: Campesin cosecha del cañote

Cuadro 13. Promedio de algunos elementos y relaciones significativas en el suelo antes de la siembra y en los cultivos indicados sin ( $L_0$ ) y con lomillo ( $L_1$ )

Profundidad (cm)	Elemento o relación	$L_0$	$L_1$
<u>Suelos</u>			
0- 15	Nitrógeno (%)	0.21	0.19
	C.I.C (m. eq/100)	20.16	18.92
	Zinc (ppm)	15.30	13.51
	S.B. (m. eq/100 g)	42.97	45.96
15- 30	C.I.C (m. eq/100 g)	19.91	18.81
	Potasio (m. eq/100 g)	0.96	1.06
	S.B. (m. eq/100 g)	41.68	45.40
	Ca + Mg/K	7.24	6.54
30- 45	Ca/ Mg	2.28	2.17
<u>Cultivos</u>			
Maiz	Azufre (%)	0.03	0.02
Parte aérea del camote	Potasio (%)	2.23	2.49
	Nitrógeno (%)	1.57	1.74

Cuadro 14. Variación en las relaciones de bases cambiables en el suelo con respecto al rendimiento de maíz y camote

Cultivo	Rend. *	Prof. CM	Ca/Mg	Mg/K	$\frac{Ca+Mg}{K}$	Cultivo	Rend. *	Prof. CM	Ca/Mg	Mg/K	$\frac{Ca+Mg}{K}$
Maíz	4000	0-15	2.20	2.51	7.94	Maíz	2250	0-15	2.27	2.33	7.31
		15-30	2.22	2.63	9.09			15-30	2.19	2.29	7.91
		30-45	2.12	3.36	9.85			30-45	2.26	2.52	8.05
	Prom.		2.18	2.83	8.96		Prom.	2.24	2.38	7.76	
Camote	7900	0-15	2.27	2.33	7.31	Camote	1250	0-15	2.22	2.18	7.07
		15-30	2.19	2.29	7.91			15-30	2.22	2.33	7.81
		30-45	2.26	2.52	8.05			30-45	2.11	2.57	8.04
	Prom.		2.24	2.38	7.76		Prom.	2.18	2.36	7.64	

\* Los rendimientos anotados son el mayor y el menor de cada uno de los cultivos

Cuadro 15. Contenido promedio de elementos a la madurez fisiológica de los cultivos según niveles de fertilización (K) y épocas de cosecha del camote (E)

Maíz	K <sub>1</sub>			K <sub>2</sub>			K <sub>3</sub>		
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
Nitrógeno (%)	0.82	0.93	0.83	0.78	0.87	0.87	0.88	0.93	0.97
Fósforo (%)	0.15	0.13	0.13	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14
Calcio (%)	0.19	0.19	0.18	0.16	0.20	0.18	0.17	0.19	0.20
Magnesio (%)	0.17	0.19	0.20	0.17	0.19	0.18	0.16	0.18	0.19
Azufre (%)	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Sodio (%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Manganeso (ppm)	44.17	46.25	43.33	52.08	45.52	45.00	42.08	49.16	44.16
Cobre (ppm)	30.83	28.33	30.83	29.58	30.42	33.75	27.92	33.33	32.50
Zinc (ppm)	77.50	75.41	69.16	73.33	80.00	82.50	69.58	74.58	68.33
Hierro (ppm)	357.00	399.00	500.00	444.00	567.00	343.00	609.00	655.00	394.00
Aluminio (ppm)	1.665	750.00	933.00	1.053	1.025	1.600	1.208	1.250	708.00

Camote parte aérea									
Nitrógeno (%)	1.47	1.60	1.84	1.50	1.52	1.94	1.52	1.61	1.93
Fósforo (%)	0.12	0.17	0.23	0.12	0.17	0.22	0.12	0.18	0.24
Calcio (%)	0.71	0.71	0.48	0.73	0.72	0.45	0.74	0.74	0.49
Magnesio (%)	0.35	0.41	0.32	0.33	0.43	0.32	0.36	0.44	0.33
Azufre (%)	0.10	0.08	0.91	0.11	0.08	0.80	0.10	0.09	0.70
Sodio (%)	0.16	0.11	0.17	0.16	0.12	0.15	0.16	0.12	0.13
Manganeso (ppm)	75.83	88.75	103.75	80.83	88.75	107.50	85.00	84.58	125.83
Cobre (ppm)	44.16	57.50	35.83	43.33	53.33	37.91	44.17	46.67	42.02
Zinc (ppm)	63.33	100.83	121.25	65.00	77.08	123.75	68.75	76.67	123.33
Hierro (ppm)	18.68	18.58	55.50	18.39	14.73	47.50	18.25	14.39	55.41
Aluminio (ppm)	38.98	37.21	8.52	3.225	3.850	8.06	3.700	3.550	8.11

Camote parte raíz									
Nitrógeno (%)	0.69	0.76	0.82	0.59	0.76	0.76	0.64	0.76	0.79
Fósforo (%)	0.10	0.13	0.16	0.08	0.14	0.14	0.08	0.14	0.14
Calcio (%)	0.12	0.52	0.42	0.12	0.24	0.41	0.12	0.41	0.45
Magnesio (%)	0.10	0.85	0.16	0.09	0.09	0.14	0.10	0.10	0.16
Azufre (%)	0.15	0.23	0.50	0.16	0.21	0.51	0.11	0.21	0.48
Sodio (%)	0.15	0.11	0.22	0.17	0.10	0.26	0.14	0.12	0.24
Manganeso (ppm)	24.16	52.91	145.00	17.91	53.33	175.83	16.66	57.08	219.58
Cobre (ppm)	25.83	57.08	62.08	17.08	56.66	63.75	15.83	46.67	75.41
Zinc (ppm)	45.83	75.83	129.16	34.58	75.41	135.00	35.00	74.58	157.08
Hierro (ppm)	1.180	1.812	1.188	700	2.158	13.016	745	2.782	15.783
Aluminio (ppm)	2.667	4.925	2.2016	1.717	4.758	25.866	1.883	6.283	27.841



Cuadro 16. Significancia para el contenido de elementos de maíz y camote  
(tomado del análisis de varianza)

F.V	G.L	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Mn	Cu	Zn	Fe	Al
Maíz	35	*	n.s	n.s	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
Camote par- te aérea	35	n.s	*	*	*	n.s	*	n.s	*	n.s	*	*	*
Camote par- te raíz	35	n.s	*	*	n.s	n.s	*	*	*	*	*	*	*

F.V. : Fuente de variación

G.L. : Grados de libertad

\* : Significativos al 5%

n.s : No significativo

F	H	P	X	Ca	Hg	S	Nu	Hu	Cu	Zn	Fe	Al
1	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
2	f-a	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
3	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
4	c-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
5	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
6	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
7	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
8	a-k	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
9	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
10	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
11	a-j	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
12	a-f	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
13	a-o	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
14	a-r	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
15	a-r	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
16	a-d	b	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
17	a-h	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
18	ab	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
19	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
20	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
21	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
22	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
23	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
24	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
25	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
26	a-l	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
27	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
28	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
29	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
30	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
31	a-c	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
32	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
33	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
34	a-c	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
35	a-n	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b
36	a-l	ab	a-c	a	a-f	a-d	a-c	a-c	a-n	b	b	b

Parte atrás del camote

1	cd	y	y-n	a-k	b	k	ab	g	a-g	d	l	l
2	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
3	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
4	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
5	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
6	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
7	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
8	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
9	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
10	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
11	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
12	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
13	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
14	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
15	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
16	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
17	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
18	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
19	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
20	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
21	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
22	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
23	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
24	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
25	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
26	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
27	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
28	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
29	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
30	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
31	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
32	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
33	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
34	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
35	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l
36	cd	y	y-n	a-f	ab	k	ab	af	a-g	d	l	l

Parte raíz del camote

1	a	a-l	ab	b	b	l	b-o	l	c-l	l	k	l
2	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
3	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
4	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
5	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
6	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
7	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
8	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
9	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
10	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
11	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
12	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
13	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
14	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
15	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
16	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
17	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
18	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
19	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
20	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
21	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
22	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
23	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
24	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
25	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
26	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
27	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
28	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
29	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
30	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
31	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
32	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
33	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
34	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
35	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l
36	b	hi	a-l	b	b	l	a-n	l	hi-l	l	k	l

- : Continuidad del alfabeto  
 - : Tratamiento

Cuadro 18. Prueba Duncan en las interacciones indicadas. Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

Elemento

Maíz

	$E_1L_0$	$E_1L_1$	$E_2L_0$	$E_2L_1$	$E_3L_0$	$E_3L_1$
Nitrógeno	d	bc	bc	b	a	bc
	$E_1P_0$	$E_1P_1$	$E_2P_0$	$E_2P_1$	$E_3P_0$	$E_3P_1$
Magnesio	e	cd	ab	bc	a	bcd
Aluminio	a	a	a	a	a	b
	$N_1E_1$	$N_1E_2$	$N_1E_3$	$N_2E_1$	$N_2E_2$	$N_2E_3$
Azufre	bc	abc	abc	abc	abc	ab

Camote parte aérea

	$E_1P_0$	$E_1P_1$	$E_2P_0$	$E_2P_1$	$E_3P_0$	$E_3P_1$
Azufre	c	c	c	c	a	b
	$E_1L_0$	$E_1L_1$	$E_2L_0$	$E_2L_1$	$E_3L_0$	$E_3L_1$
Aluminio	ab	bc	c	a	d	d
Calcio	bcd	a	ab	bc	e	e
	$N_1P_0$	$N_1P_1$	$N_2P_0$	$N_2P_1$	$N_3P_0$	$N_3P_1$
Aluminio	b	a	a	b	b	a
Sodio	b	a	a	a	a	b

Camote parte raíz

	$E_1L_0$	$E_1L_1$	$E_2L_0$	$E_2L_1$	$E_3L_0$	$E_3L_1$
Potasio	abc	ab	d	abc	a	c
Hierro	c	c	c	c	b	a
Manganeso	d	d	c	c	b	a

$E_1, E_2, E_3$ : Epocas de cosecha del camote

$L_0$ : Sin lomillo,  $P_0$ : Sin poda

$L_1$ : Con lomillo,  $P_1$ : Con poda

Cuadro 19. Contenido y relación de algunos elementos por niveles de fertilización (K) cuyas diferencias fueron significativas

	Elemento o relación	Profundidad (cm)	K		
			K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
Suelo	Mg/K	0-15	7.08	6.71	7.61
Maíz	N (%)		0.93	0.88	0.93

Cuadro 20. Efecto de época de cosecha del camote en el contenido de algunos elementos en los cultivos cuyas diferencias fueron significativas, y prueba 'T' de parte aérea Vs. parte raíz del camote

Elementos	Unidades	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
<u>Maíz</u>				
Nitrógeno	%	0.85	0.91	0.97
Fósforo	%	0.15	0.14	0.14
Magnesio	%	0.17	0.18	0.19
<u>Parte aérea del camote</u>				
Nitrógeno	%	1.50	1.58	1.90
Fósforo	%	0.12	0.17	0.23
Calcio	%	0.73	0.72	0.47
Magnesio	%	0.34	0.43	0.32
Azufre	%	0.10	0.09	0.80
Sodio	%	0.16	0.12	0.15
Manganeso	ppm	80.58	87.36	112.08
Cobre	ppm	43.89	52.50	35.97
Zinc	ppm	65.69	84.86	122.08
Hierro	ppm	1844.00	1590.33	5280.41
Aluminio	ppm	3607.66	3706.91	816.60
<u>Parte raíz del camote</u>				
Nitrógeno	%	0.64	0.76	0.79
Fósforo	%	0.09	0.14	0.15
Calcio	%	0.12	0.39	0.42
Azufre	%	0.10	0.20	0.49
Sodio	%	0.15	0.11	0.24
Manganeso	ppm	20.00	49.44	173.94
Cobre	ppm	19.58	53.47	67.13
Zinc	ppm	38.47	75.27	143.75
Hierro	ppm	875.00	2250.00	13560.00
Aluminio	ppm	2088.00	5321.00	23358.00

Resultado de la Prueba T para diferencias en el camote parte aérea vs. raíces

Nitrógeno	*	*	*
Fósforo	*	n.s	*
Potasio	*	*	*
Calcio	*	*	n.s
Magnesio	*	n.s	*
Azufre	*	*	*

E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> : Epocas de cosecha del camote

n.s : no significativo

\* : significativo al 5%

Cuadro 21. Resultados del efecto de la poda en el contenido (%) de algunos elementos en la parte aérea del camote cuyas diferencias fueron significativas

Elemento	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>
Fósforo	0.19	0.16
Azufre	0.37	0.29
Cobre (p.p.m.)	42.13	47.86

P<sub>0</sub>: Sin poda

P<sub>1</sub>: con poda

Cuadro 22. Contenido de fósforo en el suelo antes y después de la cosecha del camote

Profundidad cm	Fósforo p.p.m.		Diferencia	
	antes	después	p.p.m.	Kg/ha aprox.
0-15	86.25	16.81	69.44	139
15-30	83.29	13.16	70.13	140
30-45	88.00	12.25	75.75	150

10 APENDICE DE FIGURAS

$L_0: Y = 12.128946260x^{15.18} - 22.27$   
 $R^2 = 99.31\%$

$L_1: Y = 4239293055x^{1392} - 19.56$   
 $R^2 = 98.67\%$

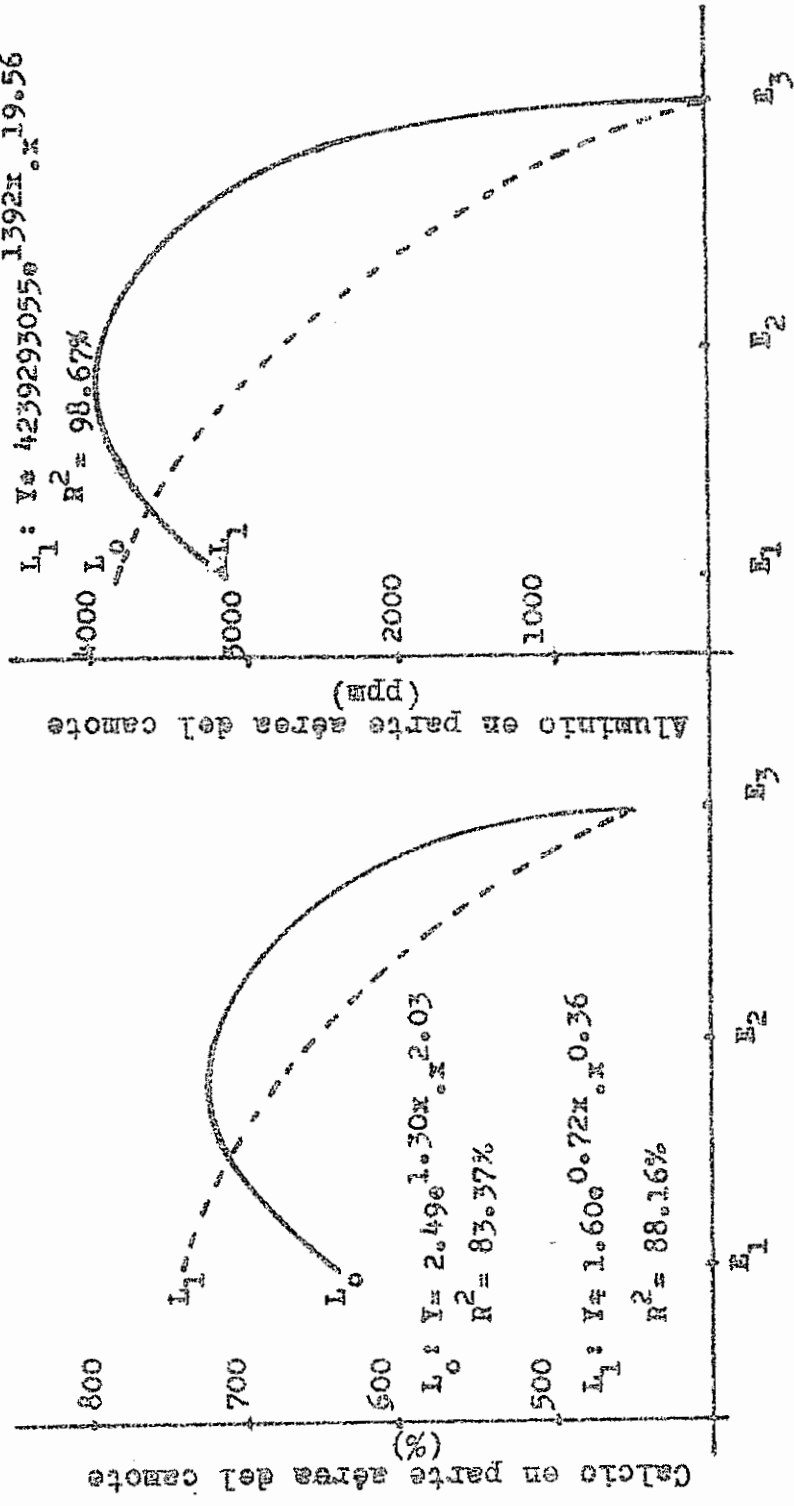


Fig. 1. Interacción épocas x lomillo en el contenido de calcio y aluminio en parte aérea del camote

L<sub>0</sub>: sin lomillo      L<sub>1</sub>: con lomillo      E: Épocas de cosecha del camote



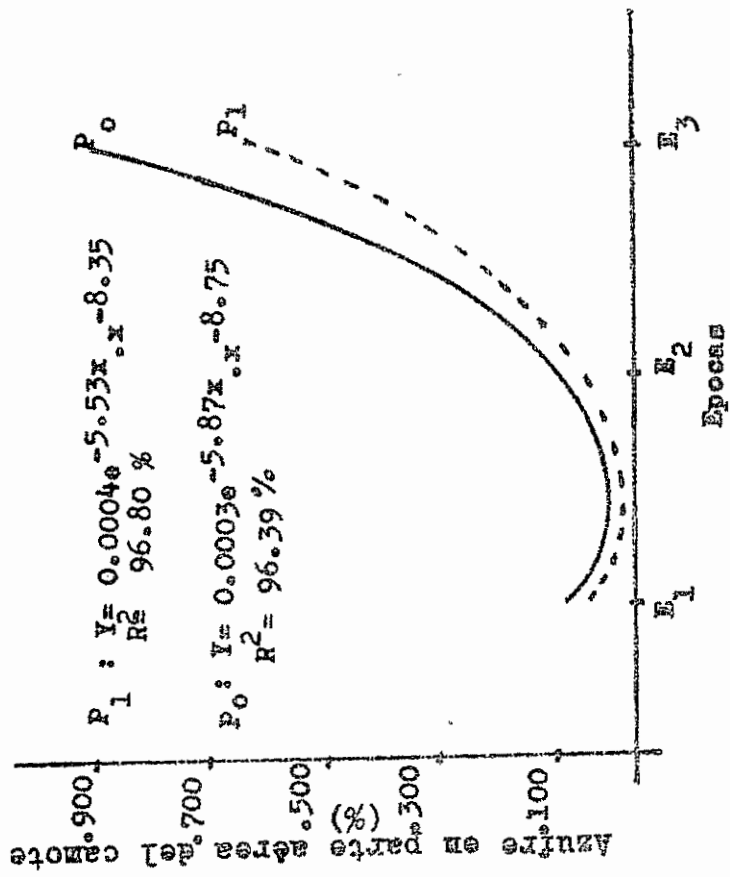
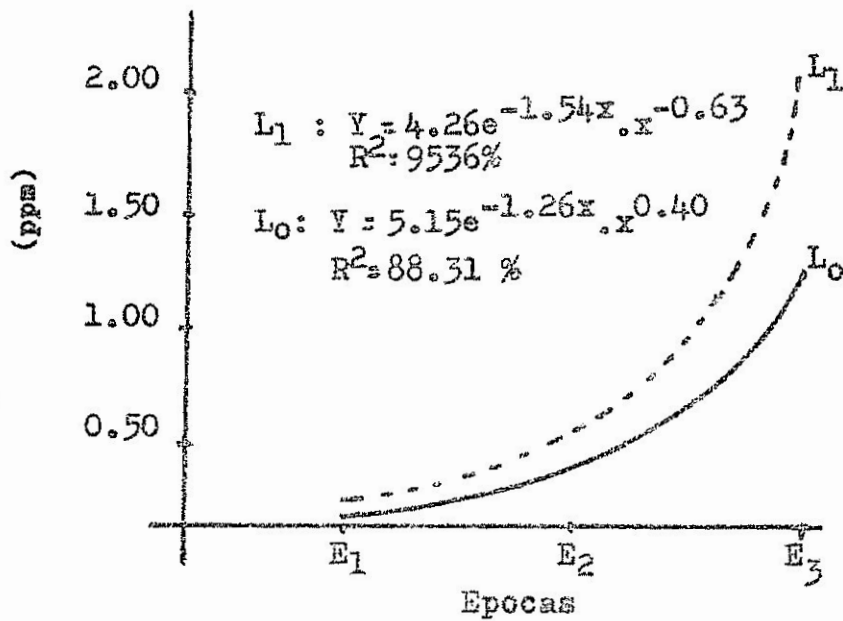


Fig. 2. Interacción época y poda en el contenido de azufre en parte aérea del camote.

P<sub>0</sub> : sin poda      P<sub>1</sub> : con poda

E : Epocas de cosecha del camote

Manganeso en la raíz del camote



Hierro en la raíz del camote

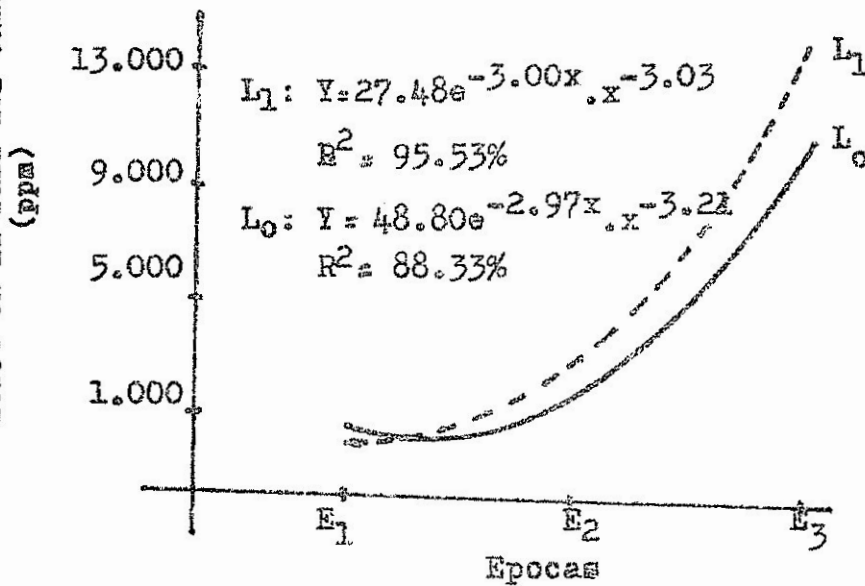


Fig. 3. Interacción época x lomillo en el contenido de manganeso y hierro en la raíz del camote.

$L_0$ : sin lomillo     $L_1$ : con lomillo    E: épocas de siembra del camote.