

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FERTILIZACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE
CULTIVOS CON GRANOS Y RAICES EN UNA DISTRIBUCION
DE PRECIPITACION CON UN PERIODO SECO CORTO

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos
Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiarum

INES AMELIA BRIOSO DE LEON

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

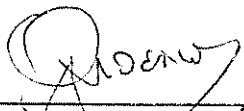
Turrialba, Costa Rica

1979

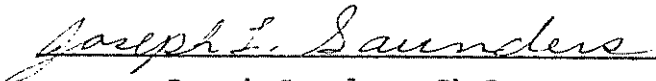
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE,
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

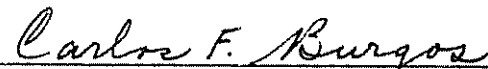
JURADO:



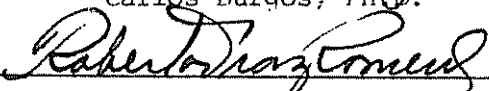
Raúl Moreno, Ph.D. Profesor Consejero




Joseph Saunders, Ph.D. Miembro del Comité



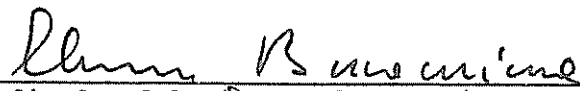
Carlos Burgos, Ph.D. Miembro del Comité




Roberto Díaz-Romeu, Mag. Agr. Miembro del Comité



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



Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica



Inés Amélia Prioso de León
Candidato

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre.

A mi madre, por su abnegación y humildad.

A mis hermanos y sobrinos.

A mis amigos.

A mis compañeros.

Al Dr. Raúl Moreno, por su gran contribución a mi crecimiento humano y profesional.

Al campesino Dominicano con quien comparto la inquietud, de que la tierra debe ser para quien la trabaje.

AGRADECIMIENTO

La autora desea expresar su agradecimiento al Dr. Raúl Moreno, Profesor Consejero, por su solidaridad, amistad e inestimable colaboración en la elaboración de este trabajo.

A los miembros del Comité Consejero, Drs. Joseph Saunders y Carlos Burgos, al Ing. Roberto Díaz Romeu por su espontaneidad ante cualquier consulta y acertadas sugerencias. Por su aporte en la revisión del original, por su amistad.

A todo el personal docente de la Escuela de Posgrado.

A las familias: Burity Pessoa, Martínez Rojas, Meneses Rojas y González Peña, por su comprensión.

A Margarita Messeguer, Amelia Aragón, Adela Quesada, Gloria Salamanca, Lorena de Murillo, Patricia Hernández, Maritza Delgado, Flor María Bastos, por su solidaridad y amistad.

A los empleados del campo experimental "La Montaña", especialmente a José Mata. Al personal del Programa de Cultivos Anuales, principalmente a Luis Torres, Arnoldo Barrantes, Arturo Coto, Joaquín Salazar, Sergio Tencio, Eduardo Tencio, Rafael Salas y Gerardo Cedeño.

A los señores Gustavo López y Jaime French por su valiosa ayuda en el procesamiento de los datos y a Leda Avila por su eficiencia en el trabajo de mecanografía.

Al personal de la Biblioteca del CIDIA por su preocupación y ayuda.

Al Proyecto Integrado de Desarrollo Agropecuario a través de la Secretaría de Agricultura, por permitir mi superación profesional.

A la Universidad de Costa Rica y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron que mi estadía en el Centro tuviera momentos agradables.

BIOGRAFIA

La autora nació en la ciudad de San Cristóbal, República Dominicana, el 20 de mayo.

Cursó estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, donde obtuvo el título de Ing. Agrónomo, en octubre de 1972.

Ha prestado sus servicios profesionales en las siguientes instituciones: Instituto de Desarrollo Cooperativo (IDECOOP); Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) y Secretaría de Estado de Agricultura (SEA).

En julio de 1977, ingresó al Programa de Graduados Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), de Turrialba, en el Programa de Cultivos Anuales, para realizar estudios de Posgrado.

En julio de 1979, cumplió con los requisitos para optar el grado de Magister Scientiae, con énfasis en sistemas de cultivos.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Sistema de producción de cultivos	3
El camote en sistemas de cultivos	9
Respuestas de diferentes sistemas de cultivo a la fertilización	11
Respuesta del camote a la fertilización	14
MATERIALES Y METODOS	20
Descripción general del área	20
Descripción del experimento	22
Descripción de los tratamientos	25
Recolección de información de campo	30
Recolección de información de laboratorio	31
Variables analizadas	32
Análisis estadístico	33
Análisis económico	33
RESULTADOS Y DISCUSION	39
Condiciones climáticas	39
Asociación de maíz y frijol	42
Rendimiento	42
Aspectos generales de los cultivos	45
Camote en sucesión	47
Rendimiento	47

	Página
Aspectos generales del cultivo	53
Análisis de biomasa de órganos y total	54
Concentración y absorción de nutrimentos	65
Producción de biomasa total, K absorbido total y porcentaje de K en tejidos a través del tiempo ...	69
Energía asimilable	72
Análisis económico	74
Características químicas del suelo del área experimental	82
CONCLUSIONES	89
BIBLIOGRAFIA	91
APENDICE	100

RESUMEN

FERTILIZACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE
CULTIVOS CON GRANOS Y RAICES EN UNA DISTRIBUCION
DE PRECIPITACION CON UN PERIODO SECO CORTO

El objetivo general de este trabajo fue evaluar el desempeño de un sistema de producción de cultivos constituido por una asociación de maíz y frijol seguida de camote en el mismo terreno, en un clima de distribución de precipitación con un período seco corto.

Los objetivos específicos fueron: a) Determinar las dosis de N, P_2O_5 y K_2O que producen la mejor respuesta biológica y económica en los cultivos maíz y frijol, b) Analizar la habilidad del camote en la utilización de las dosis empleadas y su valor económico, c) Determinar la respuesta del camote a diferentes niveles de K_2O y d) Estudiar desde el punto de vista económico, la siembra de camote sin fertilización posterior a una siembra de granos fertilizados, en climas donde la distribución de la precipitación presenta un período seco corto.

Las dosis de N fueron: 125, 156, 187 y 219 kg/ha, las de P_2O_5 : 90, 112, 135 y 157 kg/ha y de K_2O : 30, 37, 45 y 52 kg/ha. Los niveles de K_2O empleados en el camote fueron: 0, 168, 336 y 504 kg/ha.

La asociación de maíz y frijol no presentó diferencias estadísticas entre dosis en términos de rendimientos por hectárea, considerando los cultivos individuales o en conjunto. El mayor rendimiento en maíz (3,89 ton/ha) se obtuvo con la dosis de 219, 157 y 52 kg/ha de

N, P_2O_5 y K_2O , en frijol el mayor rendimiento (0,66 ton/ha) se presentó cuando se aplicaron 187, 135 y 45 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente. La fertilización que aportó mayor beneficio neto fue aquel tratamiento con menores cantidades de N, P_2O_5 y K_2O .

Los rendimientos de camote fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos, al nivel de 0,1%. De las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz con frijol, en aquella que recibió menores cantidades de N, P_2O_5 y K_2O , se presentó el mayor rendimiento de camote (19,30 ton/ha). A su vez, en los niveles de K_2O aplicados al camote sembrado después de la asociación de maíz y frijol, la cantidad de 168 kg/ha de K_2O resultó la mejor en término de rendimiento (18,49 ton/ha). En ambos casos se registraron también los mayores beneficios netos.

SUMMARY

FERTILIZATION OF A GRAINS AND ROOTS CROP
PRODUCTION SYSTEM WITH A RAINFALL DISTRIBUTION
INCLUDING A SHORT DRY PERIOD

A cropping system of maize and beans in association followed by sweet potatoes was evaluated in an area with a long period of rainfall and a short dry period.

Specific objectives were to: a) Determine the rates of N, P_2O_5 and K_2O that produce the best biological and economic response of maize and beans; b) Analyse the ability of sweet potatoe, planted subsequently, to utilize fertilizer residues; and c) Study the economic feasibility of planting sweet potatoe without fertilization, following a fertilized grain cropping system, under climatic conditions with one short dry period.

Fertilizer rates were: N - 125, 156, 187 and 219 kg/ha; P_2O_5 - 90, 112, 135 and 157 kg/ha; and K_2O - 30, 37, 45 and 52 kg/ha.

Maize and beans yields were not significantly different between treatments. The best maize yield (3.89 ton/ha) was obtained with 219, 157 and 52 kg/ha of N, P_2O_5 and K_2O respectively. The best bean yield (0,66 ton/ha) was obtained with 187, 135 and 45 kg/ha of N, P_2O_5 and K_2O respectively. The treatment with the least N, P_2O_5 and K_2O produced the highest net income.

Sweet potatoe yields were significantly different (0.1%) between treatments of previous maize and beans fertilization rates. The highest sweet potatoe yields (19.3 ton/ha) were obtained from the maize and been system with lowest fertilizer rates of N, P_2O_5 and K_2O .

The highest yield response (18,49 ton) for K_2O applied to sweet potatoe, subsequent to the maize and beans crop, was obtained with 168 kg/ha of K_2O .

i

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Especie, variedades, distancia de siembra, densidad de plantas, tamaño de parcela útil o cosechada y época de siembra y cosecha durante el cultivo de la asociación de maíz y frijol seguido de camote. Turrialba, Costa Rica	24
2	Fórmulas comerciales, nutrimentos y cantidades aplicadas (kg/ha) en un sistema de cultivos de maíz en asocio con frijol seguido de camote. Turrialba, Costa Rica, 1977-1978	26
3	Variación de precios (en colones) de camote de 1973 a 1977 (promedio por 40,6 kg)	34
4	Costos de insumo variable en diferentes tratamientos de fertilización aplicados a la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica, 1978	37
5	Costos de insumos fijos por hectárea para cada tratamiento en la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica, 1978	37
6	Costos de insumo variable en diferentes tratamientos de fertilización, aplicados al camote cultivado en sucesión después de la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica, 1978	38
7.	Costos de insumos fijos por hectárea para cada tratamiento en camote cultivado en sucesión después de la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica, 1978	38
8	Etapas en el crecimiento de maíz y frijol y cantidad de precipitación (mm) durante los cultivos asociados precediendo a camote. Turrialba, Costa Rica, 1978 .	40
9	Rendimientos promedio (ton/ha) de maíz y frijol sembrados en asociación, según cantidades de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O aplicados durante diciembre-abril. Turrialba, Costa Rica, 1978	44

Cuadro No.		Página
10	Cuadrados medios y significancia para rendimientos de frijol y maíz en kg/ha	41
11	Porcentaje de plantas de maíz atacadas por <i>Spodoptera frugiperda</i> ; diciembre 1977-abril 1978 ..	46
12	Porcentajes promedios de la severidad de <i>Isariopsis griseola</i> en frijol	48
13	Cuadrados medios y significancia de la severidad de <i>Isariopsis griseola</i> en frijol	48
14	Rendimiento promedio en ton/ha de raíces comerciales y prueba de Duncan para rendimiento según niveles de potasio y fertilización en la asociación de maíz y frijol que precedió al camote en el mismo terreno, Turrialba, Costa Rica, 1978	49
15	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios usados en el análisis de varianza para establecer las diferencias en rendimiento comercial y no comercial del camote sometido a diferentes tratamientos de fertilización, Turrialba, Costa Rica, 1978 ..	51
16	Porcentaje de raíces comerciales dañadas por <i>Typhorus nigritus</i> F.	55
17	Biomasa total en ton/ha, (biomasa aérea a los 90 días + biomasa subterránea a los 150 días)	63
18	Valores promedios de incrementos de biomasa total en los distintos niveles de potasio aplicados a camote y prueba de Duncan	63
19	Valores promedios de energía asimilable en Mcal/ha/ciclo contenida en la parte comestible de los cultivos maíz en asocio con frijol seguido de camote	73
20	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios usados en el análisis de varianza para establecer las diferencias en energía comestible producidas por maíz y frijol sembrado en sucesión, Turrialba, Costa Rica, 1978	75
21	Presupuesto parcial de datos promediados del rendimiento de maíz y frijol cultivados en asocio y sometidos a diferentes tratamientos de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978	76

Cuadro No.		Página
22	Beneficios netos mínimos por hectárea para cada tratamiento en la asociación de maíz y frijol cultivado con diferentes dosis de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O, Turrialba, Costa Rica, 1978	78
23	Presupuesto parcial de datos por hectárea promediados de tratamientos de fertilizantes aplicados al camote cultivado posterior a la asociación de maíz y frijol, Turrialba, Costa Rica, 1978	79
24	Resultados del análisis de sensibilidad asumiendo un precio mínimo de \$33.2/46,6 kg para el camote sembrado en sucesión después de la asociación maíz con frijol. Turrialba, Costa Rica, 1978	80
25	Ingreso neto de los tratamientos recomendados en el presupuesto parcial para el sistema maíz asociado con frijol y camote en sucesión. Turrialba, Costa Rica. 1978	81

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Condiciones climáticas promedio de varios años de la zona experimental; temperatura °C (1978-1977); precipitación mm (1944-1977); humedad relativa % (1957-1977); Turrialba, Costa Rica	21
2	Ordenamiento espacial y cronológico de los cultivos utilizados en el experimento, precipitación (mm) 1944-1977, Turrialba, Costa Rica	23
3	Disposición espacial de los cultivos en las dos épocas de siembra. Turrialba, CATIE, Costa Rica ...	26
4	Arreglo de tratamiento de la asociación maíz y frijol y del camote en rotación	27
5	Ordenamiento espacial y cronológico de cultivos utilizados en el experimento; condiciones climáticas que prevalecieron durante el período experimental (XII-1977-XI-1978), Turrialba, Costa Rica	41
6	Rendimiento de camote (ton/ha) fertilizado con cuatro niveles de K_2O después de diferentes dosis de fertilizantes (F_1 , F_2 , F_3 y F_4) aplicados a la asociación de maíz y frijol que le precedió en el terreno, Turrialba, Costa Rica. 1978	52
7	Producción a través del tiempo de biomasa foliar de camote cultivado en sucesión con diferentes aplicaciones de fertilizantes. a.- Niveles de K_2O aplicados al camote (—·—·—·—· K_0 ; K_1 ; ———— K_2 ; ———— K_3) después de diferentes fertilizaciones (F_1 ; F_2 ; F_3 ; F_4) aplicados a la asociación de maíz y frijol. b.- Promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote	56
8	Producción a través del tiempo de biomasa de tallos y pecíolos de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. a.- Niveles de K_2O aplicados al camote (—·—·—·—· K_0 ; K_1 ; ———— K_2 ; ———— K_3) después de diferentes fertilizaciones aplicadas a la asociación de maíz y frijol.	

Figúra No.		Página
	b.- Promedio de las rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote	58
9	Producción a través del tiempo de biomasa subterránea de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. F_1 ; F_2 ; F_3 y F_4 son las dosis de fertilizantes aplicadas al camote y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote sembrado en sucesión	59
10	Producción a través del tiempo de biomasa de hojas, tallos y pecíolos y raíces de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes	60
11	a.- Producción a través del tiempo de biomasa aérea (hojas, tallos y pecíolos) de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes b.- Producción a través del tiempo de biomasa total (hojas, tallos y pecíolos y raíces) de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. F_1 ; F_2 ; F_3 y F_4 son las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote	61
12	Producción de biomasa total (a los 150 días), según niveles de K_2O aplicados al camote, sembrado posterior a la asociación de maíz y frijol. F_1 ; F_2 ; F_3 y F_4 son las dosis aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote	64
13	Concentración de K en hojas, tallos y pecíolos y raíces a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. F_1 ; F_2 ; F_3 y F_4 son las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de la concentración obtenida en los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote	68

Figura No.		Página
14	Porcentaje de K en tejidos, biomasa total y absorción total de K, a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes a.- F_1 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0, K_1, K_2 y K_3 niveles de K_2O aplicados al camote. b.- F_2 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0, K_1, K_2 y K_3 niveles de K_2O aplicados al camote	70
15	Porcentaje de K en téjido, biomasa total y absorción total de K; a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. a.- F_3 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0, K_1, K_2 y K_3 niveles de K_2O aplicados al camote. b.- F_4 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0, K_1, K_2 y K_3 niveles de K_2O aplicados al camote	71

INTRODUCCION

El alto crecimiento demográfico, especialmente de América Latina, incrementa la demanda por alimentos básicos. Sin embargo, la producción y productividad de los actuales sistemas agropecuarios no satisfacen esa demanda.

El mejoramiento de estos sistemas, permitirá la optimización de los recursos biológicos y económicos necesarios para producir. Al respecto, las investigaciones comunes consideran cultivos individuales en cierta época del año agrícola y en una región determinada. Al contrario, otra perspectiva de la investigación agrícola es la de considerar varios cultivos durante el año como componentes de sistemas integrados y estudiar sus interacciones con el ambiente.

El estudio de sistema de cultivos acentúa la optimización en el uso de los recursos ambientales para producir con base en otros recursos con que cuenta el agricultor.

La distribución de las lluvias durante el año determina la cronología de los cultivos. En un clima de distribución de precipitación con un período seco, podría planificarse el cultivo de granos para el período más corto de lluvias y su cosecha en el período seco y posteriormente la producción de un cultivo como el camote, para el resto del año.

Cultivos de raíces, como el camote (*Ipomoea batatas* L. (Lam)), constituyen una fuente abundante de energía y presentan la característica de ser especies con alta capacidad de absorción de nutrimentos del suelo.

Considerando estos factores se diseñó este estudio que tiene como objetivo general estudiar el desempeño de la asociación de maíz y frijol seguido de camote en el mismo terreno, en un clima de distribución de precipitación con un período seco corto.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- a. Determinar las dosis de N, P_2O_5 y K_2O que producen la mayor respuesta biológica-económica en los cultivos maíz y frijol.
- b. Analizar la habilidad del camote en la utilización de la dosis empleada y su valor económico.
- c. Determinar la respuesta del camote a diferentes niveles de K_2O .
- d. Estudiar desde el punto de vista económico la siembra de camote sin fertilización posterior a una siembra de granos fertilizados, en climas donde la distribución de la precipitación presenta un período seco corto.

REVISION DE LITERATURA

Sistema de producción de cultivos

Se entiende por sistema de producción de cultivos el conjunto de acciones que se realizan, instrumentos y materiales que se emplean (manejo) con el propósito de que un cultivo o un conjunto de ellos (arreglo de los cultivos) transforme ciertos recursos, de un ambiente determinado, en productos para satisfacer una necesidad.

La investigación en sistemas de producción de cultivos es una actividad sistemática y organizada mediante la cual, a través de modificaciones en el manejo y/o el arreglo de los cultivos, se buscan combinaciones de ambos que puedan transformar en productos, en la forma más eficiente posible, los recursos de un ambiente dado ^{1/}.

La investigación en sistemas de producción de cultivos difiere de la investigación agronómica en que para ésta última el agente transformador de recursos en productos es una especie en particular. La diferencia entre estos dos tipos de investigación es de naturaleza jerárquica, pues los componentes individuales de un sistema de producción de cultivos (plantas) son el sujeto de la investigación agronómica, mientras que el arreglo de ellos en el tiempo y el espacio, más sus interacciones con el manejo en ambientes dados, constituye el tema central de la investigación en sistemas de producción de cultivos (52).

^{1/} Raúl Moreno. Comunicación personal. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Los sistemas de producción de cultivos que se practican a lo largo de una extensión geográfica son la resultante de la interacción del hombre con el ambiente ecológico y socio-económico. El ambiente ecológico determina numerosas alternativas, pero es el ambiente socio-económico el que determina las alternativas factibles (21).

La base productiva de un sistema de cultivo es el crecimiento de la planta, que está influenciado por el ambiente y el manejo. El rendimiento (\bar{R}) es entonces la resultante de la interacción entre el ambiente (\bar{A}) y el manejo (\bar{M}) y se puede representar esta relación como:

$$\bar{R} = f(\bar{A}, \bar{M})$$

En otras palabras, \bar{M} constituye una respuesta del hombre a su ambiente \bar{A} . Para cada ambiente ($A_1, A_2 \dots A_n$) existen valores correspondientes de M ($M_1, M_2 \dots M_n$). El establecimiento y cuantificación de la interacción $M \times A$, para diferentes lugares geográficos, es una de las principales funciones de la investigación en sistemas de producción de cultivos (92).

El manejo tiene una dimensión cronológica influenciada principalmente por el pasado, que se puede expresar en la selección de los cultivares base de los sistemas de producción y/o el arreglo entre ellos en el tiempo y el espacio. Una dimensión cronológica presente del manejo la constituye la selección de insumos, variedades, intensidad de deshierbas, fecha de cosecha, lugar de almacenamiento, etc. ^{1/}

Desde el punto de vista socio-económico, el agricultor pequeño que opera en el trópico se enfrenta a un ambiente desfavorable, debido

^{1/} Raúl Moreno. Comunicación Personal. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

principalmente a la carencia de infraestructura de mercadeo, tanto de insumos como de productos, que le permita operar dentro de márgenes capaces de soportar un cierto grado de predicción y consecuentemente planificación. También se enfrenta a falta de información técnica lo que es consecuencia, a su vez, de falta de investigación biológica básica y aplicada y deficiencias en el mecanismo de transferencia de la información (51).

Desde el punto de vista ecológico, el agricultora tropical se enfrenta a la principal característica del trópico que es la variabilidad; como una consecuencia de este alto grado de variabilidad; las generalizaciones son invariablemente sobresimplificaciones (33).

Frente a un ambiente de esta naturaleza, los agricultores han desarrollado diferentes sistemas de producción de cultivos que tienden en su mayoría a minimizar los riesgos característicos del área en que operan (57).

En América Central, desde el punto de vista agronómico, el policultivo es dominante en áreas de alta precipitación del trópico húmedo-bajo. Aquí se combinan especies de crecimiento perenne con especies de crecimiento anual. En áreas de menor precipitación predominan los intercultivos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), u otras raíces tropicales, con maíz (*Zea mays* L.) (50). En regiones del interior central de mesoamérica, con distribución bimodal de precipitación, la combinación de maíz con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es muy frecuente ya sea en asociación o secuencia. Solamente en El Salvador de 39,000 ha cultivadas con frijol, 15,000 ha están asociadas con maíz (7).

En regiones altamente influenciadas por los vientos alisios del Océano Pacífico se encuentran suelos de baja capacidad productiva y la combinación de maíz y sorgo (*Sorghum vulgare* L.) en asociación o secuencia es muy común. Cada uno de estos sistemas de producción de cultivos forma parte de una combinación de actividades productivas que se realizan dentro de la unidad de producción (finca) y que a su vez es característica del área geográfica donde está localizada (66).

Desde el punto de vista socio-económico, en América Central existe el sistema primitivo de corta de bosque y quema para después sembrar, aunque ya no quedan suficientes bosques para practicar este tipo de agricultura. La agricultura de subsistencia, según conceptos de Wharton (83) existe en un gran sector de agricultores y ellos son probablemente los que producen la mayor parte de los alimentos que se consumen en el área (75). Esta agricultura de subsistencia, o cercana a subsistencia, practica preferentemente al cultivo mixto y está reconocida como uno de los tipos de agricultura predominante en países tropicales subdesarrollados (88). Por otro lado, algunos agricultores venden gran parte de la producción pero en condiciones adversas su agricultura pasa a ser de subsistencia.

La tendencia hacia la simplificación de labores, la acumulación de capital y la proximidad a mercados, influye para que en estas circunstancias predominen sistemas de producción más especializados, representados por un sector de agricultores con ingreso más elevado que usan tecnología más avanzada y cuya base de recursos es más amplia (89).

Existen muchas alternativas para definir situaciones reales o formas de cultivar la tierra. Según el Comité Técnico Consejero (TAC) del Grupo Consultor en Investigación Agrícola Internacional (GGIAR) (84) se podrían usar los siguientes entre las situaciones más comunes:

1. Sistema de cultivo o sistema de producción de un cultivo: Incluye todos los componentes para la producción de un cultivo en particular y sus interrelaciones con el ambiente. Estos componentes incluyen a todos los factores físicos y biológicos necesarios, al igual que la tecnología, el trabajo y el manejo.

2. Monocultivo: Es un sistema de producción en el cual se produce un cultivo sólo una vez en el mismo pedazo de terreno en el año.

3. Cultivo múltiple o multicultivo: Es un sistema de producción en el cual se cultiva más de un cultivo en el mismo pedazo de tierra en un año. Algunas de las variaciones de multicultivo se citan:

a) Cultivo doble o cultivos en secuencia: Es un sistema en el cual la siembra o el transplante de un cultivo se hace inmediatamente después de la cosecha del anterior.

b) Intercultivo o cultivos asociados: Es un sistema en el cual crecen dos o más cultivos simultáneamente, en el mismo pedazo de terreno en lugares diferentes pero próximos. En este caso, un cultivo es parte del ambiente del otro (o de los otros).

c) Intercultivo en líneas: Es el cultivo de dos o más especies creciendo simultáneamente en el mismo lote, pero en hileras diferentes.

d) Intercultivo mixto: Es el cultivo de dos o más especies simultáneamente, pero mezclados en el mismo pedazo de terreno y sin orden diferenciable.

e) Intercultivo en relevo: En este sistema, la siembra o el trasplante del segundo o tercer cultivo en la secuencia, se realiza antes de la cosecha del anterior.

f) Cultivo en estratos: Es un sistema de intercultivo en el cual los componentes tienen alturas diferentes.

g) Cultivo en franjas: Es el sistema en el cual dos o más especies se cultivan en franjas adyacentes. Cada franja está compuesta por varias hileras y en cada hilera pueden realizarse operaciones diferentes.

4. Cultivo puro: Es el cultivo de una especie en un pedazo de terreno.

5. Cultivo de rebrote: Es el desarrollo de un nuevo cultivo, sin volver a sembrar, a partir de partes vegetativas de la cosecha anterior. Algunos de estos cultivos de rebrote se pueden clasificar como multicultivos.

Principalmente como una forma de disminuir riesgos y aprovechar mejor la humedad y terreno, el agricultor de recursos escasos tiende a cultivar sistemas de producción que comprenden varios componentes. El crecimiento de varios cultivos en un año tiende, además, a reducir el número de días que la tierra permanece desocupada (10, 80), permite regular el tiempo de permanencia del sistema en el campo, contribuye a minimizar los riesgos involucrados en la producción,

proporciona regularidad en el uso de mano de obra y distribución constante de ingresos durante el año (76). Se asegura frecuentemente que las mezclas de cultivos usadas por el pequeño agricultor son más productivas (69) y más dinámicas biológicamente que un cultivo solo y son menos susceptibles a las adversidades de la naturaleza (5).

Aiyer (3) sugiere que el policultivo podría reducir la incidencia de enfermedades y plagas, debido a una mayor separación entre plantas susceptibles. Sin embargo, el mismo autor cita tres formas en que el policultivo puede incrementar la incidencia de enfermedades y/o plagas: a) habrá mayor sombreado, probablemente mayor humedad relativa, debido a la especie dominante; b) los residuos de cultivo de la especie que se cosecha primero permanecen en el campo y pueden servir como fuente de inóculo; c) la especie asociada puede ser un hospedante alternativo de determinado patógeno.

La dificultad para mecanizar es la principal desventaja que se menciona al analizar el potencial de los policultivos (69, 90).

El camote en sistemas de cultivo

En Turrialba, Costa Rica, se estudiaron 24 sistemas de cultivos; varios de ellos incluían el camote en monocultivo o en asociación. Los resultados indican que los rendimientos del camote fueron afectados principalmente por la época de siembra (14). También en Turrialba, Escobar (23) analizó el crecimiento y rendimiento del camote en monocultivo y en asociación con frijol, maíz y yuca. Este autor concluye que la asociación del camote con otras especies produce

principalmente un retraso en su crecimiento y consecuentemente en su tuberización. La competencia con maíz afecta mucho más el crecimiento del camote que la competencia con el frijol y con la yuca.

García (26) continuó esta investigación estudiando la producción de camote, maíz y soya (*Glycine soja*) a diferentes combinaciones y presiones de cultivo. Determinó que los mejores valores del índice de uso equivalente de la tierra (UET) para producción de alimento humano y componentes nutricionales (proteínas, grasas y carbohidratos) se obtuvieron en la combinación de maíz con soya, antes que con el camote.

Debido al sombreamiento que produce el maíz, se ha investigado en Turrialba, la influencia de la radiación solar sobre la producción de camote asociado con maíz y con otras especies. Lizarraga (43) evaluó el crecimiento del camote y su relación con la radiación solar en monocultivo y en asociaciones con yuca y con maíz. El mayor crecimiento y rendimiento se obtuvo con el camote en monocultivo, sin embargo, el camote también puede cultivarse con éxito en asociación con otros cultivos, tales como yuca. En esta asociación, el camote mostró mucha tolerancia a la competencia por radiación solar, nutrientes del suelo y agua, especialmente cuando se intercala el camote entre la yuca cuatro meses antes de la cosecha de yuca.

Mateo (46) comparó el efecto de épocas de siembra relativa entre camote y maíz y el efecto de preparación del suelo en el rendimiento de camote. La siembra simultánea de estos cultivos y en terreno sin surcos demostró tener mayores ventajas relativas.

La introducción del camote en sistemas de cultivo, además de aumentar la cantidad de energía, producida por día (10) tiene la ventaja, debido a su hábito de crecimiento, de ofrecer un mejor control de malas hierbas y reducir en algo los gastos de mano de obra (17).

En Taiwan, se practican sistemas con combinaciones desde 3 a 5 cultivos y uno de los cultivos componentes de dichos sistemas es el camote (40).

Respuestas de diferentes sistemas de cultivo a la fertilización

La información disponible acerca de la respuesta de determinados sistemas de producción de cultivos a la fertilización es escasa, debido principalmente, a que la investigación en fertilización ha sido, por lo general, programada y ajustada en base a cultivos individuales.

En la India, Nair et al (56) estudiaron en cultivos múltiples intensivos, el efecto de éstos sobre la fertilidad del suelo y concluyeron que, a pesar de las altas cantidades de nutrimentos extraídos, no hubo cambios apreciables en el C orgánico, N total, P y K disponibles en el suelo.

Los sistemas que incluyen leguminosas pueden presentar ciertas ventajas, si se toma en cuenta su capacidad de fijar N. Subba (82) señala que las leguminosas fijan alrededor de 14 millones de toneladas de N en el mundo por año, este valor constituye la mitad de la cantidad total producida industrialmente. En México se estudió la respuesta de la asociación de maíz y frijol de enredadera a diferentes niveles de

N y P, los investigadores concluyeron que las aplicaciones de N fueron las que afectaron en mayor grado el rendimiento de ambos cultivos. Además el N incrementó el contenido proteico de los tejidos tanto del maíz como del frijol (60).

En una asociación, los componentes o cultivos pueden responder en forma diferente a la cantidad de fertilización y época de aplicación. Olteanu (58) estudió el efecto de la fertilización con N y P_2O_5 y épocas de su aplicación a la asociación de maíz con frijol común. Los niveles de N aplicado fueron 64, 128 y 192 kg/ha y de P_2O_5 32, 64 y 96 kg/ha. Las aplicaciones se realizaron en dos formas: todo a la siembra y la otra en dos aplicaciones que fueron a la siembra y en la etapa de llenado de las vainas de frijol. El rendimiento más alto para el caso del maíz (6.68 Ton/ha) se consiguió con el tratamiento igual a 128 kg/ha de N y 64 kg/ha de P_2O_5 aplicados al momento de la siembra y en el frijol el rendimiento más alto (1.19 ton de semilla/ha) se obtuvo cuando se aplicaron 192 kg/ha de N y 96 kg/ha de P_2O_5 en forma fraccionada.

Moreno et al (53) probaron diferentes niveles de N y P_2O_5 y su interacción con densidades de siembra en la asociación de maíz con frijol. Los resultados mostraron que el tratamiento con 140, 100, 0 (kg de N, P_2O_5 y K_2O) y con densidades de 40,000 plantas en maíz y 90,000 en frijol aportó un ingreso neto 2.7 veces mayor al obtenido con el maíz como cultivo solo.

Rehn y Sorensen (64) estudiaron la respuesta en rendimiento de la soya a la fertilización residual de aplicaciones de N y P hechas al maíz. Los resultados indican que los rendimientos de la soya estuvieron relacionados con las tasas de N y P aplicados al maíz. El rendimiento

de soya fue de 2859 kg/ha cuando siguió al maíz sin fertilizar durante 5 años, sin embargo, los rendimientos se incrementaron a 3478 kg/ha cuando el maíz se fertilizó, anualmente, con 269 kg/ha de N.

En la India, Sankara et al (73) determinaron el efecto residual de N, P y K aplicado a la variedad de arroz IR-8 sobre el cultivo de soya que le siguió. Los investigadores observaron que el número de nódulos disminuyó al aumentar los diferentes niveles de N, P y K; el contenido en proteína de la soya aumentó con incrementos de los niveles de fertilizantes. El rendimiento más alto de proteína (40, 27%) se observó en el nivel de N igual a 180 kg/ha. Sin embargo, en los niveles con P y K el rendimiento más alto de proteína se obtuvo con 60 kg/ha de ambos nutrimentos. Los análisis indicaron que el agotamiento de N y P_2O_5 del suelo fue máximo en los mayores niveles de N y P, 180 y 110 kg/ha respectivamente.

Burhan y Said (12) estudiaron el efecto residual del N, P y K aplicados al algodón (*Cossypium hirsutum*) sobre los rendimientos de sorgo (*Sorghum vulgare*), frijol trepador (*Dolichos lablab*) y trigo (*Triticum maximum*) sembrados en sucesión. Los tres cultivos se diferenciaron en su respuesta al N, P y K residual. El N afectó significativamente el rendimiento de trigo y frijol trepador y estos efectos resultaron proporcionales a la cantidad de N aplicada al algodón. Sin embargo, hubo indicaciones de que gran parte del N aplicado en el año anterior, no estuvo a disposición del cultivo siguiente. El P residual no tuvo un efecto significativo sobre el frijol trepador en grano y forraje. El K residual no tuvo ningún efecto sobre el frijol trepador y trigo, la no respuesta a este elemento confirma que si un suelo posee

adecuado K disponible, los cultivos no muestran respuesta a la fertilización con K.

Kaurov y Bodketilch (39) determinaron que el contenido de Ca en avena (*Avena sativa*) y guisante (*Cicer arietinum*) fue mayor cuando ambos cultivos se sembraron juntos que cuando se sembraron en monocultivos. Kass (36) encontró que el contenido de Ca en raíces de yuca fue significativamente mayor cuando dicho cultivo se intercaló con maíz que cuando se sembró en monocultivo.

En Filipinas, Palada y Harwood (59) compararon la respuesta de la asociación maíz con arroz con sus respectivos monocultivos a la aplicación de diferentes niveles de N. Los datos obtenidos señalan que la producción de materia seca y absorción de nutrimentos fue mayor en la asociación que en los cultivos individuales en todos los niveles de N aplicado.

En Turrialba, Costa Rica, se han probado diferentes sistemas de cultivos a diferentes dosis de fertilización. En general se ha comprobado que la importancia relativa de los elementos fertilizantes es de $K > S > P > N$ (14).

Respuesta del camote a la fertilización

Es un cultivo que puede responder favorablemente a la fertilización y por ser un cultivo de raíz extrae grandes cantidades de nutrimentos del suelo, lo que implica que al cultivarse debe considerarse el tipo de manejo más adecuado para no producir desbalances en el nivel de nutrimentos del suelo.

A pesar de que el camote proporciona relativamente poca cantidad de proteína (4,5-7%) ésta misma puede complementar otras proteínas vegetales y ha sido usada para mantener el balance de N en animales y sostener humanos por varias generaciones (77). Además su aporte en calorías y en B-caroteno (precursor de vitamina A) le permite ocupar un lugar importante en la dieta de muchos países deficitaria en los mismos. La fertilización guarda una estrecha relación con dichos constituyentes. Samuels y Landrau (70) estudiaron la influencia de los fertilizantes sobre el contenido en caroteno del camote. Los resultados indicaron que el N y el P aumentaron significativamente dicho contenido, sin embargo, en los tratamientos con K se observó un incremento en el rendimiento, no así en el contenido de caroteno. Los autores señalan que el Ca tiene que ver con el aumento de este constituyente y que aumentos de pH en suelos ácidos estuvieron acompañados de aumentos en el contenido en caroteno, así como ocurre con otros cultivos tales como tomate y espinaca en los que al aumentar la cantidad de N en el suelo, aumentó el contenido en caroteno y de vitamina C (22,32).

Constantin et al (16) analizando el efecto de los fertilizantes sobre la calidad del camote, observaron que el contenido en caroteno de raíces frescas disminuía a medida que se aumentaban las tasas de K aplicado, igual comportamiento se presentó con las proteínas. A pesar de que el P no afectó significativamente las cantidades de caroteno y proteína, los autores concluyeron que como la calidad no se vió afectada, los agricultores pueden aplicar P en tasas necesarias para propiciar el crecimiento y el rendimiento de la planta sin temor a disminuciones en la calidad.

Al estudiar la acumulación de materia seca y absorción de nutrimentos por el cultivar de camote BNAS 51, Fabro et al (24), comprobaron que la producción de materia seca de hoja-tallo y raíz aumentó con el tiempo y que las hojas registraron la acumulación más alta de materia seca, excepto a la cosecha, cuando la producción de materia seca en las raíces fue mayor. El total de nutrimentos absorbidos por las hojas, tallo y raíces se incrementó cuando las plantas se aproximaron a la madurez. Entre todos los elementos, el K fue extraído por el cultivo en mayores cantidades, seguido de N, Mg, Ca y P, en ese orden.

Según Alexander et al (4) la mayor absorción de N en variedades de alta capacidad productiva ocurrió cuando se aplicaron 37.5 kg/ha de N antes de la siembra y/o 37.5 kg/ha de N rociado en las hojas a los 35 días después de la siembra, que cuando se aplica todo el N al momento de plantar, una porción considerable de N se traslocó desde los bejucos hacia la raíz.

Niveles altos de N, tienden generalmente a inducir el crecimiento vegetativo a expensas de la producción de raíces tuberosas, si la relación parte área/raíz es mayor que uno, indica que la producción de guías es mayor y puede deberse a un exceso de N (6).

Al estudiar la aplicación de cuatro niveles de N, P y K al camote en un suelo alto en materia orgánica, se observó que las cantidades de un nutrimento absorbido por la planta no se relacionaron necesaria y consistentemente con la cantidad aplicada al suelo, excepto en el caso de N. Las parcelas abonadas con 39 kg/ha de N presentaron un rendimiento

de 16 ton/ha con relación al testigo que sólo produjo 9.7 ton/ha a un nivel cero de N (6).

En Brasil se usó N en dosis de 0,40 y 80 kg/ha, P_2O_5 en dosis de 0,60 y 120 kg/ha e iguales dosis de K_2O . El K fue el único elemento al que el camote respondió con un aumento significativo en la producción, en todos los casos (11).

En ensayos realizados en la isla Británica Salomón, el camote se sometió a todas las posibles combinaciones resultantes de usar cero y 71 kg de N/ha y 0,56 y 112 kg de K por hectárea. Los rendimientos de raíces tuberosas se incrementaron de 5.5 a 8.8 ton/hectárea a medida que se incrementaba el K (27).

En Taiwan al utilizar una tasa óptima de N, se observa un aumento en los rendimientos de raíces. El P no tuvo efecto en la producción pero el K aumentó el rendimiento de raíces tuberosas (30).

La proporción en que se encuentran algunos elementos minerales en el suelo puede tener importancia en este cultivo. Jaramillo (34) estudiando el maíz y el camote en asociación fertilizados con diferentes cantidades de N y K, concluyó que si se presenta un desbalance en la relación N/K en el suelo, aumenta la absorción de N independientemente de la absorción de K y disminuye la producción de raíces tuberosas. Esta situación conduce a un aumento en la relación parte aérea/raíz. Para esta asociación y basados en las condiciones en las que se desarrolló la misma, se recomienda la aplicación de 110 kg/ha de N y 220 kg/ha de K en forma fraccionada al momento de la siembra y entre los 35 a 40 días después de la germinación del maíz.

Samuels (71) concluyó que los rendimientos más altos de camote estuvieron asociados con la relación N/K de 1:2 para suelos franco-arenosos y arcillo-arenosos. Las cantidades de N y K que correspondían a dicha relación eran de 88 y 166 kg/ha respectivamente. Robbins (65) estudió el efecto de la deficiencia en K sobre la composición y estructura del camote y comprobó que en tratamientos con cantidades limitadas de K, la tasa de asimilación de N disminuye y se puede observar una coloración verde claro de las hojas y una disminución en el crecimiento de los tallos y raíces.

Knavel (38) demostró con la variedad de camote Allgold que el N y el K eran necesarios para la producción de un gran número de raíces tuberosas, esta condición se obtenía fertilizando el cultivo con dosis medias de N (140 ppm) y altas en K (390 ppm) o también con dosis altas en N (280 ppm) y dosis altas en K (390 ppm). El número de raíces estuvo más influenciado por el K que por N pero el tamaño de la raíz estuvo afectado más por N que por K. Al añadir N sin K, las raíces presentaron mayor longitud, sin embargo, la adición de K redujo la longitud en todos los niveles de N.

Latican y Soriano (41), en suelos de tipo "Lipa arcillo-limoso" de Filipinas, con plantaciones tanto de época seca como de época lluviosa, obtuvieron los máximos rendimientos, tanto en guías como en batatas, aplicando 100 kg/N/ha y 90 kg/K/ha. La incorporación de 90 kg/P/ha causó una disminución en rendimiento en relación con el testigo. Hubo respuesta favorable a los elementos menores.

Morita (54) señaló que aplicaciones altas de N y K tienden a bajar la formación de raíces tuberosas, lo que a su vez estimula el crecimiento de guías o bejucos.

Varios autores coinciden en que el camote es un cultivo que tolera la acidez del suelo. Camargo et al (13), al probar el efecto del encalado en los rendimientos de camote, no consiguieron respuesta a ninguno de los tratamientos estudiados. Steinbauer y Beatle (78) trabajaron con tres variedades de camote sembradas en un suelo que había recibido fuertes aplicaciones de cal y observaron que, aunque no se afectó la calidad de los camotes en cuanto a color y sabor, el rendimiento se redujo ligeramente.

Pérez (62), al estudiar el efecto del pH del suelo y de factores de acidez, en suelos típicos del trópico húmedo, determinó que no existió relación de ellos con el rendimiento. Las parcelas con pH bajo alcanzaron los mismos rendimientos que las de pH alto y con menor contenido en Al intercambiable.

Wilson (91) comprobó en dos cultivares de camote: Cv 049 y Cv 104, tratados con cinco niveles de N, que había una relación inversa entre la tuberización y las dosis de N aplicadas. Los niveles estudiados fueron: 21, 42, 105, 160 y 210 ppm de N, en los tratamientos con 21 y 42 ppm la tuberización se inició a las tres semanas, pero en los niveles 105 y 160 ppm a la cuarta y quinta semana respectivamente, sin embargo, en el nivel de 210 ppm no se encontró tuberización ni aún en la sexta semana.

MATERIALES Y METODOS

Descripción general del área

El experimento se realizó en el campo Experimental "La Montaña" del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Turrialba se encuentra a 9°52'45" de latitud norte y 83°39'28" de longitud oeste y posee una altitud de 602 m.s.n.m.

El clima es caliente-húmedo con temperatura media anual de 22,2°C (promedio de 20 años, 1958-1977), máxima 26,9°C y mínima 17,6°C, la precipitación media anual es de 2673,8 mm (promedio de 34 años, 1944-1977), con un promedio de 251 días anuales de lluvias. Las lluvias se distribuyen en dos máximas de precipitación en junio y diciembre y un período seco corto en marzo. El mes más seco es marzo. El brillo solar diario es de 4,5 horas de sol y la humedad relativa es de 87,4% (promedio de 21 años, 1957-1977).

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (31) Turrialba clasifica como un bosque muy húmedo Tropical Premontano.

Las condiciones climáticas de varios años en promedio se resumen en la figura 1.

El suelo del área experimental es de origen fluvio lacustre perteneciente a la serie Instituto Arcilloso, fase normal. Su drenaje varía de normal a impedido y la fertilidad es de media a baja (2).

El análisis del suelo del área experimental se resume en el cuadro 1A.

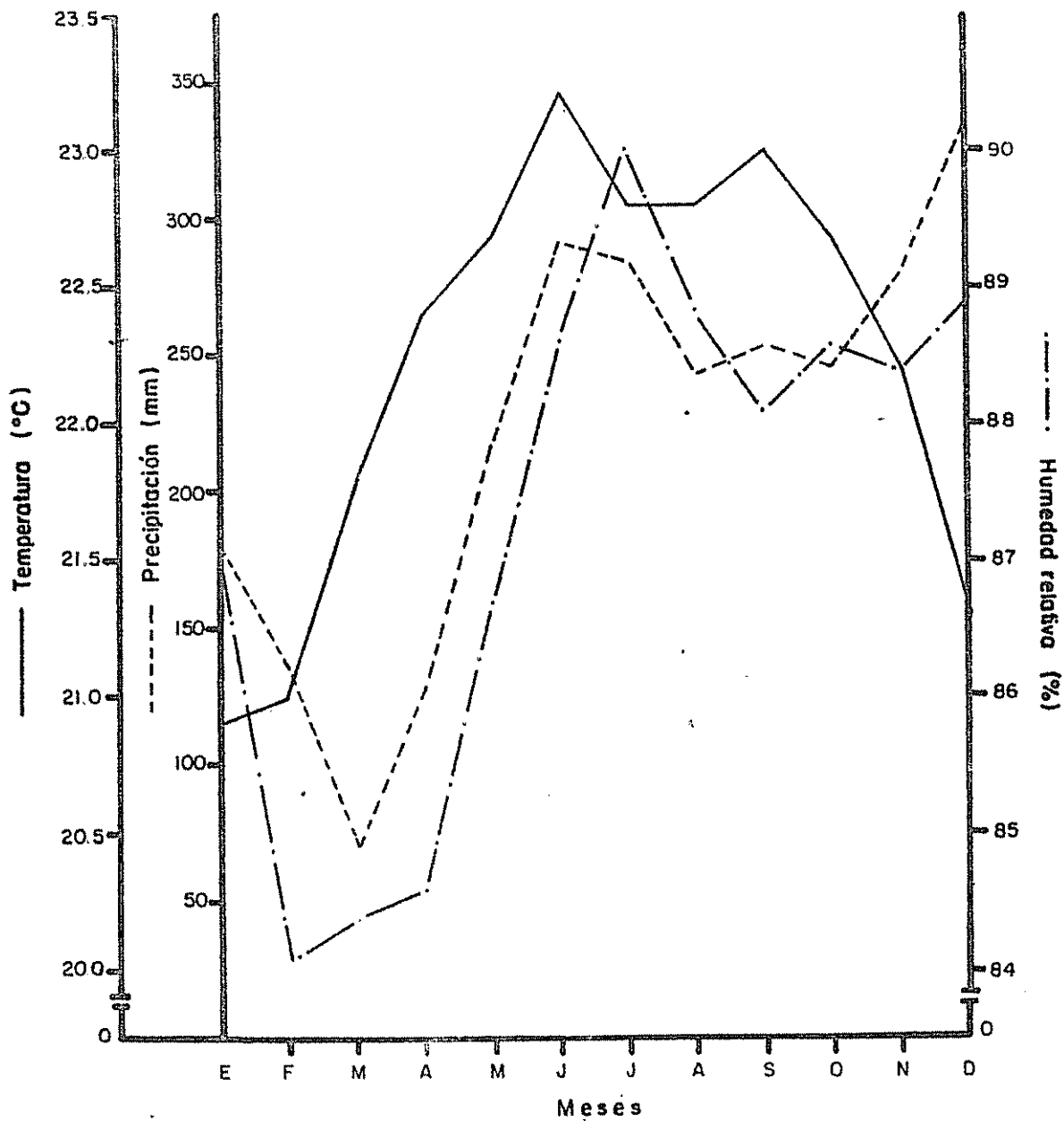


Fig. 1 Condiciones climáticas promedio de varios años de la zona experimental; temperatura °C (1958-1977); precipitación mm (1944-1977); humedad relativa % (1957-1977); Turrialba, Costa Rica

Descripción del experimento

Durante el período de precipitación, diciembre 1977 hasta abril de 1978, se cultivó maíz en asocio con frijol. Durante el período de precipitación posterior a la cosecha de maíz y frijol, mayo de 1978 a noviembre, se cultivó camote en las mismas parcelas. La disposición espacial y cronológica de los cultivos y su relación con la distribución de la precipitación se observa en la figura 2.

En el cuadro 1 se resume las especies, variedades, densidades y espaciamientos de siembra de los cultivos.

El maíz, sembrado fue la variedad tuxpeño de porte bajo y grano blanco cremoso con ciclo vegetativo de 4,5-5 meses. En frijol se sembró la variedad CATIE 1 (Santo Tomás Negro), de hábito semi-trepador, de grano negro y con un ciclo vegetativo de 3 meses. En camote se plantó la variedad C-15 de tipo indeterminado, crecimiento rastrero de raíces tuberosas, de cáscara color morada, pulpa de color amarillo y hojas de forma cordiforme.

Antes de la siembra se aró a 25 cm de profundidad aproximadamente, se rastreó dos veces y para completar el desmenuzamiento del terreno se pasó un azadón rotativo^{1/}. Se construyeron lomillos de 15 cm de altura, a una distancia de un metro entre el centro de la parte superior de ellos. En la primera etapa de siembra, el maíz se sembró sobre el centro del lomillo y el frijol a ambos lados del maíz. En la

^{1/} Rotador manual "Agría" 7 HP

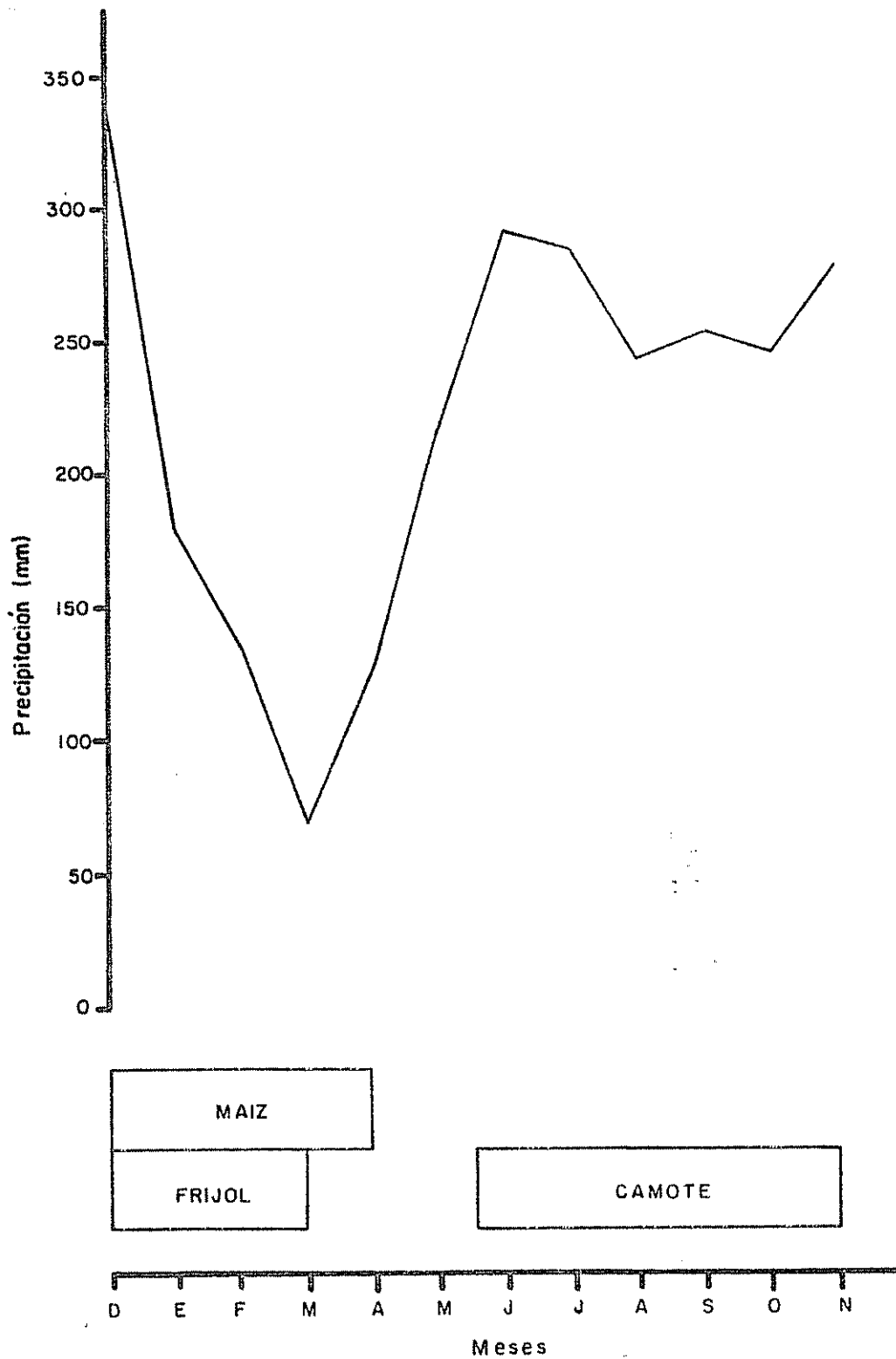


Fig.2 Ordenamiento espacial y cronológico de los cultivos utilizados en el experimento y precipitación (mm) 1944-1977, Turrialba, Costa Rica

Cuadro 1. Especies, variedades, distancia de siembra, densidad de plantas, tamaño de parcela útil o cosechada y época de siembra y cosecha, durante el cultivo de la asociación de maíz y frijol seguido de camote. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Cultivo	Varietal	Dist. de siembra (m)	Plantas por sitio	Plantas por hectárea	Plantas por parcela	Parcela útil (m ²)	Epoca de siembra	Epoca de cosecha
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Turpeño	1 x 0.50	2	40,000	640	130.5	XII-6-1977	IV-29-1978
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	CATIE I (santo Tomas negro)	0.50 x 0.20	2	200,000	3200	142.5	XII-7-8-1977	III-4-1978
Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L. (Lam.))	C-15 (Salvador B-490)	0.50 x 0.40	1	50,000	200	26.6	V-25-26-1978	XI-6-7-8-1978

157

segunda época el camote se sembró a ambos lados del lomillo a 50 cm entre las dos hileras, (fig. 3).

Se ensayaron cuatro dosis de N, P_2O_5 y K_2O para la asociación de maíz con frijol y cuatro niveles de K_2O para camote.

Descripción de los tratamientos

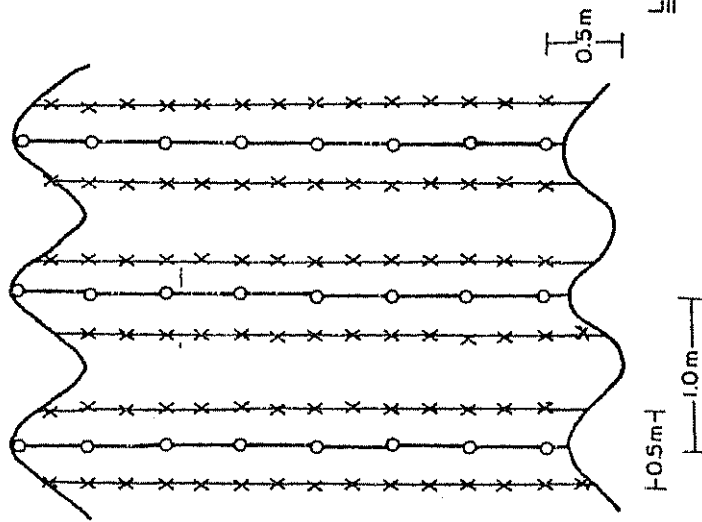
La primera etapa experimental incluyó cuatro tratamientos repetidos cuatro veces y ordenados en un diseño de bloques completos al azar. En la siembra de camote se probaron cuatro subtratamientos repetidos cuatro veces y ordenados en un diseño de bloques completos al azar de parcelas divididas, (fig. 4). Los fertilizantes fueron: completo (10-30-10), muriato de potasio y nitrato de amonio (cuadro 2).

Todo el P_2O_5 y el K_2O , así como la mitad del N, se aplicaron al momento de la siembra; la otra mitad del N se aplicó 30 días después de la siembra. En la segunda etapa experimental, el potasio se aplicó después de establecido el camote, un mes después de la siembra. En ambos casos, el fertilizante se distribuyó en bandas, en el centro del camellón en surcos de 2 cm de profundidad que luego se cubrieron con tierra, tal como se señaló en la fig. 3.

La siembra se hizo con espeque^{1/}. Se sembraron tres semillas de maíz por sitio y al cabo de 30 días se raleó a dos plantas por sitio. En el frijol se depositaron dos semillas. En camote se usaron secciones

^{1/} Implemento de madera, que posee un extremo en forma cónica y que se usa manualmente para abrir hoyos en el suelo.

Primera época de siembra
(Diciembre 1977 - Abril 1978)
Maíz en asocio con frijol



LEYENDA

- o = Maíz
- x = Frijol
- Δ = Camote

2 plantas de maíz por sitio y 2 de frijol

Segunda época de siembra
(Mayo 1978 - Noviembre 1978)
Camote

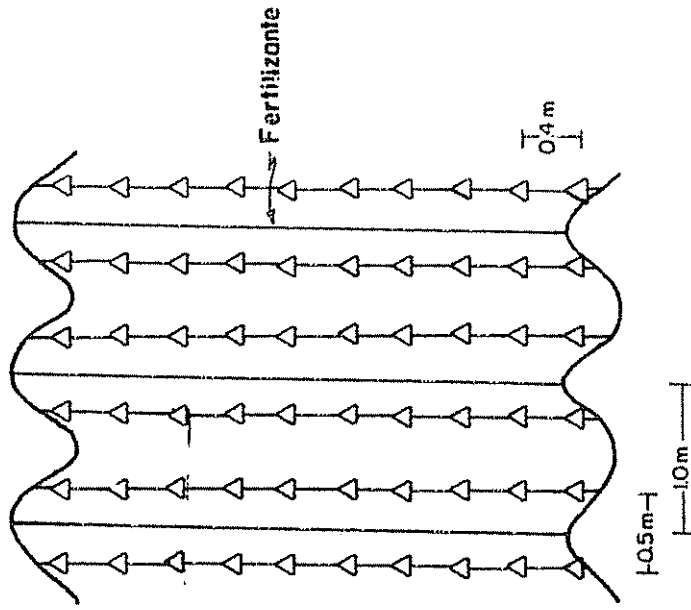
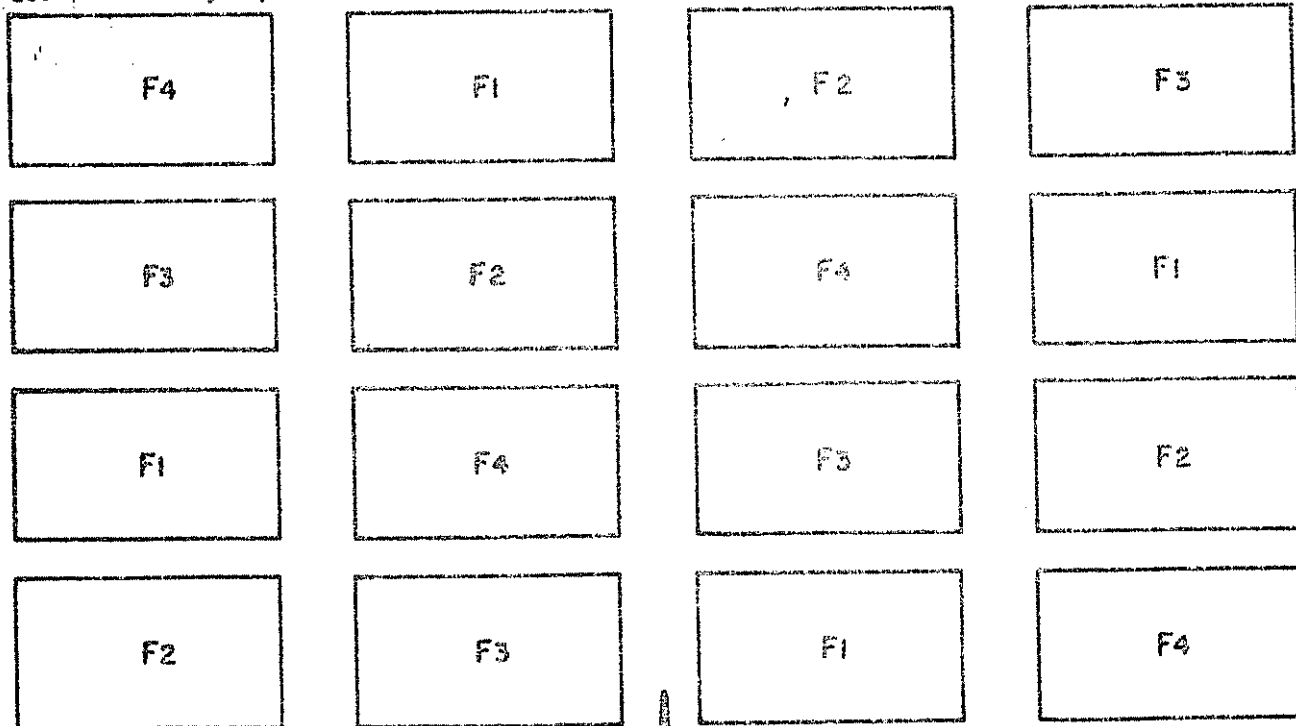


Fig. 3 Disposición espacial de los cultivos en las dos épocas de siembra. Turrialba, CATIE, Costa Rica

En asociación maíz y frijol (XII 1977-IV 1978)



Camote en rotación (V 1978-XI 1978)

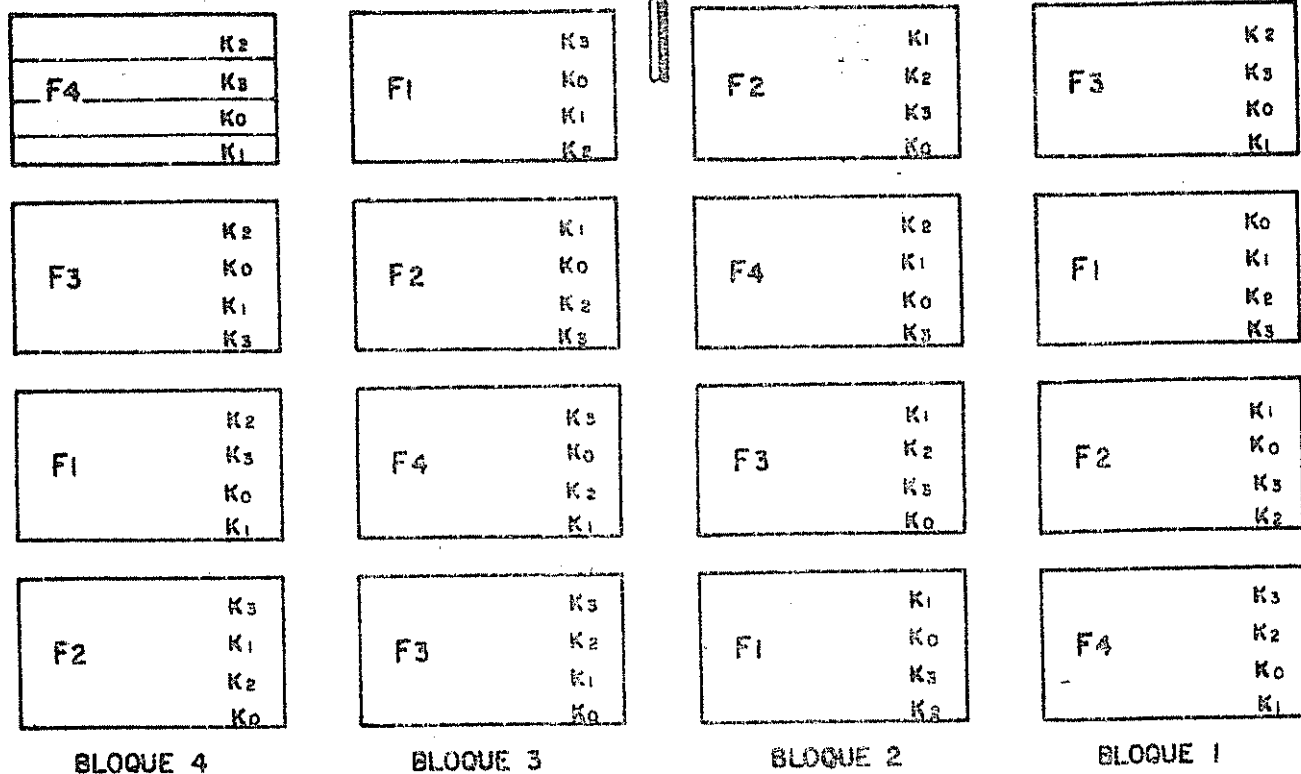


Fig. 4 Arreglo de tratamientos de la asociación maíz y frijol y del camote en rotación

Cuadro 2. Fórmulas comerciales, nutrientes y cantidades aplicadas (kg/ha) en un sistema de cultivos de maíz en asocio con frijol seguido de camote. Turrialba, Costa Rica, 1977-1978.

Maíz en Asocio con Frijol (XII 1977 - IV 1978)				Camote (V 1978 - XI 1978)		
Clave del tratamiento	Fórmula Comercial	Nutrientes		Clave del subtratam.	Fórmula Comercial	Nutrimiento K ₂ O
	10-30-10	N	P ₂ O ₅		0-0-60	
F ₁	300 ^L / ₁	125	90	K ₀	0	0
F ₂	373	156	112	K ₁	280	168
F ₃	450	187	135	K ₂	560	336
F ₄	523	219	157	K ₃	840	504

^L/₁ Kg/ha

de bejucos-guías de aproximadamente 30 cm de longitud.

Todos los cultivos se cosecharon manualmente. El maíz y el frijol se cosecharon a los cuatro y tres meses, respectivamente y el camote a los cinco meses, lo que significa una permanencia en el campo de 11 meses de todo el sistema.

La humedad del grano a la cosecha se midió con un "Dickey John Moisture Tester" (automático). El peso del grano comercial se calculó utilizando la siguiente fórmula: $Pf = \frac{Ph (100-Ho)}{100-Hf}$, donde Pf = Peso del grano de maíz y frijol a 14 y 13% de humedad, respectivamente; Ph = Peso del grano a la cosecha con la humedad de campo; Ho = Humedad (%) del grano a la cosecha; Hf = humedad deseada (%).

Con el objeto de limitar el daño de insectos del suelo, se aplicaron dentro de los hoyos utilizados para la siembra los insecticidas phoxim (Volatón)^{1/}, en la dosis de 1,3 kg/ha de ingrediente activo y Aldrin^{2/} al 2,5% a razón de 4 kg/ha de ingrediente activo.

Durante el desarrollo de los cultivos de maíz y frijol se realizaron aplicaciones de diazinón 60^{3/}, para reducir el daño de crisomélidos en el follaje de maíz y frijol y de *Spodoptera frugiperda* en maíz. La dosis usada en ambos casos fue de 0,6 kg/ha de ingrediente activo.

1/ Bayer A.G.

2/ Shell Chemical Co.

3/ Ciba Geigy Corp.

A los 30 días después de la siembra de la asociación maíz con frijol (7 dic. 1977), se realizó una deshierba manual. En la segunda etapa experimental, que se inició en mayo de 1978, se hicieron dos aplicaciones de Gramoxone^{1/}, la primera antes de la siembra y la segunda 30 días después de ésta, distribuido en los surcos. La dosis usada fue de 3,75 lt de producto comercial por hectárea.

Las semillas de maíz y frijol se trataron con Aldrín al 25% usando 0,25 kg de producto/46,6 kg de semilla. Las secciones de bejucos o guías de camote se sumergieron en una solución de 200 lt de agua, conteniendo 230 gr de Aldrín al 25% más una libra de Orthocide^{2/}.

Recolección de información de campo

Se evaluó la fertilidad del suelo del área experimental antes de iniciar el experimento, después de cosechar la asociación maíz con frijol y después de cosechar el camote.

En el primer muestreo, cada grupo de 2 bloques del terreno se dividió en cinco partes iguales y de cada una se tomó una muestra compuesta de 20 submuestras, (87). El segundo y tercer muestreos se realizaron en cada una de las subparcelas en que se sembró el camote. Las muestras se tomaron de 0-5 y de 5-20 cm de profundidad, en la forma recomendada por el Laboratorio de Suelos del CATIE (18).

Se muestreó tejidos de camote cada 30 días a partir de su establecimiento y hasta la cosecha. Cada muestra consistió en dos plantas, determinándose la biomasa de hoja, tallo más peciolo y raíz

1/ Plant Protection Ltd.

2/ Chevron Chemical Co.

por separado. En ambas etapas experimentales, el material vegetal fraccionado se dispuso en bolsas de papel para el secado en estufa a 70°C hasta alcanzar peso constante.

Se evaluó la incidencia y severidad de plagas y enfermedades. En maíz se evaluó la incidencia de *Spodoptera frugiperda*. Al momento de la cosecha, en vainas de frijol, la severidad de mancha angular (*Isariopsis griseola*). Es difícil emplear una fórmula que permita calcular el área real ocupada por una mancha de *Isariopsis griseola* en la vaina; sin embargo, se puede apreciar cual es la severidad de la enfermedad en las vainas al utilizar la fórmula:

$$S = \frac{1\% (V_1) + 5\% (V_2) + 10\% (V_3) + 20\% (V_4) + 50\% (V_5)}{N T V}, \text{ donde: } V = \text{vainas enfermas; } S = \text{severidad; } N T V = \text{número total de vainas evaluadas; } V_1 = \text{número de vainas con 1\% de infección; } V_2 = \text{número de vainas con 5\% de infección; } V_3 = \text{número de vainas con 10\% de infección; } V_4 = \text{número de vainas con 20\% de infección y } V_5 = \text{número de vainas con 50\% de infección.}$$

mas; S = severidad; NTV = número total de vainas evaluadas; V₁ = número de vainas con 1% de infección; V₂ = número de vainas con 5% de infección; V₃ = número de vainas con 10% de infección; V₄ = número de vainas con 20% de infección y V₅ = número de vainas con 50% de infección.

Al final de cada ciclo vegetativo de los cultivos se determinó el rendimiento y el número de plantas a la cosecha. En camote se separó el rendimiento de raíces comerciales del de no comerciales según criterio utilizado en el mercado de Turrialba.

Recolección de información de laboratorio

Los tejidos vegetales se sometieron a digestión con una mezcla de ácido nítrico perclórico en relación cinco a uno, tal como lo describe Johnson y Ulrich (35).

El nitrógeno total en tejido vegetal se determinó por el método micro-Kjeldahl (55). El suelo se analizó de acuerdo a la metodología utilizada del laboratorio de suelos del CATIE (18, 19, 67).

Las determinaciones de Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn se hicieron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 370 A. El fósforo se determinó por colorimetría a 600 nm, utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo Junior III.

Variables analizadas

En maíz y frijol, se analizó rendimiento en grano, expresado en ton/ha al 14% de humedad en maíz y 13% de humedad en frijol. En camote se analizó la biomasa (peso seco), debido a que durante los últimos años los rendimientos del camote en las condiciones de Turrialba han sido muy variables. Esta variabilidad se debía principalmente al manejo. En algunas ocasiones se han obtenido altas producciones de biomasa aérea pero no de raíces^{1/}. Debido a estos antecedentes se realizó un estudio de la distribución de biomasa a través del tiempo. Absorción de nutrimentos por órganos durante el período vegetativo y rendimiento de raíces tuberosas comerciales y no comerciales. También se analizó la cantidad de nutrimentos en el suelo después de la cosecha de la asociación de maíz y frijol y de camote.

Se calculó la energía asimilable de todo el sistema. Para el cálculo se utilizó la biomasa (Peso seco) comestible de todos los cultivos la que multiplicada por un factor^{2/} según el cultivo la convertía en energía asimilable.

^{1/} Raul Moreno, comunicación personal. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1978.

^{2/} 3966 en maíz; 3629 en frijol y 3845 en camote. José Fargas, comunicación personal. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1978.

Análisis estadístico

Los datos de la primera etapa experimental se analizaron siguiendo el diseño de bloques completos al azar. Los correspondientes a la segunda etapa, siguiendo el diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas (79).

Análisis económico

Si la investigación en sistemas de producción se plantea con el objetivo de elaborar recomendaciones de alternativas tecnológicas para los productores, es necesario que los resultados sean evaluados económicamente, porque los agricultores se interesan frecuentemente en los beneficios netos y en protegerse contra el riesgo (63).

Los sistemas de cultivos pueden ser evaluados por componentes a través de un análisis de presupuesto parcial. En la evaluación económica realizada en el presente estudio se utilizó el método de presupuesto parcial (63). Se realizó un análisis de retornos mínimos considerando la variabilidad en rendimiento del frijol y un análisis de sensibilidad, considerando la variación de precios en camote. En el cuadro 3 se presenta la variación de precios para un período de 5 años (1973-1977).

En el presente estudio el camote a la venta tuvo un precio de $\text{¢}150/\text{qq}^{\frac{1}{}}$, lo cual lo sitúa sobre el precio promedio para los cinco

$\frac{1}{}$ qq = 46,6 kg

Cuadro 3. Variación de precios (en colones) de camote de 1973 a 1977 (Promedio por 46,6 kg).

Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1973	165	33	99
1974	150	32	91
1975	188	20	104
1976	200	37	118,5
1977	142	44	93
Promedio	169	33,2	101,1

Fuente: Banco Central de Costa Rica.

8,54 C.R. colones = U.S.\$1.00

años estudiados (1973-1977), es por esta razón que en el análisis de sensibilidad se consideró el precio mínimo promedio de los últimos 5 años ($\text{Q}33,2/46,6\text{kg} = \text{Q}0,71/\text{kg}$) para ver el efecto que esta baja en el precio tendrá sobre la recomendación.

En este análisis la baja experimentada en el precio y por tanto en el beneficio neto es igual a la relación $\frac{33,2}{150} \times 100 = 22,13\%$, en donde $\text{Q}150$ es el precio de venta y $\text{Q}33,2$ el precio mínimo promedio de cinco años.

Además se calculó el ingreso neto o ganancia líquida de aquel tratamiento que resultó con mayor beneficio neto en el análisis de presupuesto parcial.

Se consideraron varios parámetros:

- Rendimiento neto. Rendimiento medido por hectárea en el campo.
- Precio de producto. El valor para el agricultor de una unidad adicional de producción en el campo, a la cosecha.
- Beneficio bruto de campo. Rendimiento neto multiplicado por el precio de campo de los productos de los cultivos.
- Precio de campo (de un insumo). El valor total involucrado para traer una unidad extra de un insumo al campo.
- Costo de campo (de un insumo). Es el precio de un insumo multiplicado por la cantidad de ese insumo que varía con la decisión.
- Costo total de campo o costo variable. La suma de los costos de campo de todos los insumos que son afectados por la elección.

En el presupuesto parcial se consideran aquellos insumos que son afectados por la decisión, por lo tanto, el costo total de campo se refiere a los costos variables, en el presente estudio será el costo de los fertilizantes en ambos componentes con la excepción de que en el componente camote se tomará en cuenta la mano de obra por aplicación del fertilizante como parte del costo variable.

- Beneficio neto (BN). El beneficio total bruto de campo menos el total de los costos variables.
- Costos fijos (CF). No varían con el nivel de producción.
- Ingreso neto (IN). Significa el beneficio o ingreso libre después de compensados todos los costos = $BN - CF$.
- Ingreso neto total = Ingreso neto C_1 + Ingreso neto C_2 .

C_1 = Componente maíz asociado con frijol

C_2 = Componente camote

A continuación se detallan algunos pasos seguidos en el análisis económico.

Cuadro 4. Costos de insumo variable en diferentes tratamientos de fertilización aplicados a la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Clave del tratamiento	Fórmula comercial		Costo total ¢
	10-30-10 ^{1/} kg/ha	33,5-0-0 ^{2/} kg/ha	
F ₁	300	283	1901,09
F ₂	373	355	2373,91
F ₃	450	424	2850,00
F ₄	523	497	5326,09

1/ Precio por kg = ¢3,69

2/ Precio por kg = ¢2,80

8,54 C.R.¢ = U.S.\$1.00

Cuadro 5. Costos de insumos fijos por hectárea para cada tratamiento en la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Insumo	Cantidad	Unidades	Precio unitario ¢	Costo Total ¢
Semillas				
Maíz	15	kg	6,59	98,80
Frijol	40	kg	7,48	299,13
Pesticidas				
Gramoxone	7,46	lt	52,91	394,70
Diazinón	2	lt	77,00	154,00
Volatón	2,60	lt	13,50	35,10
Mano de obra	51,70	jornal	32,25	1667,33
Arriendo tierra	0,5	ha	1000,00	500,00
Uso de tractor	1,0	ha	50,00	50,00

Cuadro 6. Costo de insumo variable en diferentes tratamientos de fertilización, aplicados al camote cultivado en sucesión después de la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Clave del sub-tratamiento	Fórmula comercial 0-0-60 ^{1/} / kg/ha	Costo en ¢
K ₀	0	-
K ₁	280	442,40
K ₂	560	884,80
K ₃	840	1327,20

^{1/} Precio por kg = ¢1,58

8,54 C.R.¢ = U.S.\$1.00

Cuadro 7. Costos de insumos fijos por hectárea para cada tratamiento en camote cultivado en sucesión después de la asociación de maíz y frijol. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Insumo	Cantidad	Unidad	Precio por unidad ¢	Costo total en ¢
Gramoxone	7,42	lt	52,91	392,60
Mano de obra	19,22	jornal	32,25	2554,85
Arriendo de tierra	0,5	ha	1000,00	500,00

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones climáticas

El cuadro 2A y la fig. 5 muestran las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo de los cultivos. Los meses de menor precipitación fueron enero y abril con 62,6 mm y 50,5 mm de precipitación respectivamente. Estas cantidades son inferiores a los promedios de un período de 34 años. La cantidad de lluvia (mm) que recibieron los cultivos de maíz y frijol en diferentes fases vegetativas (47, 68) de su desarrollo se resume en el cuadro 8.

Salter y Goode (68) al revisar la literatura sobre respuesta de los cultivos al agua en diferentes estados de crecimiento, encontraron que para el rendimiento del maíz las condiciones de humedad del suelo durante el período de floración e inicio de la formación del grano son determinantes. En frijol, los resultados de todos los experimentos analizados indican que la falta de agua durante la floración y desarrollo del fruto puede reducir seriamente los rendimientos del frijol. La siembra simultánea de maíz y frijol, puede ser perjudicial para el rendimiento del frijol, ya que según Sanabria (72), la mayor absorción de agua del maíz y frijol coincide a los 50 días, y a esta edad el frijol está en floración.

El frijol recibió menor cantidad de agua durante las dos primeras fases de su desarrollo y la misma es inferior al promedio de 20 años (cuadro 8); sin embargo, en la fase de desarrollo de las vainas la cantidad de lluvia recibida fue muy superior, lo que favorece

Cuadro 8. Etapas en el crecimiento de maíz y frijol y cantidad de precipitación (mm) durante los cultivos asociados precediendo a camote. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Cultivo	Fases vegetativas	Duración (días) de cada fase	Cantidad de lluvia (mm)	
			Recibida	Promedio 20 años
Frijol	Siembra hasta la antesis	31	66,8	176,06
	Floración	20	53,7	123,76
	Desarrollo de vainas	34	274,6	89,32
Maíz	Crecimiento vegetativo	60	251,2	147,66
	Floración y for- mación del grano	60	237,4	60,25
	Secado del grano	20	40,7	106,50

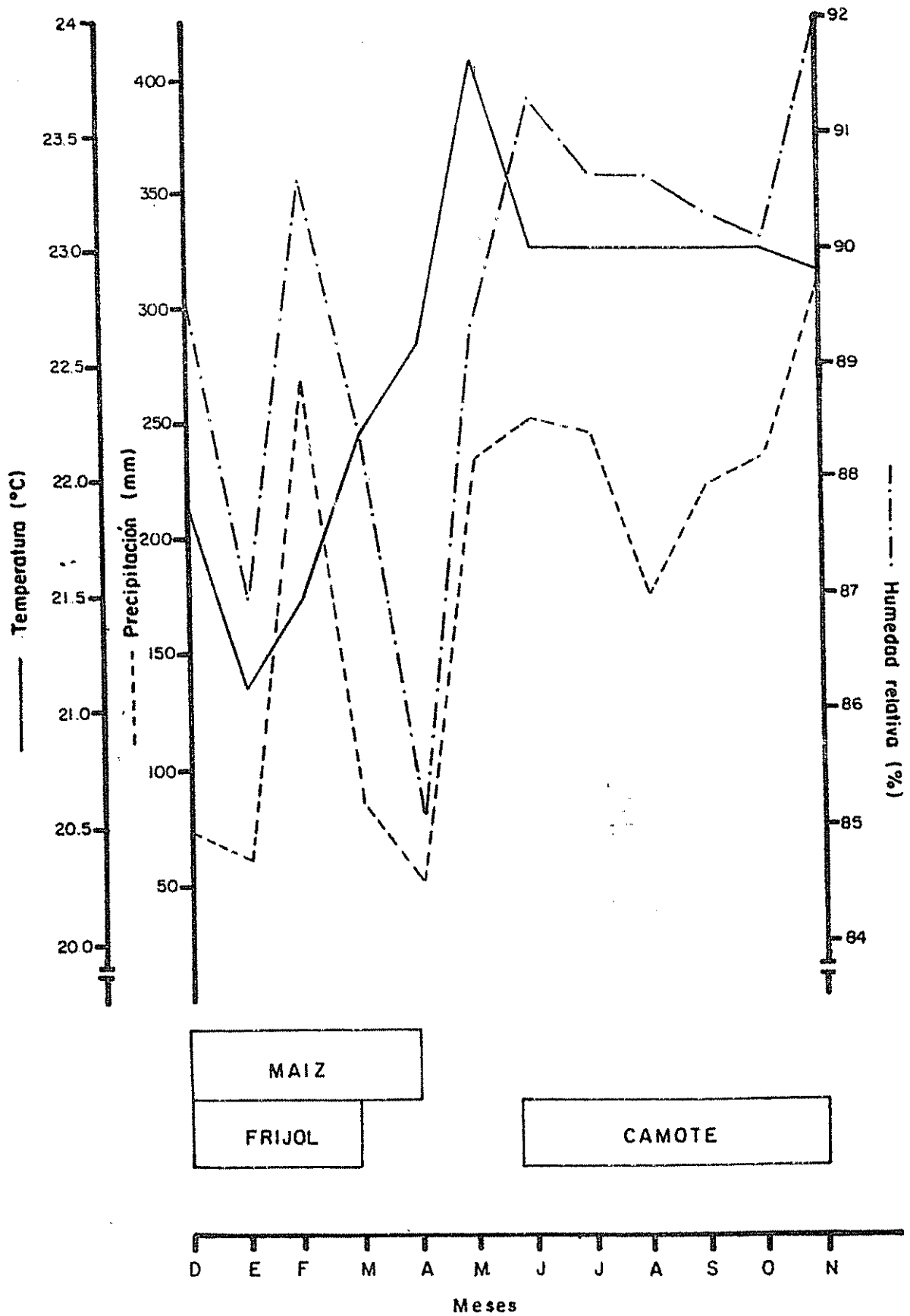


Fig. 5 Ordenamiento espacial y cronológico de cultivos utilizados en el experimento; condiciones climáticas que prevalecieron durante el período experimental (XII - 1977 - XI - 1978), Turrialba, Costa Rica

teóricamente las enfermedades de las vainas de frijol.

Esto no fue así para el maíz, en que se recibió más agua en crecimiento que en madurez, lo que posiblemente favoreció los rendimientos. La precipitación de 20 años promedio fue inferior a la recibida por el maíz durante las etapas de su desarrollo (cuadro 8).

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante y después de la siembra del camote, permitieron un buen enraizamiento de las guías logrando establecerse el cultivo entre 25 y 30 días. El desarrollo vegetativo después de la siembra del cultivo, resultó relativamente satisfactorio ya que esta época de cultivo coincide con la de mayor precipitación en Turrialba. Boswell (9) señala que el cultivo del camote necesita 25 mm de agua ó un poco más por semana hasta 2 ó 3 semanas antes de la cosecha, debido a que en esta fase las necesidades de agua por el cultivo son más bajas. Para variedades con ciclo vegetativo de 150 días la cantidad de agua requerida es de 525 a 600 mm durante el período de cultivo (9 y 45). Sin embargo, en el presente estudio, la precipitación mensual estuvo por encima de la señalada por dichos autores. Quince días antes de la cosecha se registró una precipitación de 132,4 mm muy superior a la reportada por Boswell (9).

Asociación de maíz y frijol

Rendimiento

Los rendimientos promedios de maíz y frijol se presentan en el cuadro 9. A pesar de que no se registraron diferencias estadísticamente significativas a los niveles de 1, 5, y 10%, según el análisis de

varianza que se presenta en el cuadro 10, en el maíz la diferencia entre el tratamiento con mayor cantidad de N, P_2O_5 y K_2O y la menor cantidad fue de 0,40 ton/ha. Los demás tratamientos presentaron una respuesta en rendimiento muy parecido. En el frijol, el mayor rendimiento (0,656 ton/ha) se presentó en el tratamiento F_3 y el menor (0,622 ton/ha) en el tratamiento F_2 . Entre el tratamiento de mayor y el de menor fertilización, la diferencia en rendimiento resultó sólo de 3,16 kg/ha. Los datos se analizaron también por medio de un análisis de bivarianza (61) y tampoco se encontraron diferencias significativas.

En experimentos realizados en Turrialba asociando maíz con frijol, Soria et al (76) informan de rendimientos en maíz inferiores a los registrados en este estudio. También en Turrialba, se encontró que con el nivel mayor de fertilización, se obtuvieron rendimientos significativamente más altos que con el nivel menor (15). En este estudio, se observa una tendencia similar, al menos para el maíz, tal como se aprecia en el cuadro 9, para el nivel F_4 de fertilización.

Los rendimientos promedios del frijol de este estudio, resultaron inferiores a los encontrados en Turrialba durante un período de varios años. Se informa que en Turrialba, los rendimientos del frijol son afectados significativamente cuando se asocia con maíz (14, 15); posiblemente la competencia por agua y nutrimentos a los 50 días para ambos cultivos según reporta Sanabria (72), favorezca al maíz el que posee una capacidad alta de competencia (15).

Cuadro 9. Rendimientos promedio (ton/ha) de maíz y frijol sembrados en asociación, según cantidades de N, P₂O₅ y K₂O aplicados durante diciembre-abril. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Clave de los tratamientos aplicados a la asociación de maíz y frijol	Cantidad de fertilizante en kg/ha			Rendimientos (ton/ha)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Maíz	Frijol
F ₁	125	90	30	3,49	0,64
F ₂	156	112	38	3,66	0,62
F ₃	187	135	45	3,62	0,66
F ₄	219	157	52	3,89	0,63

Cuadro 10. Cuadrados medios y significancia para rendimientos de frijol y maíz en kg/ha.

Fuentes de variación	G.L.	Maíz CM	Frijol CM
Repeticiones	3	58265,86 n.s.	2723,81 n.s.
Tratamientos	3	114912,69 n.s.	815,70 n.s.
Error	9	56771,91	3124,33
CV		6,5	8,8

Aspectos generales de los cultivos.

A. Desarrollo. Las plántulas de maíz y frijol emergieron aproximadamente entre 5 y 7 días después de la siembra.

A pesar de que la variedad CATIE 1 es de hábito semitrepador cuando la misma inició la producción de guías, el maíz no presentó tamaño suficiente para facilitar el enredamiento del frijol. La floración del frijol se inició a los 35 días y en maíz la inflorescencia masculina a los 60 días. El doblado del maíz se realizó a los 125 días.

B. Plagas. Los primeros días después de la nascencia, las plantitas de ambos cultivos sufrieron un fuerte ataque de crisomélidos, particularmente de *Diabrotica* sp. y del gusano cortador (*Agrotis* sp). El ataque del gusano cortador fue más severo en maíz. Para limitar el ataque de crisomélidos se realizó una aplicación de diazinón. La mayor incidencia de estos insectos se presentó en la etapa de floración del frijol.

A los 60 y 75 días después de la siembra de maíz, se realizó un conteo de plantas atacadas por *Spodoptera frugiperda* para determinar si la incidencia del insecto variaba con respecto a las dosis de N, P_2O_5 y K_2O aplicadas. El mayor número de plantas atacadas se presentó en el tratamiento F_3 y el menor número en el F_4 (cuadro 11). En la segunda lectura, el número de plantas atacadas disminuyó considerablemente.

C. Enfermedades. Durante el desarrollo de los cultivos se presentaron las siguientes enfermedades: *Diplodia* sp, *Helminthosporium* sp, *Physopella* sp, *Puccinia* sp, *Phyllosticta* sp, *Phyllacora* sp, en maíz

Cuadro 11. Porcentaje de plantas de maíz atacadas por *Spodoptera frugiperda*, diciembre 1977-abril 1978.

Clave de tratamiento	Epocas de Lecturas	
	3-II-78 ^{1/}	18-II-78 ^{2/}
F ₁	16,22	1,13
F ₂	15,18	2,52
F ₃	16,87	1,21
F ₄	14,98	1,04

1/ Se consideraron todas las repeticiones.

2/ Sólo se muestrearon los bloques I y III

y *Uromyces phaseoli* e *Isariopsis griseola* en frijol.

A la cosecha se evaluó la severidad de mancha angular causada por *Isariopsis griseola*. Esta enfermedad puede reducir el rendimiento, especialmente cuando el ataque es muy severo en las vainas. En Costa Rica, Aguirre (1) señala que la mancha angular es una de las enfermedades del frijol cuya severidad de ataque reduce significativamente la producción. Moreno (49) reporta que, en los períodos de antesis y de vaina verde, los sistemas de cultivo en que intervino el maíz fueron los que registraron mayores índices de ataques.

Para la evaluación de esta enfermedad se tomaron aleatoriamente 100 vainas por tratamiento y repetición; en el cuadro 12 se presentan los porcentajes de severidad para cada tratamiento.

El análisis de varianza para los valores de severidad (cuadro 13) muestra diferencias significativas entre repeticiones. Los rendimientos de aquellos tratamientos con severidades altas no resultaron estadísticamente diferentes.

Camote en sucesión

Rendimiento

En el cuadro 14 se presenta el rendimiento promedio de camote correspondiente a cada tratamiento. Según el análisis de varianza del cuadro 15 existe diferencia significativa entre tratamientos (0,1%). El nivel K_1 de fertilización potásica presentó el rendimiento más alto y siguen en orden decreciente $K_3 > K_0 > K_2$. Como respuesta a los fertilizantes que se aplicaron a la asociación maíz con frijol, el mayor

Cuadro 12. Porcentajes promedios de la severidad de *Isariopsis griseola* en frijol.

Clave de tratamientos	Porcentaje de severidad
F ₁	23,55
F ₂	21,53
F ₃	22,74
F ₄	22,88

Cuadro 13. Cuadrados medios y significancia de la severidad de *Isariopsis griseola* en frijol.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Repeticiones	3	36.037*
Tratamientos	3	2.814
Error	9	3.414

* Diferencia significativa al 1%

Cuadro 14. Rendimiento promedio en ton/ha de raíces comerciales y prueba de Duncan para rendimiento según niveles de potasio y fertilización en la asociación de maíz y frijol que precedió al camote en el mismo terreno, Turrialba, Costa Rica. 1978.

Clave de los fertilizantes aplicados a la asociación maíz con frijol	Niveles de K ₂ O aplicados al camote				Promedio*
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	
F ₁	19,74	20,72	18,98	17,76	19,30 a
F ₂	17,65	19,78	18,19	20,82	19,11 a
F ₃	17,06	17,20	16,35	17,35	17,03 c
F ₄	13,82	16,26	14,05	14,52	14,66 d
Promedio	17,07 c	18,49 a	16,89 d	17,66 b	

* Cantidades con letras iguales no difieren estadísticamente.

rendimiento en camote lo mostró la dosis F_1 seguida por la F_2 , F_3 y F_4 en orden decreciente. Estas respuestas en rendimiento indican que los niveles más bajos de fertilización son los que proporcionan un mayor rendimiento en las condiciones de este experimento (6, 15). Considerando el tratamiento K_0 como el que mejor representa el efecto de la fertilización previa a la asociación de maíz y frijol sobre el camote, se puede observar que también el nivel más bajo de fertilización F_1 corresponde a un alto rendimiento de camote y que el nivel más alto F_4 a su vez corresponde al más bajo rendimiento en camote. No existen diferencias entre los niveles F_2 y F_3 expresado en cantidad de camote por ha.

La prueba de Duncan para comparar rendimientos según niveles de K aplicados, establece diferencias entre los rendimientos que corresponden a todos los niveles en estudio. Con respecto a las dosis de fertilizantes aplicados a la asociación maíz con frijol, los tratamientos F_1 y F_2 presentaron rendimientos muy parecidos pero diferentes estadísticamente a los tratamientos F_3 y F_4 (cuadro 15, fig. 6).

Al hacer la relación peso comercial con el peso no comercial, se observa que los tratamientos que mayor relación presentaron, es decir, aquellos con mayor número de camotes comerciales para el mercado fueron: $F_1 K_0$, $F_1 K_1$, $F_2 K_2$ y $F_2 K_3$ respectivamente (cuadro 3A).

Los rendimientos encontrados en el presente estudio, resultaron superiores a los que encontró Lizárraga (43) para camote en monocultivo con cantidad alta de fertilizantes. Zumbado (93) por su parte, obtuvo un rendimiento máximo de 12,77 ton/ha en su trabajo, pero este rendimiento resultó inferior incluso al menor de los rendimientos obtenidos en este trabajo.

Cuadro 15. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios usados en el análisis de varianza para establecer las diferencias en rendimiento comercial y no comercial del camote sometido a diferentes tratamientos de fertilización, Turrialba, Costa Rica. 1978

Fuentes de variación <u>1/</u>	G.L.	Rendimiento comercial	Rendimiento no comercial
Rep.	3	$3,2 \times 10^{10}$	$3,4 \times 10^6$
Trat.	15	$1,9 \times 10^{10}$	$5,3 \times 10^5$
Factor A	3	$7,5 \times 10^{10}$	$1,3 \times 10^6$
Error (a)	9	$6,0 \times 10^{10}$	$1,7 \times 10^6$
Factor B	3	$6,3 \times 10^{6*}$	$3,7 \times 10^5$
Factor A x F.B	9	$4,0 \times 10^6$	$3,1 \times 10^5$
Error (b)	36	$3,5 \times 10^6$	$4,9 \times 10^5$
CV		10,7	24,6

* Diferencia significativa al 10%

1/ Factor A = Fertilización a la asociación maíz y frijol (F_1 , F_2 , F_3 y F_4).

Factor B = Fertilización potásica al camote que sigue en el mismo terreno a la asociación de maíz y frijol.

LEYENDA

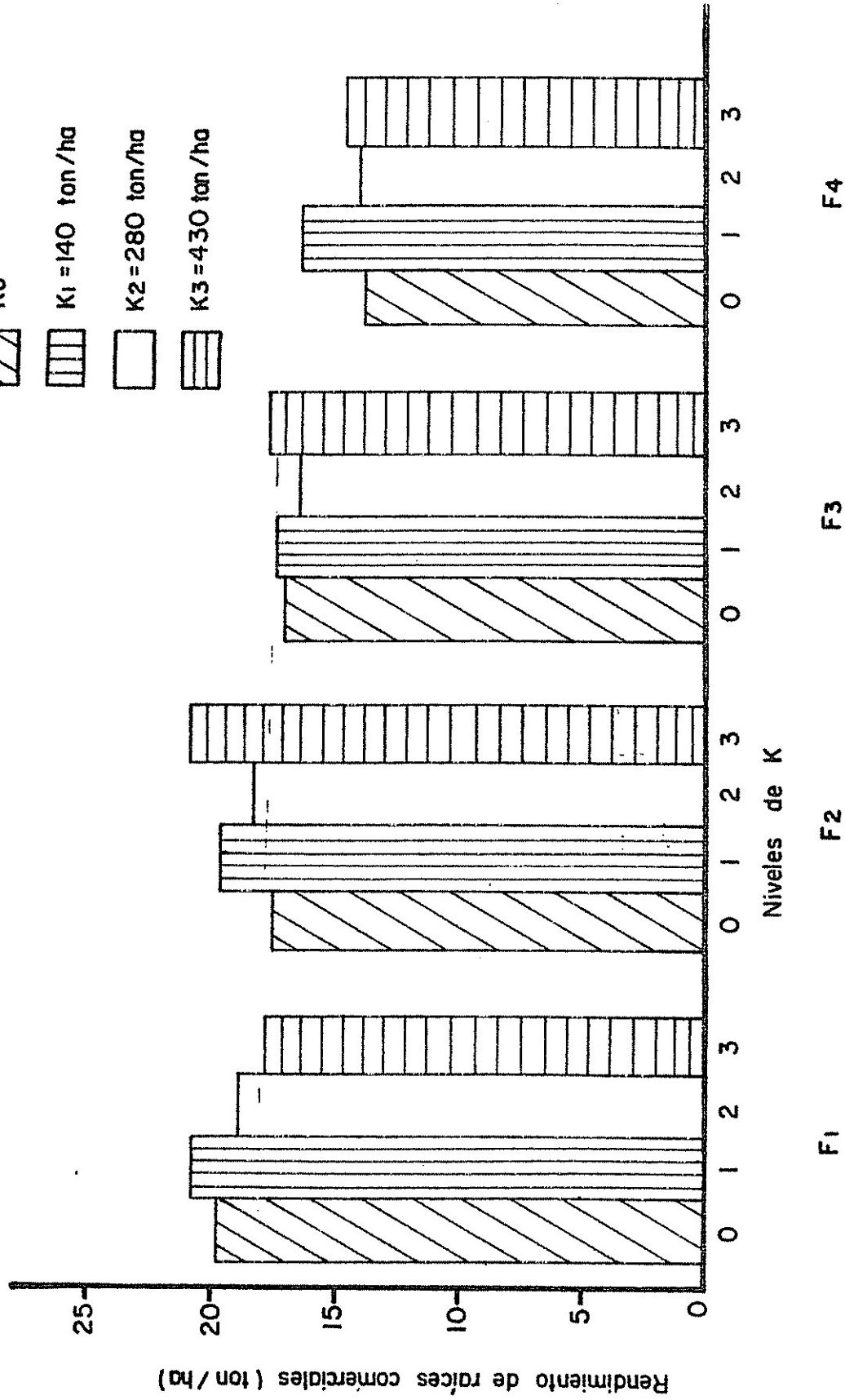
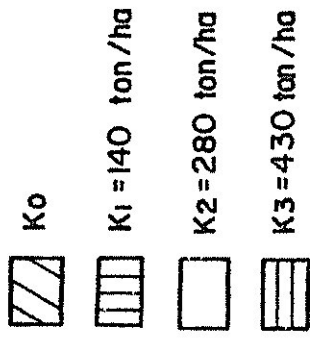


Fig. 6 Rendimiento de camote (ton/ha) fertilizado con cuatro niveles de K₂O después de diferentes dosis de fertilizantes (F₁, F₂, F₃ y F₄) aplicados a la asociación de maíz y frijol que le precedió en el terreno. Turrialba, Costa Rica. 1978

Todos los tratamientos presentaron rendimientos muy por encima a los encontrados por algunos investigadores en Turrialba (14, 15, 23, 43, 93).

Aspectos generales del cultivo

A pesar de que la tuberización se inició a los 30 días, es a partir de los 60 días cuando se produjo un incremento rápido de biomasa, resultados que coinciden con los encontrados por Escobar (23), pero no con los de Jaramillo (34) quien observó un inicio de tuberización a los 70 días.

La cosecha se efectuó a los cinco meses, tal como se observa en la fig. 5. El camote presenta una tendencia ascendente de incremento en la biomasa de raíces, lo que según MacDonald (45), hace que dicho cultivo no tenga realmente fecha exacta de cosecha y que mientras más tiempo permanece en el campo, el peso de los tubérculos aumenta, sin embargo, la calidad del producto puede afectarse.

Entre el 83 y el 87% de las raíces constituyeron raíces comerciales, es decir, con aceptación en el mercado local de Turrialba, principalmente con respecto a tamaño.

El hábito rastrero del camote, impidió que las malas hierbas progresaran y así el cultivo se desarrolló mejor. Durante todo el ciclo vegetativo se presentaron malas hierbas en forma aislada y de fácil eliminación.

Los insectos que afectaron el cultivo fueron: *Diabrotica balteata* Lec, *Diabrotica adelpa* Hor, *Metriona* sp. y *Tiphorus nigrinus* F. En las hojas se presentaron además manchas redondas de origen fungoso, necróticas, causadas probablemente por *Phoma* sp.

A los 150 días se evaluó el daño en las raíces causado por *Typhorus nigritus* F. Se utilizó una escala de severidad del 1 al 3 y sólo se consideraron en la evaluación las raíces comerciales, o sea, aquellas que presentaron un tamaño superior a 10 cms. La mayor cantidad de raíces dañadas clasificaron en el grado 3, (cuadro 16). Es importante tomar en cuenta la incidencia de plagas y enfermedades en este cultivo, ya que de la misma dependerá el orden cronológico que se le dé en los sistemas de cultivo (48, 81).

Análisis de biomasa de órganos y total.

La mayor biomasa foliar se presentó a los 60 días; estos resultados coinciden con los encontrados por Lizarraga (43). En el cuadro 4A y 5A se presentan los valores de biomasa producida por las hojas y el análisis de estos datos, respectivamente. La biomasa foliar no se vio influenciada significativamente por los tratamientos, pero se registraron diferencias significativas en peso seco entre épocas de muestreos, lo que demuestra un comportamiento dinámico en el tiempo.

En las figs. 7a y 7b se observa que después de los 60 días la biomasa foliar experimenta un descenso para volver a incrementar, aunque ligeramente, después de los 120 días, debido a que en el primer caso hay pérdidas de hojas pero luego se produce una regeneración especialmente si se presentan buenas condiciones climáticas.

La biomasa de tallo más pecíolos (cuadro 4A), al igual que la foliar, no presentó diferencias entre tratamientos, pero sí mostró diferencias significativas entre épocas de muestreos. La máxima biomasa

Cuadro 16. Porcentaje de raíces comerciales dañadas por *Typhorus nigritus* F.

Clave de los tratamientos aplicados a la asociación de maíz más frijol	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Número total de raíces comerciales	Porcentaje en cada grado de severidad ^{1/}		
			1	2	3
F ₁	K ₀	10	10	60	20
	K ₁	13	31	23	23
	K ₂	8	12,5	37,5	37,5
	K ₃	14	28,6	7	64,3
F ₂	K ₀	11	9	27,3	45
	K ₁	9	11	33	33
	K ₂	15	26,7	26,7	40
	K ₃	16	31,3	6,3	31,3
F ₃	K ₀	18	22	44	33
	K ₁	10	10	50	30
	K ₂	14	14,3	28,6	43
	K ₃	12	25	25	50
F ₄	K ₀	9	44	11	11
	K ₁	15	13	33	33
	K ₂	10	40	10	30
	K ₃	14	21	21	42

^{1/} Escala de severidad usada por el laboratorio de entomología del CATIE, Turrialba, Costa Rica.
1 = 33% de la raíz dañada; 2 = 50% de la raíz dañada y 3 = casi el 100% de la raíz dañada.

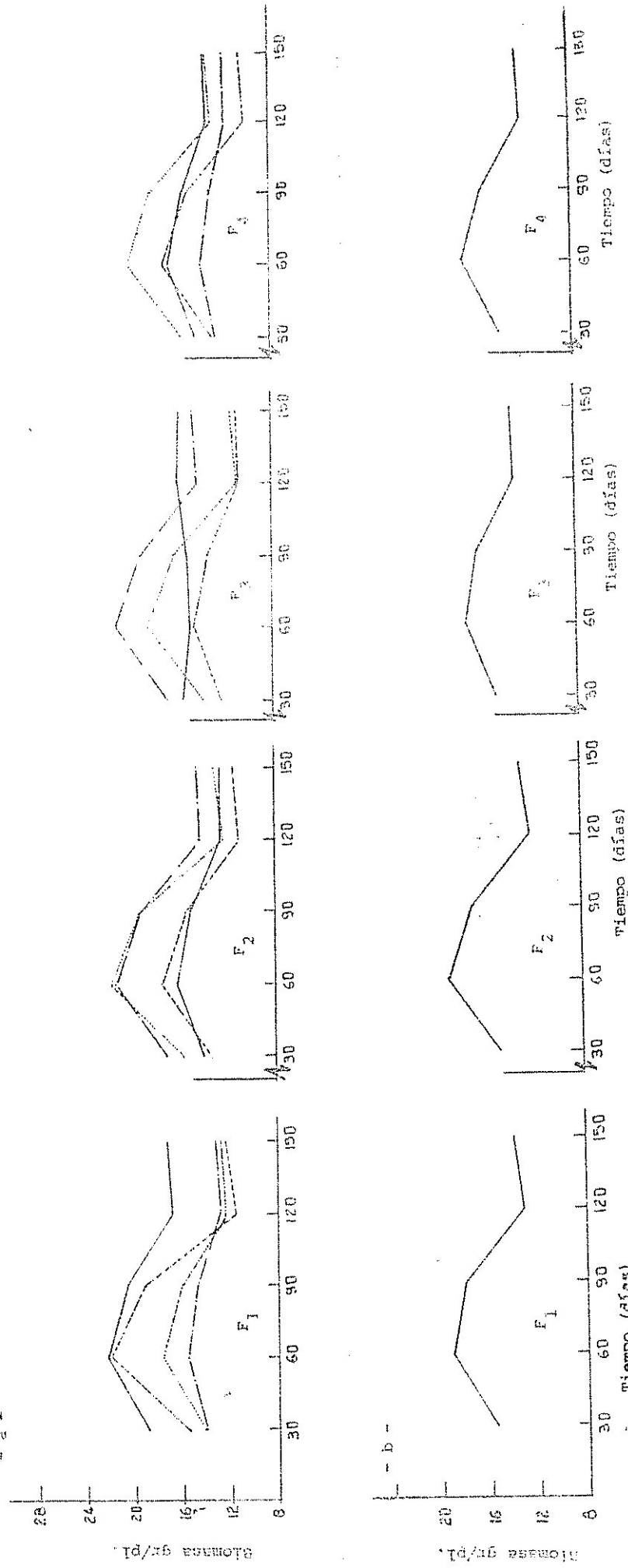


Fig. 7. Producción a través del tiempo de biomasa foliar de camote cultivado en sucesión con diferentes aplicaciones de fertilizante.
 a.- Niveles de K_2O aplicados al camote (- - - - - K_0 ; K_1 ; - · - · - K_2 ; - - - - - K_3) después de diferentes fertilizaciones (F₁; F₂; F₃; F₄) aplicados a la asociación de maíz y frijol.
 b.- Promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote.

se presentó entre los 90 y 120 días, (figs. 8a y 8b). A partir de esa edad comienza a disminuir la biomasa en estos órganos, lo que contrasta con el ligero incremento de la biomasa foliar. Los valores promedios de biomasa por planta son superiores a los encontrados por Escobar (23) y ligeramente inferiores a los reportados por Lizarraga (43).

La tuberización se inició a los 30 días, sin embargo, a partir de los 60 días es que se presentó un incremento rápido en biomasa de raíces, lo que coincide con otros estudiados (23); y este incremento sigue una tendencia lineal a través del tiempo (fig. 9). Jaramillo (34) también detectó este comportamiento, pero a partir de los 90 días. En la figura 9 se observa que la mayor tasa de incremento de biomasa lo presentó el tratamiento F_2 y el menor el tratamiento F_4 , o sea, que a medida que se aumentan las dosis de fertilizante aplicado al suelo, la producción de biomasa subterránea del camote disminuye.

El análisis estadístico de estos datos (cuadro 5A) mostró diferencias significativas entre épocas de muestreos. Los valores encontrados a los 60, 90 y 120 días son superiores a los reportados por Escobar (23), posiblemente debido a mejores condiciones de precipitación o diferencias en las épocas de siembra.

En la fig. 10 se observa que a medida que el camote alcanza su madurez hay una mayor traslocación de productos fotosintetizados de los órganos aéreos a las raíces, (28).

Si se analiza la biomasa aérea total promedio (fig. 11a) en contraste con la biomasa subterránea, se observa que en cada uno de los tratamientos se presenta una disminución de biomasa aérea a partir de

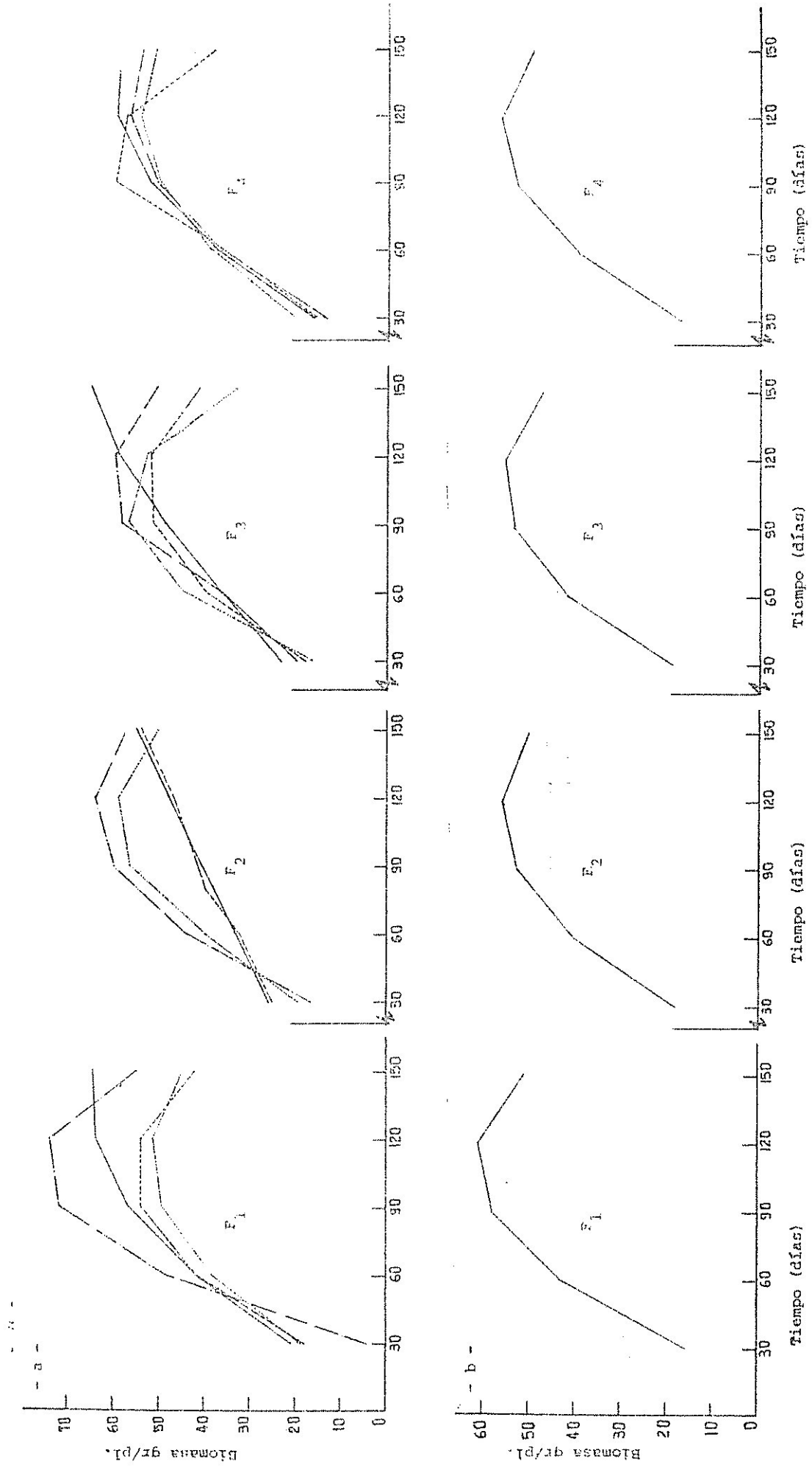


Fig. 8. Producción a través del tiempo de biomasa de tallos y pecíolos de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.

a.- Niveles de K₂O aplicados al camote (— K₀; K₁; - - - - - K₂; - · - · - K₃) después de diferentes fertilizaciones (F₁; F₂; F₃; F₄) aplicadas a la asociación de maíz y frijol.

b. Promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K₂O aplicados al camote.

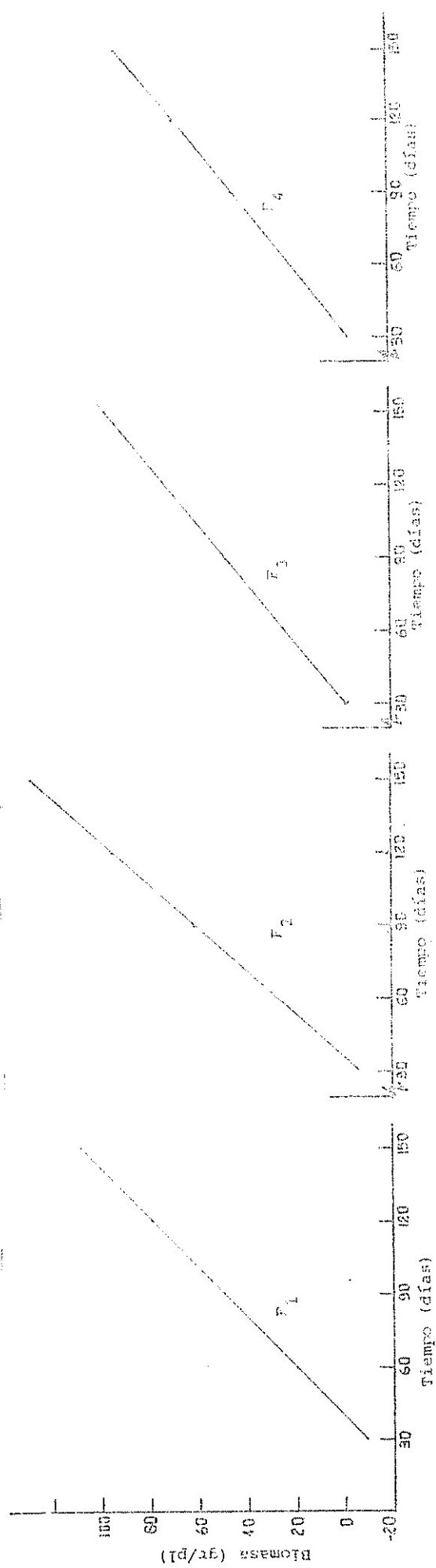





Fig. 9: Producción a través del tiempo de biomasa subterránea de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. F1, F2, F3 y F4 son las dosis de fertilizantes aplicadas al camote y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K_2O aplicados al camote sembrado en sucesión.

 HOJA ;  TALLO + PECÍOLOS ;  RIZ

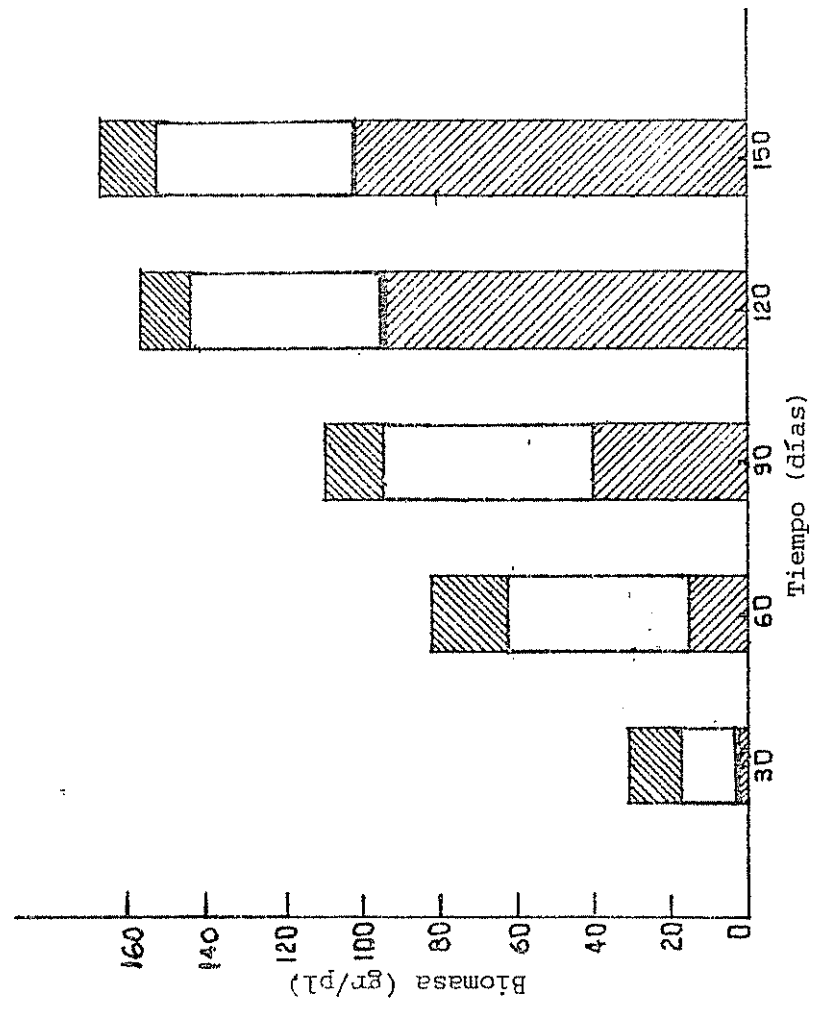


Fig. 10. Producción a través del tiempo de biomasa de hojas, tallos y pecíolos y raíces de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.

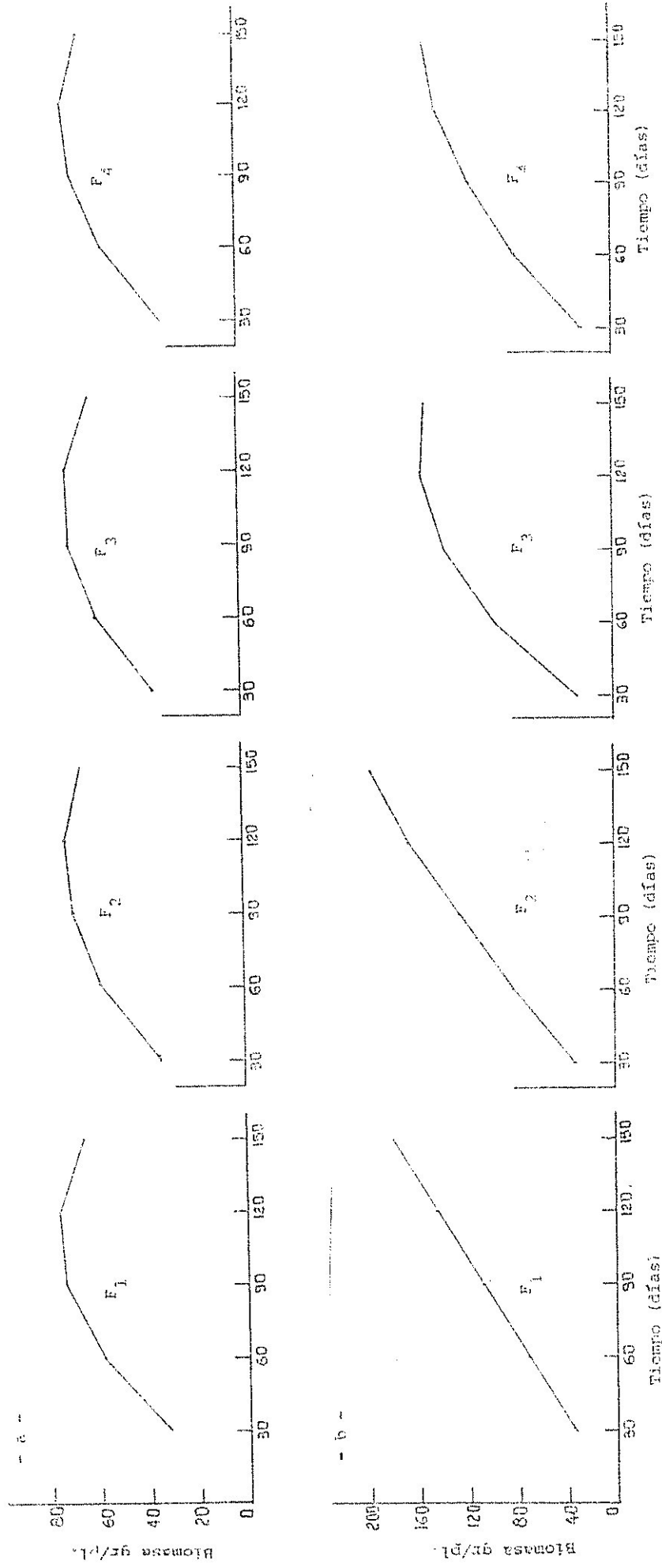


Fig. 11. a. Producción a través del tiempo de biomasa aérea (hojas, tallos y pecíolos) de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.

b. Producción a través del tiempo de biomasa total (hojas, tallos y pecíolos y raíces) de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.
 F₁; F₂; F₃ y F₄ son las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K₂O aplicados al camote.

los 120 días; debido probablemente a una pérdida del follaje a medida que se alcanza la madurez, lo que coincide con un aumento lineal de la biomasa subterránea (34). Las curvas de biomasa aérea total promedio, se ajustan a un modelo de tipo cuadrático.

La biomasa total aumenta a través del tiempo influenciada por la producción de biomasa subterránea, sin embargo, en el tratamiento F_3 se presenta una ligera disminución a partir de los 120 días. La biomasa total sigue un comportamiento de tipo cuadrático, (fig. 11 b). Los valores de biomasa total a los 150 días fueron mayores que los encontrados por Jaramillo (34), (cuadro 17).

Al considerar la biomasa total según niveles de K aplicados, se observa que la tendencia es de tipo cuadrático, tal como se observa en la fig. 12. A excepción del tratamiento F_3 , todos presentan una disminución de biomasa a medida que se aumentan las concentraciones de K. En el cuadro 17 se presentan los valores de biomasa total; en el nivel K_1 se obtuvo la mayor biomasa siendo ligeramente superior a la producida con el nivel K_0 . Si se considera la fertilización aplicada a la asociación maíz con frijol, el tratamiento F_2 produjo la mayor biomasa total.

Se analizó el incremento de biomasa total. En el cuadro 18 se presentan los valores promedios de incrementos de biomasa así como también los resultados de la prueba de Duncan para los niveles de potasio aplicados y dosis de fertilizantes aplicados a la asociación maíz con frijol.

En el análisis de los datos se detectaron diferencias significativas entre niveles de potasio aplicados. El nivel K_2 presenta el

Cuadro 17. Biomasa total en ton/ha, (Biomasa aérea a los 90 días + biomasa subterránea a los 150 días).

Clave de los tratamientos en la asociación de maíz y frijol	Niveles de K ₂ O aplicados al camote				Promedio
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	
F ₁	7,14	10,66	9,13	9,55	9,12
F ₂	12,67	9,59	10,58	7,41	10,06
F ₃	9,36	7,26	6,42	7,67	7,68
F ₄	8,05	9,83	7,63	6,33	7,90
Promedio	9,31	9,34	8,44	7,74	

Cuadro 18. Valores promedios de incrementos de biomasa total en los distintos niveles de potasio aplicados a camote y prueba de Duncan.

Fertilización aplicada a maíz con frijol	Niveles de K ₂ O aplicados a camote				Promedio*
	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	
Clave de los tratamientos					
F ₁	30,73	43,62	35,65	37,04	36,76 a
F ₂	51,21	35,38	49,77	28,70	41,27 a
F ₃	34,69	25,30	37,88	23,92	30,45 b
F ₄	30,20	41,52	35,52	22,44	32,42 b
Promedio	36,71 a	36,46 a	39,71 a	28,02 b	

* Cantidades seguidas por letras iguales no difieren significativamente.

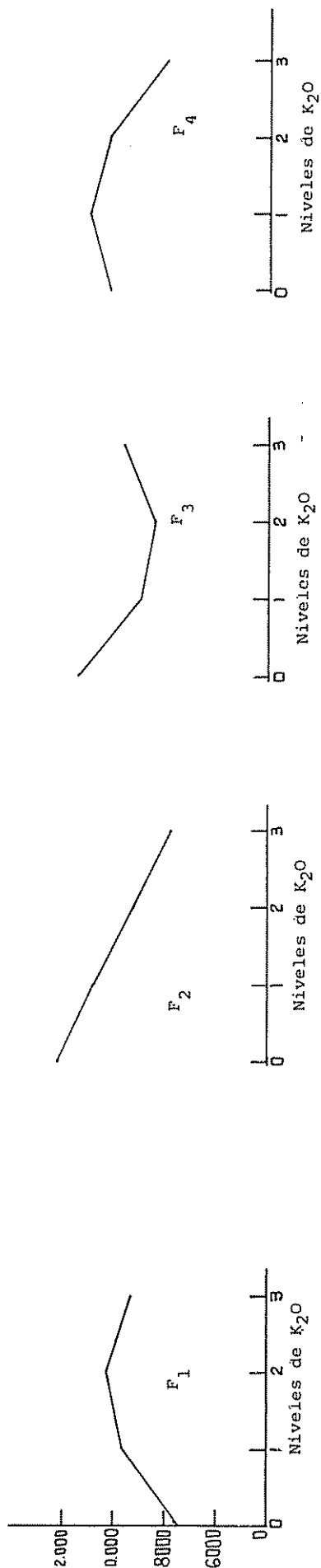


Fig. 12. Producción de biomasa total (a los 150 días), según niveles de K₂O aplicados al camote, sembrado posterior a la asociación de maíz y frijol. F₁, F₂, F₃ y F₄, son las dosis aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de los rendimientos obtenidos con los cuatro niveles de K₂O aplicados al camote.

mayor incremento promedio de biomasa, sin embargo, este valor es similar a los niveles K_0 y K_1 , siendo diferentes al nivel K_2 . En la fertilización (F_2) se produjo el incremento promedio más alto de biomasa.

Concentración y absorción de nutrimentos

En general la concentración de los elementos químicos en todos los órganos del camote resultó diferente entre épocas de muestreo, con excepción del Mg en la hoja, tal como se presenta en los cuadros 6A, 7A y 8A.

La mayoría de los elementos muestran una tendencia general de disminución a través del tiempo, debido a que las necesidades de las plantas son menores a medida que alcanzan la madurez. En este estudio, las concentraciones de N en todas las épocas de muestreo resultaron superiores al nivel crítico, considerado por Bolle Jones-Ismunadji (8) igual a 1,5%. Otros elementos como N, Ca, P, K y Mg, sin embargo, presentan un ligero incremento a partir de los 120 días, como se observa en los cuadros 6A, 7A y 8A.

De los elementos analizados en las hojas, el Fe y el Cu presentaron diferencias significativas entre repeticiones; todos los elementos excepto Mg presentaron diferencias entre épocas de muestreos, (cuadro 9A).

Los macroelementos absorbidos en mayores cantidades por las hojas fueron: $N > K > Ca > Mg > P$. La concentración de N en las hojas fue mayor que la del K a partir de los 120 días; a los 30 días las cantidades son muy parecidas. Si se analiza la concentración de N en el

camote, tomando en consideración las fertilizaciones aplicadas a la asociación maíz con frijol, se notará que a medida que se aumentaron las cantidades de N aplicadas al cultivo anterior se produjo también una mayor concentración de N en las hojas del camote que le sucedió. Con respecto a los diferentes niveles de K_2O aplicados al camote, la concentración de N en las hojas fue muy parecida, lo que indica que el contenido de K en el suelo no afectó la absorción de dicho elemento, lo que es contrario a lo que Leonard informa (42).

En los cuadros 7A y 10A se presentan los valores promedios de concentración de nutrimentos en tallo y pecíolos y el análisis estadístico de los datos. Todos los elementos analizados mostraron diferencias significativas entre épocas de muestreos. Los macroelementos presentan una tendencia a disminuir a través del tiempo, con excepción del Mg y P los cuales incrementan su concentración a los 150 días en cantidades mayores a las que se absorbieron a los 30 días.

El Mg, P y el Mn presentan diferencias significativas entre repeticiones, el Mn en particular muestra diferencia entre niveles de K_2O aplicados al suelo.

La concentración de nutrimentos mayores de los tallos y pecíolos siguió una tendencia diferente a la de las hojas, principalmente con respecto a N y K. En orden decreciente, fue el siguiente: $K > N > Ca > Mg > P$.

Los microelementos analizados presentaron sus mayores concentraciones en tejidos entre los 90 y 120 días, a excepción del Cu.

En las raíces, las concentraciones de elementos mayores en cuanto a época de muestreo, mostraron el mismo comportamiento que en los tallos + pecíolos. El orden fue el siguiente $K > N > Ca > Mg > P$. Sin embargo, las raíces absorbieron menores cantidades de dichos elementos que la parte aérea del cultivo (cuadro 8A).

El K y el N mostraron el mismo patrón de absorción, las más altas concentraciones ocurrieron en aquellos tratamientos con mayores cantidades de N y K aplicadas (31). Sin embargo, a estas concentraciones altas corresponde la menor producción de raíces tuberosas (51, 16).

En las raíces, los macroelementos presentan una disminución a través del tiempo, incrementando su concentración en el tejido a los 150 días. Los microelementos salvo algunas excepciones, disminuyen con el tiempo.

Los cuadros 8A y 11A presentan las concentraciones de los diferentes elementos estudiados y el análisis de los datos.

En la fig. 13, se observa que en las raíces, el K presenta un incremento a partir de los 120 días, igual comportamiento encontró Jaramillo (34).

La concentración de elementos mayores presentó una tendencia más o menos parecida a la seguida en los diferentes órganos, disminución a través del tiempo y un ligero incremento a los 150 días. Los microelementos disminuyeron su absorción a esta misma edad.

En el cuadro 12 se presenta el análisis de varianza de los datos de la absorción total de nutrientes. El Fe, Mn y Zn muestran diferencias significativas entre repeticiones. Los valores de todos

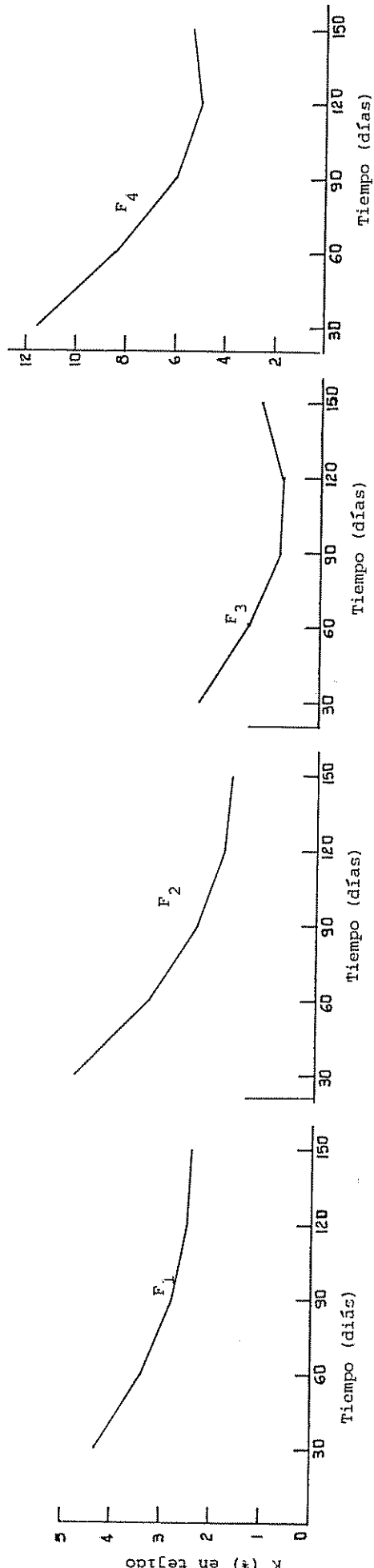


Fig. 13. Concentración de K en hojas, tallos y pecíolos y raíces a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. F₁, F₂, F₃ y F₄ son las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol y representan el promedio de la concentración obtenida en los cuatro niveles de K₂O aplicados al camote.

los elementos analizados son estadísticamente diferentes según las épocas de muestreos.

La mayor absorción de N por las plantas ocurre durante los primeros 60 días. Este elemento junto con el K se absorben en mayores cantidades. La absorción de nutrimentos por la planta como un todo a través del tiempo fue en el siguiente orden: $N > K > Ca > Mg > P$, lo que coincide con el orden que corresponde a hoja.

En los cuadros 13A, 14A y 15A se dan las cantidades totales de elementos absorbidos por hojas, tallos y pecíolos y raíces a los 150 días. Como se observa en dichos cuadros, las hojas contienen la mayor cantidad de nitrógeno, mientras que las raíces absorben la mayor cantidad de K. La absorción de nutrimentos a la edad de 150 días presenta el siguiente orden: $K > N > Ca > Mg > P$, esta misma secuencia se presentó en los tallos y pecíolos.

En el cuadro 16A se presentan las cantidades totales de nutrimentos en Kg/ha absorbidas por la planta a los 150 días. En general, las raíces consumen las mayores cantidades de nutrimentos debido a que en esa edad producen la mayor cantidad de biomasa.

Producción de biomasa total, K absorbido total y porcentaje de K en tejidos a través del tiempo.

En las figs. 14a, 14b, 15a y 15b se observa que el porcentaje de K en tejidos en cualquiera de los tratamientos probados sigue la misma tendencia, se presenta una disminución de su concentración a través del tiempo, pero, a partir de los 120 días esta se aumenta ligeramente. El

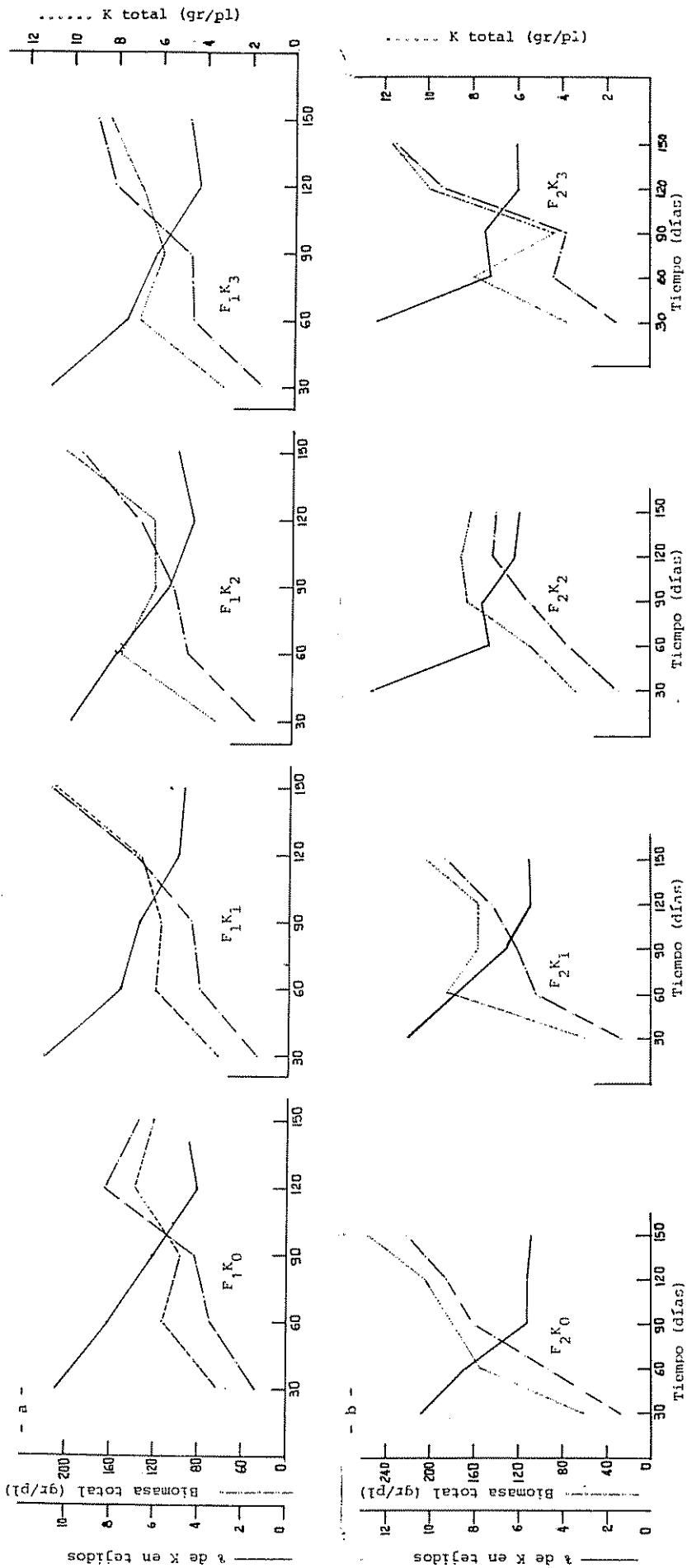


Fig. 14. Porcentaje de K en tejido, biomasa total y absorción total de K, a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.

a.- F_1 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0 , K_1 , K_2 y K_3 .

b.- F_2 dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K_0 , K_1 , K_2 y K_3 niveles de K_2O aplicados al camote.

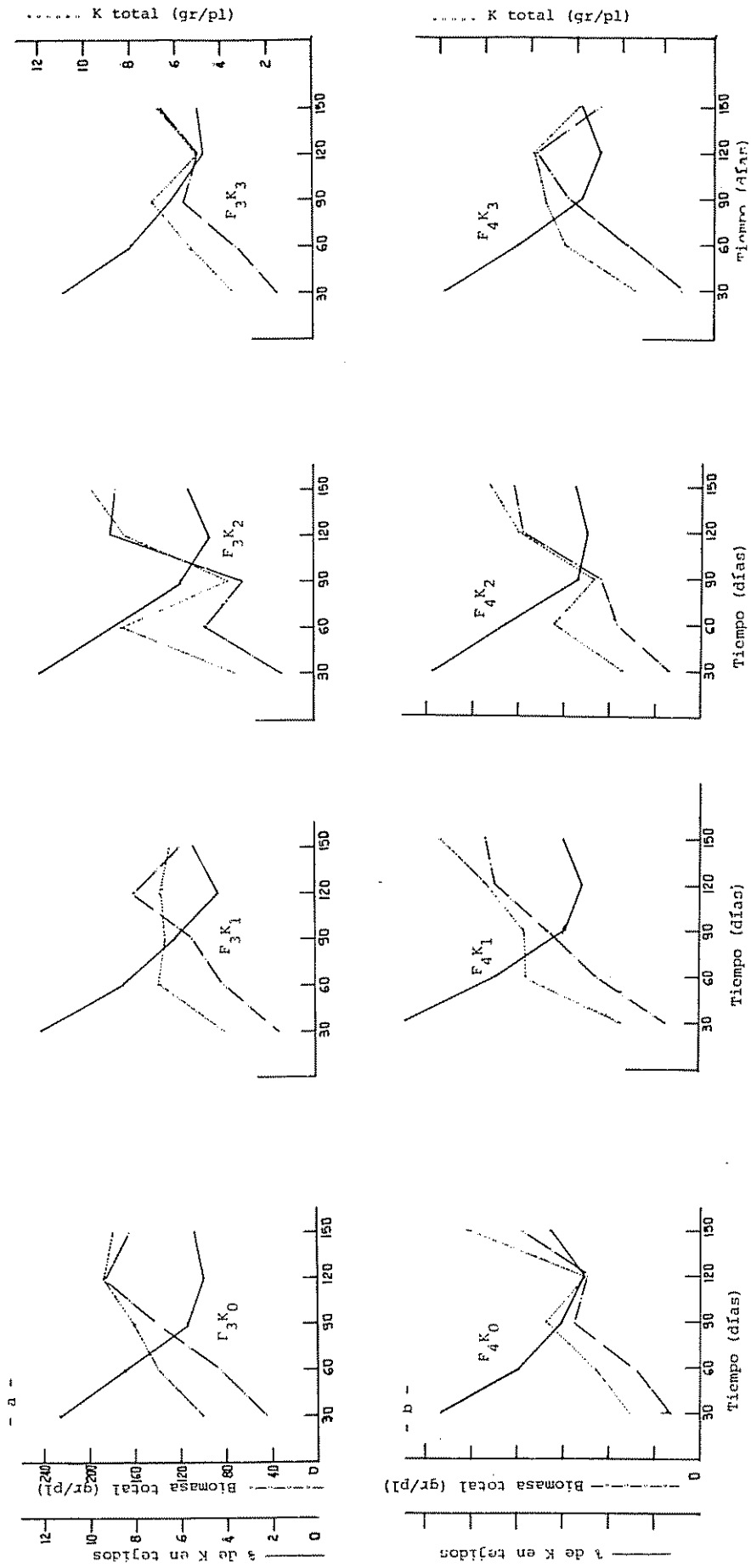


Fig. 15. Porcentaje de K en tejido, biomasa total y absorción total de K, a través del tiempo, en camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.

a.- F₃ dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K₀, K₁, K₂ y K₃ niveles de K₂O aplicados al camote.
 b.- F₄ dosis de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol y K₀, K₁, K₂ y K₃ niveles de K₂O aplicados al camote.

nivel K_0 en la fertilización F_1 presenta una disminución del K total absorbido, como consecuencia de una disminución en la biomasa total. En los demás niveles de K, la absorción total de K aumenta a través del tiempo.

El porcentaje de K en el nivel K_0 de la fertilización F_0 , presenta un incremento superior al que experimentan los demás tratamientos.

al analizar las curvas de K total y de biomasa total se nota que las mismas desarrollan el mismo patrón de comportamiento y que a pesar de una disminución del porcentaje de K en el tejido a través del tiempo (debido a una dilución de la concentración de los elementos), simultánea, hace que la curva sea diferente en dirección a la de K en tejido.

Energía asimilable

En general, los sistemas de producción que incluyen una raíz, son productores de mayores cantidades de energía comestible que otros que no la incluyen. En Turrialba, Costa Rica, los sistemas que producen frecuentemente mayores cantidades de energía son aquéllos que incluyen la yuca o el camote como componentes de dichos sistemas (14, 15).

El cuadro 19 muestra los promedios de energía comestible producida por cultivo y de todo el sistema para cada combinación de tratamientos. El camote presenta rendimientos superiores a los de la asociación maíz con frijol.

Se calculó la energía comestible total, considerando a aquellos subtratamientos que presentaron los mayores o menores valores de biomasa comestible total. Para ambos casos, se realizó un análisis de varianza (cuadro 20). No hubo diferencias significativas para los valores de energía comestible total. La mayor producción de energía la presentó el tratamiento F_2 , seguida por F_1 , F_3 y F_4 en orden decreciente. Mateo (46) al trabajar con la asociación maíz con camote bajo tres niveles de fertilización, encontró que la mayor producción de energía total de proteínas, grasas y carbohidratos se presentó cuando se aplicó 150, 90 y 150 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente.

Análisis económico

En los cuadros 17A y 18A se incluye la mano de obra en jornales para los dos componentes del sistema en estudio. Según se observa, las actividades que mayor cantidad de mano de obra demandaron fueron: deshierba y cosecha en las dos épocas experimentales, siembra y preparación de lomillos para el camote. El cultivo del camote necesitó un 60% de la mano de obra utilizada en todo el sistema de producción, lo que contrasta con el porcentaje necesitado por los cultivos maíz y frijol asociados. Sin embargo, los retornos económicos son mayores para el camote que para la asociación de cultivos.

El mayor beneficio neto para la asociación maíz con frijol está dado por el tratamiento F_1 , o sea, aquel con menores cantidades de fertilizante. La diferencia en beneficio neto entre el menor tratamiento y el mayor es de 637,05 colones a favor del menor (cuadro 21).

Cuadro 20. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios usados en el análisis de varianza para establecer las diferencias en energía comestible producidas por maíz y frijol sembrado en sucesión, Turrialba, Costa Rica, 1978.

Fuentes de variación	G.L.	CM	CM
Repeticiones	3	15478716,10 n.s.	107910483,80 n.s.
Tratamientos	3	148233913,43 n.s.	79828417,47 n.s.
Error	9	154302847,50	165075756,23
C.V.		18,2	21,1

Cuadro 21. Presupuesto parcial de datos promediados del rendimiento de maíz y frijol cultivados en asocio y sometidos a diferentes tratamientos de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Concepto	Tratamiento de fertilizantes (N-P ₂ O ₅ y K ₂ O kg/ha)		
	F ₁	F ₂	F ₃
	125-90-30	156-112-37	187-135-45
			219-157-52
Rendimiento maíz (ton/ha)	3.49	3.66	3.62
Beneficio bruto maíz (P = 0.97\$/kg)	6682.53	7216.83	7147.22
Rendimiento frijol (ton/ha)	0.64	0.62	0.66
Beneficio bruto frijol (P = 0.95\$/kg)	3151.52	3082.02	3251.75
Beneficio bruto M + F	10034.05	10298.86	10398.97
COSTOS VARIABLES:			
Fertilizante	1901.09	2373.91	2850.00
BENEFICIO NETO (€/ha.)	8132.96	7934.95	7548.97
			3326.09
			7435.91

Si se presentara una baja de un 10% en el rendimiento del frijol, el tratamiento F_1 presentaría un beneficio neto de 7,817,81 colones, como se aprecia en el cuadro 22.

En el componente camote, considerando el aprovechamiento de la fertilización aplicada al maíz y al frijol, el mayor beneficio neto (¢63.542,43) se obtiene con el tratamiento F_1 cuya diferencia con el tratamiento F_4 es de ¢19.065,78.

En cuanto a los subtratamientos (niveles de K_2O) aplicados al camote posteriormente, el mayor beneficio neto se alcanza con el nivel K_1 seguido por $K_0 > K_3 > K_2$ en ese orden (cuadro 23). La diferencia entre el mejor y el peor tratamiento es de ¢5.572,16.

El análisis de sensibilidad realizado para el camote (cuadro 24) muestra que una disminución en el precio de este producto de 22,13% con respecto al precio de venta utilizado en el presupuesto parcial, proporciona un beneficio neto para el tratamiento F_1 de ¢14.013,11 y de ¢12.642,00 para el subtratamiento K_1 .

El cuadro 25 incluye los ingresos netos por cada componente. El ingreso neto total para todo el sistema es de 65.036,88 colones si se toma en cuenta el tratamiento F_1 de la asociación maíz con frijol y del camote. Ahora bien, el ingreso neto del sistema es de 60.467,17 colones si se considera la fertilización F_1 de la asociación maíz y frijol y el nivel K_1 del camote.

Si se presentaran una disminución del 10% en el rendimiento del frijol y un 22,1% en el precio de camote, el ingreso neto total que se obtendría es de 15.184,41 y 13.753,40 colones según se considere el

Cuadro 22. Beneficios netos mínimos por hectárea para cada tratamiento en la asociación de maíz y frijol cultivado con diferentes dosis de N, P₂O₅ y K₂O, Turrialba, Costa Rica. 1978.

Concepto	Tratamientos de fertilizantes (N-P ₂ O ₅ y K ₂ O kg/ha)			
	F ₁ 125-90-30	F ₂ 156-112-37	F ₃ 187-135-65	F ₄ 219-157-52
Rendimiento frijol (-10% de baja en rendimiento)	0,57	0,56	0,59	0,57
Beneficio bruto frijol (-10% de baja en rend.)	2836,37	2773,82	2926,58	2822,28
Beneficio bruto M + F	9718,90	9930,65	10073,80	10508,40
COSTOS VARIABLES:				
Fertilizante	1901,09	2373,91	2850,00	3326,09
BENEFICIO NETO	7817,81	7556,74	7223,8	7182,31

Cuadro 23. Presupuesto parcial de datos por hectárea promediados de tratamientos de fertilizantes aplicados al camote cultivado posterior a la asociación de maíz y frijol, Turrialba, Costa Rica, 1978

Clave de los tratamientos aplicados a la asociación maíz con frijol	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Rend. Promedios Kg/ha	Beneficio Bruto ^{1/}	Costos variables ^{2/}	Beneficio neto g/ha
F ₁	K ₀	19736.78	63552.43	-----	63552.43
	K ₁	20723.63	66730.09	486.90	66243.19
	K ₂	18984.93	61131.47	929.30	60202.17
	K ₃	17763.10	57239.18	1371.70	55867.48
F ₂	K ₀	17645.60	56618.83	-----	56818.83
	K ₁	19783.80	63703.84	486.90	63216.94
	K ₂	18186.03	58559.02	929.30	57629.72
	K ₃	20817.63	67032.77	1371.70	65661.07
F ₃	K ₀	17058.23	54927.50	-----	54927.50
	K ₁	17199.20	55381.42	486.90	54834.52
	K ₂	16353.30	52657.63	929.30	51728.33
	K ₃	17528.13	56440.58	1371.70	55068.88
F ₄	K ₀	13815.73	44486.65	-----	44486.65
	K ₁	16259.35	52355.11	486.90	51868.21
	K ₂	14050.72	45243.32	929.30	44314.02
	K ₃	14520.63	46756.43	1371.70	45384.73

^{1/} Beneficio bruto=Py; Py = β3.22/Kg ^{2/}Costos variables=Fertilizante (1.58/kg) + aplicación (1.38 jornal/ha)

8.54 colones costarricense=U.S.\$ 1.00

Cuadro 24 . Resultados del análisis de sensibilidad asumiendo un precio mínimo de ₡33.2/46.6 Kg para el camote sembrado en sucesión después de la asociación maíz con frijol, Turrialba, Costa Rica, 1978.

Clave de los tratamientos aplicados a la asociación maíz con frijol	Niveles de K ₀ aplicados al camote	Beneficio bruto 1/	Costos variables 2/	Beneficio neto ₡/ha
F ₁	K ₀	14013.11	-----	14013.11
	K ₁	14713.78	486.90	14226.88
	K ₂	13479.30	929.30	12550.00
	K ₃	12611.80	1371.70	11240.10
F ₂	K ₀	12528.38	-----	12528.38
	K ₁	14046.50	486.90	13559.60
	K ₂	12912.08	929.30	11982.78
	K ₃	14780.52	1371.70	13408.82
F ₃	K ₀	12111.34	-----	12111.34
	K ₁	12211.43	486.90	11724.53
	K ₂	11610.84	929.30	10681.54
	K ₃	12444.37	1371.70	11072.67
F ₄	K ₀	9809.17	-----	9809.17
	K ₁	11544.14	486.90	11057.24
	K ₂	9976.01	929.30	9046.71
	K ₃	10309.65	1371.70	8937.95

1/ Beneficio Bruto = PyX 2/ Costos Variables = fertilizante (₡1.58/Kg) + aplicación (1.38 jornal/ha)

Py = ₡0.71/Kg 8.54 colones costarricense= U.S.\$1.00

Cuadro 25. Ingreso neto de los tratamientos recomendados en el presupuesto parcial para el sistema maíz asociado con frijol y camote en sucesión. Turrialba, Costa Rica. 1978.

Tratamiento	Beneficio neto	Costos fijos	Ingreso neto
F ₁ (Asociación maíz con frijol)	8.132,96 7.817,81 ^{1/}	3.199,06 3.199,06	4.933,90 4.618,75
F ₁ (camote en sucesión)	63.552,43 14.013,11 ^{2/}	3.447,45 3.447,45	60.104,98 10.565,66
K ₁ Subtrata- miento aplicado al camote	59.040,72 12.642,06 ^{2/}	3.447,45 3.447,45	55.533,27 9.134,61

^{1/} Beneficio neto soportando una disminución de 10% en el rendimiento de frijol.

^{2/} Beneficio neto con una disminución de 22,1% en el precio de venta del camote.

tratamiento F_1 en los dos componentes o la fertilización F_1 en la asociación de maíz y frijol y el nivel K_1 en el camote, respectivamente.

Características químicas del suelo del área experimental

Los resultados del análisis antes de iniciar el experimento (cuadro 17A) indican que la concentración de K va de mediana a adecuada, los niveles de P son bajos, los de Mg marginales y los valores de Ca adecuados. Existe un desbalance en la relación Mg/K el que se incrementó con las aplicaciones de K tanto a la asociación de maíz y frijol como al camote sembrado en sucesión. La capacidad de intercambio efectiva es adecuada y el porcentaje de saturación de acidez es bajo.

En el cuadro 19A se presentan las principales características del suelo antes de la siembra de camote. En el mismo se aprecia que los valores de pH, obtenidos en agua, mostraron diferencias significativas entre profundidades del suelo. Estos valores de pH son considerados bajos por Hardy (29) y el suelo en general de acidez media (25).

Valores de pH ligeramente más altos corresponden a profundidades entre 5-20 cm. Sin embargo, tal como se observa en el cuadro 22A, en el muestreo realizado después de la cosecha de camote se registraron diferencias significativas entre los valores de pH según niveles de K aplicados, repeticiones y diferentes profundidades. En el cuadro 20A se observa que ahora los valores más altos de pH del suelo están en cambio a la profundidad de 0-5 cm. Este aumento en el pH va acompañado de una disminución en la acidez extractable o aumentos en la concentración de Ca y Mg. Es posible que los residuos de maíz depositados antes

de la siembra de camote, en su proceso de descomposición, retornaran al suelo parte del Ca y Mg extraído por el cultivo de maíz, lo que pudo contribuir a aumentar la concentración de dichos elementos, en este caso Mg principalmente, y afectar indirectamente el pH al final de la cosecha de camote.

En los cuadros 19A y 20A se presentan también los valores de la acidez intercambiable. El análisis de varianza de los datos se muestra en los cuadros 21A y 22A.

Según el análisis del muestreo anterior a la siembra del camote, existen diferencias significativas al nivel de 1% entre profundidades para valores de acidez intercambiable. En este caso, los mayores valores de acidez intercambiable coincidieron con los valores de pH y con las menores concentraciones de Ca y Mg (25). Sin embargo, los valores de acidez a la profundidad estudiada del segundo muestreo no son diferentes estadísticamente y la relación entre pH y acidez sigue la misma tendencia a excepción de los tratamientos F_2K_1 y F_3K_1 . Los valores de pH en estas parcelas se comportan igual a los valores del muestreo realizado después de la cosecha de camote, es decir un incremento en pH ocasionado por un aumento en la concentración de Ca y Mg, cuadro 20A.

En general el camote aparenta ser un cultivo tolerante a la acidez del suelo (13, 62). En Puerto Rico Talleyrand y Lugo-López (83) comprobaron que en parcelas con pH igual a 4,7 en los primeros 25 cm, el rendimiento de raíces comerciales de camote no se afectó.

Los valores de Ca para el muestreo antes de la siembra de camote fueron significativos entre profundidades y los mayores valores se presentan de 5 a 20 cm debido a que este elemento es fácilmente

arrastrado por el agua de percolación (25), cuadros 19A y 21A. Los valores de Ca para el muestreo después de la cosecha, mostraron diferencias significativas entre repeticiones y profundidades, y al igual que en el primer muestreo los mayores valores se encontraron de 5 a 20 cm.

Los valores de Ca en ambos muestreos son adecuados de acuerdo a las guías de interpretación usadas en el laboratorio del CATIE.

En los cuadros 19A, 20A, 21A y 22A se presentan los valores correspondientes a Mg y al análisis de varianza para estos datos. El Mg presentó diferencias significativas entre profundidades en el muestreo realizado antes de la siembra de camote y los mayores valores se encontraron a la profundidad de 5-20 cm. El análisis de varianza para los datos después de la cosecha, indican que el Mg presentó diferencias significativas entre niveles de K aplicados.

En las fertilizaciones aplicadas a la asociación de maíz y frijol (F_1 y F_2), las mayores concentraciones de Mg aparecen a la profundidad de 0-5 cm, mientras que en las fertilizaciones F_3 y F_4 las mayores concentraciones de dicho elemento están a la profundidad de 5-20 cm. En general hubo una disminución de Mg a la profundidad de 5-20 cm. en el muestreo después de la cosecha debido a la absorción por las plantas o pérdidas por lixiviación (25, 85). Los valores encontrados en ambos muestreos son considerados adecuados^{1/}, y en todas las parcelas están por encima del nivel crítico, que es de 0.8 meq/100 ml de suelo.

^{1/} Guías de interpretación. Programa de Fertilidad de Suelos. CATIE, Turrialba.

Los resultados de los análisis de suelo de los muestreos realizados indican que las aplicaciones de K contribuyeron a aumentar las concentraciones del K intercambiable. En el cuadro 19A se observa que los valores de K encontrados en el muestreo antes de la siembra de camote clasifican como altos de acuerdo a las guías de interpretación del laboratorio del CATIE.

En el segundo muestreo, tal como se observa en el cuadro 20A las cantidades de K a la profundidad de 0-5 cm son más altas, posiblemente debido a una acumulación del fertilizante potásico en la zona de aplicación. En este muestreo no hubo un aumento en la concentración de K a ambas profundidades, a excepción de las parcelas con el nivel K_0 , en las cuales, la concentración de dicho elemento a la profundidad de 5-20 cm disminuyó, debido a una utilización por las plantas, pues principalmente a esta profundidad se desarrolla el sistema radicular. A pesar de que las cantidades de K en las parcelas K_0 son bajas, las mismas están por encima del nivel crítico que es de 0,2 meq/100 ml de suelo^{1/}. En ambos muestreos las mayores concentraciones de K se encuentran a la profundidad de 0-5 cm.

El fósforo es un elemento relativamente estable en los suelos. La alta estabilidad que presenta, impide que sea lixiviado o volatizado como ocurre con el nitrógeno. La disponibilidad de P para las plantas es muy reducida, ya que este elemento se fija fácilmente en condiciones de acidez o se precipita en suelos con pH altos. En los muestreos realizados las concentraciones mayores están entre 0-5 cm de profundidad, lo que posiblemente limitó su absorción por las plantas si se considera que

^{1/} Guías de interpretación. Programa de Fertilidad de Suelos. CATIE, Turrialba.

las raíces se desarrollan a mayor profundidad.

Los valores de P a la profundidad de 5-20 cm están por debajo del nivel crítico, bajo estas condiciones se podría obtener respuesta por los cultivos, sin embargo, algunos investigadores coinciden en que dicho elemento no influye en los rendimientos de camote (16).

El análisis de varianza para los valores de P, en el primer muestreo (cuadro 21A) muestra las diferencias significativas entre repeticiones, en los tratamientos con N, P_2O_5 y K_2O aplicados previamente a la asociación maíz y frijol y entre profundidades. Después de la cosecha, la única diferencia significativa encontrada para este elemento se presentó entre profundidades de muestreos, tal como se observa en el cuadro 22A.

En los cuadros 18A y 19A se presentan los porcentajes de materia orgánica, nitrógeno y carbono orgánico. Cada una de estas características químicas presentó valores muy parecidos en ambos muestreos. Sólo se registraron diferencias significativas entre repeticiones en el primer muestreo (cuadro 21A). En el segundo muestreo, el nitrógeno y la materia orgánica presentaron diferencias significativas entre repeticiones. Los valores de estas dos características siguen la misma tendencia, ambos guardan estrecha relación ya que la materia orgánica bajo ciertas condiciones provee al suelo de nitrógeno (85, 86).

Los valores de ambas características se consideran medianos (29). La relación C/N sirve para caracterizar al nitrógeno y sus relaciones con la materia orgánica del suelo. Para el cálculo de esta relación se consideran los valores de N total y de carbono orgánico. Los valores de la relación C/N pueden variar entre 8 y 14 (25). En este

estudio se encontraron valores muy parecidos en las dos profundidades de muestreo, estos van desde 11,05 hasta 12,40 como se puede apreciar en los cuadros 19A y 20A. Estos valores indican que se está produciendo la mineralización del N. En el primer muestreo la única diferencia estadística la presentó la relación C/N entre los niveles de potasio aplicados antes de la siembra del camote.

Los valores de la relación Ca/Mg del muestreo antes de la siembra, son ligeramente mayores a la profundidad de 0-5 cm. A excepción de los tratamientos F_2K_1 y F_3K_3 , los valores oscilan entre 4.145 y 4.809. Los valores encontrados en las dos profundidades son considerados como adecuados $\frac{1}{2}$. En los mismos se nota la predominancia de Ca en el suelo con respecto al Mg. El análisis de varianza para los datos de Ca (cuadro 21A) muestra diferencia significativas entre repeticiones.

En el muestreo realizado después de la cosecha, los mayores valores de la relación Ca/Mg se presentaron a la profundidad de 5-20 cm, debido a la disminución que presentó el Mg, posiblemente por influencia del cultivo y a ligeros aumentos en la concentración de Ca. Según el análisis de varianza (cuadro 22 A) se encontró diferencias significativas entre niveles de potasio aplicados, entre repeticiones y profundidades de muestreos.

Los cuadros 19A y 20A presentan los valores de la relación Mg/K. Como muestran dichos cuadros, los valores más altos de la relación

1/ Guías de interpretación. Programa de Fertilidad de Suelos. CATIE, Turrialba.

están a la profundidad de 5-20 cm y están por debajo del valor óptimo^{1/} indicando una predominancia de potasio con respecto al magnesio. Para ambos muestreos el análisis de los datos mostró diferencias significativas entre repeticiones y profundidades, (cuadros 21A y 22A).

Después de la cosecha, la mayoría de los tratamientos presentaron una relación Mg/K un poco baja pero encima del nivel crítico, excepto en aquellos tratamientos en los cuales la cantidad de K aplicada fue mayor y por lo tanto se acumuló mayor cantidad de dicho elemento.

^{1/} Guías de interpretación. Programa de Fertilidad de Suelos. CATIE Turrialba,

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que:

1. La asociación de maíz y frijol, fertilizada con cuatro dosis diferentes de N, P_2O_5 y K_2O , no presentó diferencias estadísticas entre dosis en término de rendimiento por hectárea considerando los cultivos individualmente o en conjunto. Sin embargo, para el caso del maíz, la diferencia entre el tratamiento con mayor cantidad de fertilizante (219, 157, 52 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O) y el menor (125, 90, 30 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O), fué de 0,40 ton/ha de grano.

La fertilización que aportó mayor beneficio neto (8132,96 colones) fue aquel tratamiento con menores cantidades de N, P_2O_5 y K_2O aplicadas a la asociación de cultivos. A medida que aumentaron las cantidades de fertilizantes aplicadas, el beneficio neto disminuyó proporcionalmente pues el análisis económico consideró la fertilización como un costo variable.

2. De las dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz con frijol, en aquella que recibió las menores cantidades de N, P_2O_5 y K_2O , se presentó el mayor rendimiento de camote posteriormente. A su vez los niveles de K_2O aplicados al camote sembrado después de la asociación de maíz y frijol, la cantidad de 168 kg/ha de K_2O resultó la mejor en término de rendimiento. Ambos casos registraron también mayores beneficios netos.

3. Es necesario investigar con más profundidad cual es la mejor fertilización en la asociación de maíz y frijol que sin afectar los rendimientos de dichos cultivos, permita una mayor producción de camote sembrado en sucesión. Es conveniente además, probar con otras raíces tales como: tiquisque (*Xanthosoma* sp), ñame (*Dioscorea* sp), malanga (*Colocasia* sp), etc. según las condiciones ecológicas existentes del área bajo estudio.
4. El nivel alto de K en el suelo estudiado y la distribución de lluvias determinaron los rendimientos obtenidos en camote. Sería conveniente estudiar el desempeño de este sistema u otro similar, en condiciones ecológicas distintas de suelo con niveles más bajos de K y distribución de la precipitación con el período seco más definido.
5. Aparentemente en climas húmedos donde las lluvias siguen una distribución de precipitación, con un período seco corto, la cosecha de granos durante el período seco y de una raíz durante el más lluvioso son buenas alternativas, ya que ambos se comportaron bien a bajos niveles de fertilización.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, J.A. y MIRANDA, H. Los sistemas de producción de frijol. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 76 p.
2. AGUIRRE, V.A. Estudios de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. 83 p.
3. AIYER, A.K. Mixed cropping in India. Indian Journal of the Agricultural Sciences 19:439-443. 1949.
4. ALEXANDER, D., SANAMDAN, N. and NAIR, R.V. Studies on the effect of methods of nitrogen application on mineral uptake of high yielding sweet potato varieties. Agricultural Research Journal of Kerala 14(1):21-26. 1976.
Compendiado en Field Crop Abstracts 30(11):676. 1976.
5. ANDREWS, D. and KASSAN, A. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In R. I. Papendick, P. A. Sánchez and G. B. Triplett (ed). Multiple cropping. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1976. pp. 1-10.
6. BADILLO, F.J. and LUGO-LOPEZ, M. Effect of four levels of N-P-K and micronutrients on sweet potato yields in an oxisol. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 60(4):597-605. 1976.
7. BAZAN, R. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. In Bornemisza, E. y Alvarado, A. eds. Manejo de Suelos en la América Tropical. 1975. pp. 234-251.
8. BOLLE-JONES, E. and ISMUNADJI, M. Mineral deficiency symptom of sweet potatoes. Empire Journal of Experimental Agriculture 31(121):60-64. 1963.
9. BOSWELL, V.R. Commercial growing and harvesting of sweet potatoes. U.S. Department of Agriculture. Farmers Bulletin no. 2020. 1950. 38 p.
10. BRADFIELD, R. Intensive multiple cropping. Tropical Agriculture, 51(2):91-93. 1974.

11. BREDA FILHO, J. Adubação de batata doce con diferentes doses de nitrogenio, fosforo e potassio. *Bragantia* (Brasil) 25(26): 291-296. 1966.
12. BURHAN, H.O. and SAID, W.N. Residual effects of N, P and K applied to cotton on following crops of sorghum; dolichos and wheat in the Sudan Gezira. *Journal of Agricultural Science* 84(1):81-86. 1975.
13. CAMARGO, P. FREIRE, F.S. y VENTURINI, W.R. Efeito da calagen e de diversas adubações na batata doce e no cara em solos de baixa fertilidade derivados do arenito Botucatu. *Bragantia* (Brasil) 21:143-161. 1962.
14. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Memoria anual 1975-1976. Turrialba, Costa Rica, 1976. 156 p.
15. _____. Memoria anual 1976-1977. Turrialba, Costa Rica, 1977. 166 p.
16. CONSTANTIN, R.J. et al. Effects of potassium and phosphorus fertilization on quality of sweet potatoes. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 102(6):779-781.
17. DIAS, B.C. Alguns indices bioeconomicos associados as combinações multiculturais, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays*) e batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) (Lam.)). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CRTEF, 1974. 110 p.
18. DIAZ-ROMEY, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernaderos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1978. 62 p.
19. _____. Determinación de nitrógeno total en suelos, método semi micro-Kjeldahl. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 2 p.
20. EDMOND, J.D. Sweet potatoes: production, processing, marketing. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, 1971. pp. 123-147.
21. DUCKHAM, A.N. and MASEFIELD, G.F. The nature of food and agricultural systems. In *Farming Systems of the World*. Inglaterra, Chatto Windus Ltd., 1971. pp. 3-20.
22. ELLIS, G. and HANNER, K.C. The carotene content of tomatoes as influenced by various factors. *Journal of Nutrition* 25:539-553. 1943.

23. ESCOBAR, C.R. Análisis del crecimiento y rendimiento del camote en monocultivo y en asociación con frijol, yuca y maíz. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 81 p.
24. FABRO, L.E., BAUTISTA, O.K. and MALIXI, M.M. Dry matter accumulation and nutrient uptake of "BMAS 51" sweet potato at different stages of growth. *Philippine Agriculturist* 60(5-6): 205-213. 1976.
25. FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis en suelos de América. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 398 p.
26. GARCIA, J.J. Producción de camote, maíz y soya a diferentes combinaciones y presiones de cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 42 p.
27. GOLLIFER, D.E. Effect of applications of potassium on annual crops grown on soils of the Dala series in Malatia, British Salomon Islands. *Tropical Agriculture* 49(3):261-268. 1972.
28. HAHN, S.K. Sweet potato. *In* Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press. U.S.A. 1977. pp. 237-247.
29. HARDY, F. Soil of the IAIAS area. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 76 p.
30. HO, C.T. Report on response of sweet potato to potash in Taiwan. *Potash Review* 27:1-6. 1965.
31. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez-Saa. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1978. 216 p.
32. IJDO, J.B. The influence of fertilizers on the carotene and vitamin C. content of plants. *Biochemical Journal* 301:2307-2312. 1936.
33. JANZEN, D.H. Tropical agroecosystems. *Science* 182:1212-1219. 1973.
34. JARAMILLO, M.S. Absorción de nutrimentos por maíz (*Zea mays* L.) y camote (*Ipomoea batatas* (L.) (Lam.)) en asociación y su fertilización con N y K. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 194 p.
35. JOHNSON, C.M., and ULRICH, A. Analytical methods for use in plant analysis. California, Experiment Station. Bulletin no. 766. 1959. pp. 26-45.

36. KASS, D.C. Simultaneous polyculture of tropical food crops with special reference to the management of sandy soils of the Brazilian Amazon. Thesis Ph.D. Ithaca, N.Y., Universidad de Cornell, 1976. 265 p.
37. KATTAN, A.A. and FLEMING, J.W. Effect of irrigation at specific stages of development on yield quality, growth and composition of snap beans. Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences, 68:329-342. 1956.
38. KNAVEL, D.E. The influence of nitrogen and potassium nutrition on vine and root development of the Allgold sweet potato at early stage of storage root enlargement. Journal of the American Society for Horticultural Sciences, 96(6):718-720. 1971.
39. KAUROV, J.A. and BUDKEVITCH, T.A. Kinectics of mineral nutrients in oats and peas in pure and mixed stands during growth and development. Adadému Navuk BSSR, Biyalagichnykh Navuk 5:26-30. 1973.
Compendiado en Field Crop Abstracts 30(11):676. 1977.
40. KUNG, P. Multiple cropping in Taiwan. World Crops 21(2):128-130. 1969.
41. LANTICAN, R.M. and SORIANO, P.M. The response of sweet potato to different fertilizer treatments. Philippine Agriculturist 45(5):258-263. 1961.
42. LEONARD, O.A. Effect of nutrient level on the growth and chemical composition of sweet potatoes in sand cultures. Plant Physiology, 23(2):223-237. 1948.
43. LIZARRAGA, N.A. Evaluación del crecimiento del camote (*Ipomoea batatas* L.) y su relación con la radiación solar, en monocultivo y en asociaciones con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y maíz (*Zea mays* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 102 p.
44. MACARTHUR, J.D. General tendencies in development of farm systems In Ruthenberg, H. Farming Systems in the Tropics. Oxford University Press, 1971. pp. 232-236.
45. MACDONALD, A.S. Sweet potato with particular reference to the Tropics. Field Crop Abstracts 16(4):219-225. 1963.
46. MATEO, N. Evaluación agronómica de un sistema de producción con maíz (*Zea mays* L.) y camote (*Ipomoea batatas* (L.) (Lam.)). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 74 p.

47. MELHORAMENTO, E. Producao do milho no Brasil. Ed. E. Porteniani. s.l., Fundacao Gargill, 1978. 650 p.
48. MONTALDO, A. Batata o camote. In _____. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos no. 21. 1977. pp. 144-191.
49. MORENO, R. Efecto de diferentes sistemas de cultivo sobre la severidad de la mancha angular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) causada por *Isariopsis griseola* Sacc. Agronomía Costarricense 1(1):39-42. 1977.
50. _____ and HART, R. Intercropping with cassava in Central America. In Workshop Intercropping with Cassava. Trivandrum, Kerala, India, 1978. 22 p.
51. _____ et al. Un programa de investigación en sistemas de agricultura para pequeños agricultores; fundamentos y metodología. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1976. 26 p.
52. _____. Sistemas y enfoque de sistemas. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 33 p.
Presentado en el Seminario en Sistemas de Producción de Cultivos Anuales, Turrialba, Costa Rica, 1977.
53. MORENO, O., TURRENT, A. y NUÑEZ, R. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. Agrociencia (México), 14:103-117. 1973.
54. MORITA, T. Effects of heavy application of nitrogen and potassium on top growth tuber formation and (tuber) thickening of sweet potatoes grow on different types of soils. Journal Japanese Society for Horticultural, 33(1):75-80. 1964.
Compendiado en Field Crop Abstracts, 18(2):114. 1965.
55. MULLER, L. Un aparato micro-Kjeldalh para análisis rutinario rápido de material vegetal. Turrialba (Costa Rica) 11(1):17-25. 1961.
56. NAIR, P.K., SINGH, A. and MODGAL, S.C. Maintenance of soil fertility under intensive multiple cropping in northern India. Indian Journal of Agricultural Science, 43(3):250-255. 1973.
57. NAVARRO, L. Dealing with risk and Uncertainty in crops production, a lesson from small farmers. In Symposium on Risk and Uncertainty in Decision Processes of Small Farms in Less Developed Countries, San Diego, California, 1977. 29 p.

58. OLTEANU, A. Investigation of the effect of chemical fertilizers applied in split dressings on the field and quality of irrigate mixed maize bean crops. *Lucrari Stiintifice, Institutul Agronomic N Balc Bucuresti, A. (Agronomie)*. Abstracts 26(1):13. 1973.
Compendiado en *Field Crop Abstracts* 26(1):13. 1973.
59. PALADA, M.C. and HARWOOD, R.R. The relative return of corn-rice intercropping and monoculture to nitrogen application. *In Crop Science Soc. of the Philippines. Scientific meeting 5th, 1974. Proceedings.* 1973. pp. 26-29.
60. PANTOJA, C. et al. Primera aproximación a las prácticas de fertilización y densidad de población de la asociación maíz-frijol en el área de influencia del Plan Puebla. *Revista ICA (Colombia)*, 10(3):295-306. 1975.
61. PEARCE, S.C. and GILLIVER, B. The statistical analysis of data from intercropping experiments. *Journal Agricultural Sci. Camb.*, 91:625-632. 1978.
62. PEREZ, E.R. Effect of soil pH and related acidity factors on yields of sweet potatoes and soybeans grown on typical soils of the humid tropics. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 61(1):82-89. 1977.
63. PERRIN, R.K. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Folleto de Información no. 27. 1976. 54 p.
64. REHN, G.W. and SORENSEN, R.C. Soybean yields on a silt loam soil as influenced by prior fertilization, row spacings, and plant populations for corn. *Soil Science*, 124(4):235-240. 1977.
65. ROBBINS, R.W. The effect of potassium deficiency upon the structure and composition of the sweet potato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 29:471. 1932.
66. RUTHENBERG, H. *Farming systems in the tropics.* Oxford University Press, 1971. 313 p.
67. SAIZ DEL RIO, J.F. y BORNEMISZA, E. Análisis químico de suelos, métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 107 p.
68. SALTER, P. and GOODE, J. Crop responses to water at different stages of growth. London, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1967. pp. 25-60.

69. SANCHEZ, P.A. ed. Soil management in multiple cropping systems. In _____. Properties and management of soils in the Tropics. New York, Willey, 1976. pp. 478-532.
70. SAMUELS, G. and LANDRAU JUNIOR, P. The influence of fertilizers on the carotene content of sweet potatoes. *Agronomy Journal* 44(1):348-352. 1952.
71. _____. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yields and quality. In *International Symposium on Tropical Root Crops*, St. Augustine, Trinidad, 1967. Proceedings. pp. 86-91.
72. SANABRIA, E. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación frijol-maíz, cultivada en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 79 p.
73. SANKARA, G.H. et al. Residual effect of N, P and K applied to JR-8 on succeeding soybean crop. *Indian Journal Agricultural Research*, 7(3-4):177-182. 1973.
74. SCOTT, L.E. and BOUWKAMP, J.C. Seasonal mineral accumulation by the sweet potato. *Horticultural Science* 9(3):233-235. 1974.
75. SECRETARIA DE INTEGRACION ECONOMICA DE CENTROAMERICA. El desarrollo integrado de Centro América en la presente década; bases y presupuesto para el perfeccionamiento y reestructura del Mercado Común Centroamericano. Estudio no. 4: Programa de Desarrollo Integrado, Guatemala. SIECA, 1972. 304 p.
76. SORIA, J. et al. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (Costa Rica), 25(3):283-293. 1975.
77. SPLITTSTOESSER, W.E. Protein quality and quantity of tropical roots and tubers. *Horticultural Science*, 12(4):294-298. 1977.
78. STEINBAUER, C.E. and BEATTLE, J.H. Influence of lime and Calcium Chloride applications on growth and yield of sweet potatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 36:526-532. 1938.
79. STEEL, R.D and TORRIE, H.J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
80. STEWART, G.A. High potential productivity of the tropics for cereal crops grass forage crops and beef. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 36(2):85-101. 1970.

81. STRYDOM, E. All about sweet potato. Farming in South Africa. 40(8):44-67. 1964.
82. SUBBA, R.N. Nitrogen gains by legumes and residual nitrogen left behind in the soil through Rhizobium applications. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding, 35(2):236-238.
83. TALLEYRAND, H. and LUGO-LOPEZ, M.A. Effect of five levels and three sources of N on sweet potato yields on an ultisol. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico, 50(1):9-14. 1976.
84. THE CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE. Farming systems research at the International Agricultural Research Centers. 1978. 66 p.
85. THOMPSON, L.M. Soils and soil fertility. McGraw-Hill, U.S.A., 1952. 339 p.
86. TISDALE, S. y Nelson, W. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Traducido por Jorge Balasch y Carmen Piña. Barcelona, España, Eds. Montaner y Simon S.A., 1970. 760 p.
87. WALKER, J.L. y BEJARANO, W. Uso práctico de los modelos discontinuos para interpretación rápida de la respuesta de cultivos a la aplicación de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1978. 84 p.
88. WHARTON, C.R. ed. Subsistence agriculture: concepts and scope. In _____. Subsistence Agriculture and Economic Development, Chicago, Ill., Aldine, (c1969). 481 p.
89. WEITZ, R. From peasant to farmer, a revolutionary strategy for development. Columbia, University Press, New York, 1971. 292 p.
90. WILLEY, R.W. Intercropping; its importance and research needs. pt. 1: competition and yield advantages. Field Crop Abstracts 32(1):1-9. 1979.
91. WILSON, L.A. Effect of different levels of nitrate nitrogen supply on early tuber growth of two sweet potato cultivars. Tropical Agriculture 50(1):53-54. 1973.
92. ZANDSTRA, H.G. Cropping systems research for the Asian rice farmer. In Symposium on Cropping Systems Research and Development for the Asian Rice Farmer, Los Baños, Philippines, 1976. 17 p.

93. ZUMBADO, A. Rendimiento y calidad e incidencia de *Asturia elevalis* y otros insectos en camote cosechado en varias épocas Tesis Ing. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1967. 34 p.

APENDICE

Cuadro 1A. Resultados de análisis de suelo, muestra tomada antes de la siembra de maíz en asocio con frijol. Turrialba, Costa Rica.

N° LAB	N° Muestra	pH H ₂ O	meg/100 ml de suelo			Σ	% sat. Acidez	µg/ml de suelo						Relaciones		
			Ca	Mg	K			Acid. extr.	P	Fe	Mn	Zn	Cu	S	Ca/Mg	Mg/K
1767	A ₁	4.9	7.3	1.51	0.30	0.4	9.51	4.2	8	342	30.7	5.3	3.0	18.8	4.8	5.0
1762	B ₁	5.0	8.5	1.88	0.49	0.2	11.07	1.8	14	330	49.7	5.2	3.2	12.5	4.5	3.8
1771	C ₁	5.1	7.5	1.89	0.45	0.3	10.14	3.0	7	165	35.7	1.5	2.3	23.8	4.0	4.2
1763	D ₁	5.1	8.3	1.85	0.50	0.2	10.85	1.8	10	284	31.1	4.9	3.1	18.8	4.5	3.7
1768	E ₁	5.0	7.9	1.59	0.30	0.3	10.09	3.0	11	415	46.7	6.1	3.2	23.8	5.0	5.3
1770	A ₂	5.1	8.5	1.74	0.35	0.2	10.79	1.9	11	337	42.7	6.2	3.2	23.8	4.9	5.0
1769	B ₂	5.0	7.6	1.53	0.45	0.3	9.88	3.0	14	364	51.9	6.7	3.1	28.8	5.0	5.1
1764	C ₂	5.0	7.3	1.37	0.31	0.3	9.28	3.2	11	273	29.9	4.5	2.5	12.5	5.3	4.4
1765	D ₂	4.8	7.4	1.52	0.27	0.5	9.69	5.2	11	379	36.2	6.4	3.3	23.8	4.9	5.6
1766	E ₂	5.1	7.5	1.86	0.58	0.2	10.14	2.0	14	257	36.6	6.2	3.3	23.8	4.0	3.2

Cuadro 2A. Condiciones climáticas promedio de la zona donde se realizó el experimento.
(Diciembre 1977- Noviembre 1978. Turrialba, Costa Rica.

	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
TEMPERATURA C°												
Máxima	26.4	26.1	25.4	26.8	27.7	28.6	27.4	27.5	27.3	27.5	27.4	27.0
Mínima	17.4	16.1	17.6	17.6	17.6	19.1	18.6	18.6	18.7	18.6	18.6	18.8
Media	21.9	21.1	21.5	22.2	22.6	23.8	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.9
PRECIPITACION (mm)	74.2	62.6	267.1	65.5	50.5	233.1	252.7	244.1	173.3	221.7	234.8	312.3
BRILLO SOLAR												
Mensual (Horas)	138	168.5	124.5	131.4	168.0	148.2	126.0	129.5	137.5	133.6	148.1	146.6
Diario (Horas)	4.45	5.43	4.44	4.23	5.59	4.78	4.20	4.17	4.43	4.45	4.77	4.88
RADIACION												
Mensual cal/cm ² /mes	13,104	14,937	10,033	12,337	13,810	12,732	13,370	111.60	12,222	12,228	12,561	11,082
Promedio Diario cal/cm ² /día	422.70	481.80	458.3	398.3	460.3	410.7	379	360.0	394.3	407.6	405.2	369.4
HUMEDAD RELATIVA (%)	89.6	86.7	90.6	88.4	85.11	89.4	91.3	90.6	90.6	90.3	90.2	92.0

Cuadro 3A. Promedios de producción de raíces comerciales, no comerciales y total, número de plantas cosechadas, relación peso comercial con no comercial y porcentaje de raíces de camote cultivado en sucesión después de la asociación de maíz y frijol y con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978.

Clave de los fertilizantes aplicados a la asociación MF	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Prod. comercial de raíces tubero sas (ton/ha)	Prod. no comercial de raíces tubero sas (ton/ha)	No. de plantas cosechadas	Prod. total de raíces tubero sas (ton/ha)	Relación peso comercial peso no comercial	Porcentaje de raíces comerciales
F1	K ₀	19.737	2.619	131.00	22.556	7.00	87.5
	K ₁	20.724	2.866	129.75	23.590	7.23	87.9
	K ₂	18.985	3.242	136.25	22.227	5.85	85.4
	K ₃	17.763	2.773	132.00	20.536	6.41	86.5
F2	K ₀	17.646	3.383	136.50	21.029	5.21	83.9
	K ₁	19.784	3.008	137.25	22.791	6.58	86.8
	K ₂	18.186	2.538	134.50	20.724	7.17	87.8
	K ₃	20.818	2.867	134.50	23.684	7.26	87.9
F3	K ₀	17.058	2.867	133.50	19.925	5.95	85.6
	K ₁	17.199	3.430	131.25	20.629	5.01	83.4
	K ₂	16.353	3.242	127.50	19.595	5.64	83.5
	K ₃	17.528	2.819	132.00	20.347	6.22	86.1
F4	K ₀	13.816	2.397	132.75	16.212	5.76	85.2
	K ₁	16.259	2.819	138.00	19.078	5.77	85.2
	K ₂	14.051	2.350	134.25	16.400	5.98	85.7
	K ₃	14.521	2.162	126.50	16.682	6.72	87.0

Cuadro 4A. Biomasa por órgano y total (gr / planta)
de cañote de la variedad C-15

Clave De Trat	Subtrat	Epoca de Muestreo (Días)	Peso Seco Raíz	Peso Seco Hoja	Peso Seco Tallo + Pecíolo	Peso Seco Total
F ₁	K ₀	30	1.31	13.45	13.79	28.550
		60	12.53	18.65	38.16	69.340
		90	26.06	11.09	44.99	82.138
		120	99.80	15.12	120.63	164.296
		150	85.86	12.10	36.73	134.698
	K ₁	30	2.06	13.40	14.06	29.518
		60	17.42	21.09	47.41	80.435
		90	24.38	11.28	51.38	87.625
		120	87.46	10.25	40.33	138.043
		150	150.97	17.34	50.50	218.810
	K ₂	30	2.08	16.10	16.76	34.940
		60	19.16	26.93	50.83	96.908
		90	37.18	15.09	59.20	111.438
		120	71.16	15.83	52.12	139.119
		150	99.85	21.81	70.41	192.075
	K ₃	30	1.73	13.61	14.26	29.588
		60	15.97	26.29	49.43	91.678
		90	26.15	14.01	56.23	96.388
		120	106.05	12.96	44.35	163.384
		150	117.89	14.06	46.97	178.294
F ₂	K ₀	30	1.77	13.37	14.25	29.390
		60	18.92	22.28	49.81	91.010
		90	78.23	19.89	61.55	159.663
		120	112.95	13.28	56.54	184.005
		150	159.93	17.93	61.10	238.949
	K ₁	30	2.06	12.85	13.81	28.715
		60	20.86	27.05	56.85	104.764
		90	51.84	13.00	54.00	118.838
		120	81.28	13.36	49.71	144.351
		150	114.63	15.90	55.31	185.836
	K ₂	30	1.47	14.63	14.66	30.748
		60	15.70	22.03	51.19	88.846
		90	30.19	6.59	40.96	77.738
		120	135.58	10.82	41.57	187.971
		150	156.98	17.08	56.01	230.055
	K ₃	30	1.33	12.35	12.82	26.493
		60	12.53	19.06	42.75	74.343
		90	43.35	14.08	51.75	109.175
		120	83.43	10.61	45.74	139.771
		150	77.38	13.19	46.71	137.275

Continuación cuadro 4A.

F ₃	K ₀	30	2.44	19.35	23.53	45.315
		60	16.30	21.99	45.75	84.034
		90	61.68	17.65	62.24	141.564
		120	116.68	15.61	56.01	188.285
		150	102.38	12.29	51.97	166.638
	K ₁	30	1.94	14.69	16.08	32.699
		60	12.15	21.70	48.01	81.860
		90	43.86	12.18	52.40	108.438
		120	89.56	15.37	56.31	161.244
		150	79.19	8.36	32.56	119.486
	K ₂	30	1.55	12.56	12.22	28.825
		60	17.93	21.80	56.65	96.375
		90	17.49	7.11	39.93	64.528
		120	113.99	15.94	51.29	181.209
		150	83.91	20.63	71.26	175.813
	K ₃	30	1.41	14.10	16.72	32.225
		60	13.77	14.83	39.30	67.948
		90	38.98	12.81	62.16	113.951
		120	55.48	10.58	39.01	105.069
		150	76.15	11.05	46.06	133.263
F ₄	K ₀	30	1.05	12.15	13.01	26.203
		60	8.11	13.16	37.05	58.318
		90	33.91	14.41	62.71	111.039
		120	49.26	8.07	41.59	98.916
		150	80.48	16.53	59.90	156.899
	K ₁	30	1.41	12.84	13.28	27.523
		60	14.02	19.35	52.79	87.398
		90	40.13	20.74	52.48	131.339
		120	123.16	10.26	38.70	180.113
		150	111.90	17.80	59.08	188.775
	K ₂	30	2.51	13.75	13.56	28.565
		60	8.56	21.14	45.50	75.105
		90	28.05	9.91	50.28	88.351
		120	88.18	13.69	55.50	157.319
		150	87.54	15.80	61.75	165.085
	K ₃	30	1.49	14.77	16.88	29.834
		60	13.80	16.58	45.86	76.234
		90	52.41	15.31	59.81	127.538
		120	87.03	11.13	59.24	157.361
		150	54.95	8.81	37.69	101.450

Cuadro 5A. Cuadrados medios y significancia de Biomasa producida en hojas; tallos y peciolo; raíces y biomasa total en camote cultivados con diferentes fertilizaciones Turrialba, Costa Rica, 1978

Fuentes de variación	G.L.	B I O M A S A			
		Hoja	Tallos+Peciolo	Raíz	Total
REPET.	3	412.51	4011.25	24720.92	10712.33
Factor A ^{1/}	3	167.17	290.96	14707.35	3901.03
Error A	9	226.86	3574.82	12960.31	5944.92
Factor B ^{2/}	3	224.10	2041.22	6378.06	3472.90
A X B	9	304.45	928.10	8792.09	4181.28
Error B	36	138.46	1662.66	5584.16	2187.46
Factor C ^{3/}	4	2754.37**	72372.32**	534215.37**	204263.38**
A X C	12	157.52	1292.99	5907.14	2048.15
B X C	12	281.84	3218.19	3995.01	2895.83
A X B X C	36	108.62	2178.69	4684.21	1813.38
Error C	192	183.59	2285.02	6533.03	2543.882

1/Factor A = Cantidades de N, P₂O₅ y K₂O aplicadas a la asociación maíz con frijol

2/Factor B = Niveles de K₂O aplicados al camote

3/Factor C = Epocas de muestreos

**Diferencia significativa al 1%.

Cuadro 6A . Concentraciones medias de nutrimentos en hoja de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978.

Clave De TPAF	Substrat	Ejemplares de Muestreo (hojas)	Concentración en %						Concentración en ppm				
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn		
F ₁	K ₀	30	1.475	0.490	3.775	0.470	4.522	1320	26.00	129.50	35.00		
		60	1.073	0.448	3.403	0.425	3.300	1265	32.50	105.00	77.50		
		90	0.655	0.470	2.965	0.395	3.300	1690	29.50	125.00	94.50		
		120	0.478	0.410	1.850	0.445	2.830	1270	39.00	161.00	58.00		
		150	0.473	0.328	2.275	0.358	3.620	895	21.00	73.00	52.50		
	K ₁	30	1.375	0.445	4.675	0.465	3.903	1790	30.00	152.00	52.00		
		60	1.105	0.493	3.075	0.410	3.923	1435	28.50	122.50	85.50		
		90	0.725	0.298	3.425	0.405	3.320	1525	16.00	144.50	75.00		
		120	0.390	0.375	2.075	0.500	3.160	1050	33.50	128.50	75.00		
		150	0.444	0.298	2.575	0.290	3.758	985	21.50	70.50	43.00		
	K ₂	30	1.393	0.483	4.150	0.435	4.110	1415	23.00	124.00	41.50		
		60	1.188	0.405	3.00	0.410	3.638	1690	31.00	105.50	86.50		
		90	0.880	0.578	3.095	0.395	3.365	1150	38.50	105.00	61.00		
		120	0.393	0.285	1.825	0.500	3.323	1425	47.50	176.50	71.00		
		150	0.465	0.328	2.450	0.418	3.553	1205	39.00	77.00	49.50		
K ₃	30	0.870	0.440	4.100	0.410	4.240	1030	26.00	132	43.00			
	60	1.076	0.433	3.100	0.415	4.00	1640	30.50	121.50	72.50			
	90	0.850	0.303	3.325	0.405	3.520	1190	10.50	125.00	109.50			
	120	0.358	0.348	1.775	0.403	3.220	1130	31.00	119.50	64.50			
	150	0.424	0.310	2.175	0.250	3.468	1700	25.50	98.50	53.00			
F ₂	K ₀	30	1.303	0.445	3.700	0.380	4.233	945	22.50	110.00	37.00		
		60	0.955	0.340	3.475	0.455	3.738	1060	29.00	90.00	76.50		
		90	0.650	0.310	3.000	0.370	3.178	1160	3.50	117.00	85.00		
		120	0.530	0.390	2.000	0.415	3.075	935	31.00	128.00	66.50		
		150	0.413	0.320	2.660	0.340	3.263	1440	22.00	76.00	48.00		
	K ₁	30	1.493	0.408	4.250	0.515	3.588	1675	27.50	130.00	49.50		
		60	1.075	0.370	3.550	0.465	3.858	1560	32.50	113.50	81.00		
		90	0.605	0.288	3.043	0.408	3.168	1190	28.50	99.00	73.50		
		120	0.443	0.428	2.075	0.410	3.393	765	30.00	120.50	56.00		
		150	0.473	0.343	2.500	0.365	3.310	1490	21.50	93.00	45.50		
	K ₂	30	1.108	0.350	4.400	0.455	4.003	1140	30.00	115.00	39.50		
		60	1.038	0.348	3.50	0.425	3.603	1360	30.00	106.00	81.00		
		90	0.635	0.275	3.095	0.365	3.298	2525	37.00	142.50	59.50		
		120	0.463	0.340	1.975	0.395	2.928	1270	35.50	147.00	54.00		
		150	0.438	0.570	2.650	0.255	3.430	1545	24.00	81.50	47.00		
K ₃	30	1.315	0.430	4.325	0.540	3.98	1325	26.50	143.00	40.50			
	60	1.090	0.455	3.200	0.435	3.563	1105	28.50	96.00	79.50			
	90	0.503	0.223	3.625	0.445	2.930	1320	10.00	111.50	98.50			
	120	0.435	0.300	2.250	0.465	3.108	685	29.00	110.00	60.50			
	150	0.382	0.295	2.850	0.335	3.290	1010	22.00	68.50	48.50			

Continuación cuadro 6A .

K ₀	30	1.335	0.445	4.350	0.350	4.260	1830	31.50	152.00	49.50
	60	1.060	0.445	3.300	0.435	3.915	1535	34.50	123.50	65.50
	90	0.833	0.390	3.275	0.360	3.555	1700	10.50	137.50	98.50
	120	0.483	0.448	2.975	0.425	3.345	945	35.50	139.50	63.00
	150	0.428	0.399	2.700	0.343	3.320	1045	24.00	77.50	59.00
K ₁	30	1.218	0.415	4.200	0.350	4.953	1475	30.50	141.50	40.00
	60	1.045	0.445	3.325	0.455	4.130	1190	33.50	114.50	74.50
	90	0.650	0.330	3.425	0.400	3.600	2030	14.50	157.00	93.00
	120	0.465	0.505	1.975	0.440	3.075	935	35.00	138.50	65.50
	150	0.430	0.308	2.525	0.268	3.655	1590	35.00	87.50	52.50
F ₃	30	1.338	0.505	4.125	0.405	4.025	1610	25.50	146.50	42.00
	60	1.070	0.405	3.375	0.425	3.748	1140	30.00	101.00	82.00
	90	0.720	0.495	3.235	0.410	3.330	1675	31.00	129.00	57.00
	120	0.403	0.430	1.900	0.458	3.383	1210	36.00	140.00	63.50
	150	0.400	0.380	2.700	0.365	3.925	970	17.50	83.00	94.00
K ₂	30	1.405	0.495	4.175	0.350	4.283	1610	34.00	167.50	43.50
	60	1.075	0.475	3.200	0.435	4.063	1395	29.50	116.50	68.00
	90	0.950	0.343	3.275	0.410	3.500	830	10.00	138.00	141.50
	120	0.425	0.420	2.025	0.440	3.280	810	32.50	129.00	75.50
	150	0.481	0.360	2.225	0.320	3.685	1210	20.50	87.00	53.50
K ₀	30	1.335	0.358	4.150	0.440	4.420	865	24.50	102.00	39.00
	60	0.980	0.470	3.100	0.445	4.100	1525	33.00	109.50	71.50
	90	0.600	0.278	3.325	0.410	3.535	1700	10.50	130.50	94.00
	120	0.453	0.453	1.875	0.395	3.430	1025	35.50	127.50	59.50
	150	0.401	0.398	3.175	0.430	3.480	1150	19.50	72.00	49.50
K ₁	30	1.200	0.353	4.425	0.440	4.040	890	25.00	106.50	38.00
	60	1.060	0.435	3.375	0.455	4.175	1450	31.50	108.00	72.50
	90	0.650	0.288	3.300	0.410	3.325	1440	9.50	118.00	68.50
	120	0.460	0.445	2.025	0.415	3.270	1020	37.50	141.00	59.00
	150	0.397	0.460	2.900	0.330	3.573	875	21.00	73.50	50.50
F ₄	30	1.470	0.490	4.785	0.420	4.460	1290	30.00	135.00	49.50
	60	1.325	0.330	3.525	0.445	4.170	1550	35.50	96.00	86.50
	90	0.690	0.335	2.875	0.338	3.560	1080	6.50	102.00	55.50
	120	0.505	0.373	1.950	0.448	3.250	1050	37.50	139.00	62.50
	150	0.424	0.470	2.750	0.340	3.655	1365	19.50	95.00	57.00
K ₃	30	1.410	0.518	4.400	0.370	4.348	1355	28.00	153.00	42.50
	60	1.228	0.420	3.525	0.465	3.873	1095	34.00	87.50	86.50
	90	0.790	0.328	3.215	0.413	3.600	1965	33.50	124.00	82.00
	120	0.395	0.395	2.125	0.418	3.413	1030	38.00	147.00	74.00
	150	0.397	0.448	2.825	0.390	3.530	1270	21.00	89.00	64.50

Cuadro 7A. - Concentraciones medias de nutrimentos en tallos y pecíolos de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978.

Clave De Trat	Subtrat	Fecha de Muestreo (Días)	Concentración en (%)							Concentración en (ppm)						
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn					
F ₁	K ₀	30	1.345	0.438	4.575	0.253	1.730	420	22.50	49.50			35.50			
		60	1.276	0.445	3.300	0.295	1.055	505	25.50	49.00			91.00			
		90	0.800	0.370	2.375	0.350	1.055	610	0.00	74.50			79.50			
		120	0.577	0.380	1.450	0.260	0.623	950	34.00	80.00			42.50			
		150	0.563	0.483	1.200	0.285	0.820	825	17.50	51.00			48.50			
	K ₁	30	1.203	0.423	4.400	0.420	1.673	595	24.00	50.00			30.50			
		60	1.290	0.515	3.225	0.290	1.393	390	37.00	47.50			62.50			
		90	0.675	0.298	2.700	0.293	1.143	845	0.00	87.00			67.50			
		120	0.487	0.323	1.950	0.230	0.853	595	32.00	69.00			41.50			
		150	0.478	0.413	1.700	0.310	0.898	860	19.00	53.00			26.00			
	K ₂	30	1.173	0.413	3.775	0.285	1.738	590	26.50	44.00			41.00			
		60	1.283	0.425	3.100	0.318	1.045	735	33.50	56.00			67.00			
		90	0.803	0.390	1.925	0.250	0.960	500	11.00	62.50			60.50			
		120	0.570	0.370	1.700	0.270	0.935	625	30.50	68.00			40.50			
		150	0.394	0.438	1.775	0.330	0.830	770	21.00	46.50			47.00			
K ₃	30	1.198	0.410	4.625	0.268	1.673	460	23.50	48.50			34.00				
	60	1.315	0.450	3.150	0.275	1.158	590	35.00	48.50			64.50				
	90	0.800	0.310	2.375	0.253	1.008	570	8.00	69.50			66.00				
	120	0.567	0.370	1.575	0.228	0.775	610	33.00	71.50			37.00				
	150	0.477	0.323	1.425	0.255	0.860	805	19.50	47.50			43.00				
F ₂	K ₀	30	1.273	0.438	4.625	0.275	1.700	435	21.50	43.00			29.50			
		60	0.985	0.608	3.675	0.340	0.980	440	35.50	42.50			51.50			
		90	0.750	0.305	2.100	0.238	0.860	1535	5.00	98.50			59.00			
		120	0.507	0.265	2.675	0.220	0.738	1225	35.00	68.50			59.00			
		150	0.568	0.438	1.550	0.310	0.783	785	23.00	49.50			59.50			
	K ₁	30	1.230	0.368	4.400	0.265	1.605	500	23.00	46.00			39.00			
		60	1.130	0.590	3.950	0.320	1.205	500	36.00	35.50			53.00			
		90	0.700	0.253	2.700	0.260	0.813	720	0.50	75.50			61.00			
		120	0.558	0.353	2.550	0.230	0.925	1985	36.50	77.00			51.50			
		150	0.510	0.395	1.750	0.230	0.860	800	24.00	46.50			65.00			
	K ₂	30	1.118	0.350	5.725	0.335	1.413	465	26.50	47.50			30.50			
		60	1.025	0.580	4.075	0.350	1.055	535	32.00	44.00			56.50			
		90	0.750	0.268	2.050	0.228	0.778	1030	1.50	81.00			66.50			
		120	0.493	0.300	2.600	0.210	0.745	765	26.50	49.00			46.00			
		150	0.459	0.358	1.350	0.275	0.775	495	19.50	40.50			59.00			
K ₃	30	1.135	0.365	5.400	0.270	1.625	440	24.50	55.50			30.50				
	60	1.265	0.545	2.875	0.340	1.218	530	37.00	46.00			58.50				
	90	0.625	0.213	3.175	0.295	0.865	600	0.00	71.00			92.00				
	120	0.514	0.280	2.900	0.283	0.738	1520	34.00	70.00			66.50				
	150	0.495	0.320	1.950	0.305	0.890	1260	27.00	53.00			48.00				

Continuación cuadro -7A .

F ₃	K ₀	30	1.133	0.455	4.625	0.275	1.868	615	25.00	50.50	27.00
		60	1.145	0.428	3.675	0.273	1.123	440	36.50	55.00	52.00
		90	0.685	0.425	2.100	0.243	0.990	560	0.00	82.00	89.00
		120	0.664	0.388	2.675	0.223	0.930	700	34.50	75.00	49.00
		150	0.448	0.448	1.550	0.280	0.800	820	22.50	49.50	49.50
F ₃	K ₁	30	1.210	0.408	4.400	0.240	2.955	510	28.00	49.50	29.00
		60	1.185	0.585	3.950	0.313	1.365	640	36.50	53.00	54.50
		90	0.665	0.453	2.700	0.260	1.130	610	12.00	64.50	52.00
		120	0.544	0.475	2.550	0.200	0.860	680	34.00	77.50	40.00
		150	0.427	0.360	1.750	0.275	0.878	1130	24.00	58.00	48.00
F ₃	K ₂	30	1.075	0.395	5.725	0.235	2.063	570	26.50	53.00	31.50
		60	1.135	0.510	4.075	0.305	1.168	565	35.00	54.50	50.50
		90	0.725	0.400	2.050	0.245	1.118	740	14.00	63.50	70.50
		120	0.610	0.403	2.600	0.270	0.948	950	35.50	76.00	55.50
		150	0.441	0.438	1.350	0.280	0.963	730	21.50	48.50	49.00
F ₃	K ₃	30	1.168	0.433	5.400	0.235	2.018	725	25.50	59.00	50.50
		60	1.170	0.515	2.875	0.290	1.188	605	38.50	60.00	54.50
		90	0.683	0.425	3.175	0.225	1.158	1095	18.00	83.50	83.50
		120	0.565	0.378	2.900	0.235	0.870	670	32.50	80.00	37.00
		150	0.435	0.405	1.950	0.245	0.933	1185	24.00	68.00	47.50
F ₄	K ₀	30	1.033	0.360	4.575	0.270	1.535	680	37.50	44.00	44.50
		60	1.230	0.555	3.700	0.308	1.420	660	38.00	56.00	71.00
		90	0.698	0.433	1.850	0.273	1.058	690	12.00	56.50	29.50
		120	0.657	0.358	1.775	0.245	0.890	1065	34.50	57.00	60.00
		150	0.410	0.443	1.625	0.378	0.880	630	20.50	36.50	41.50
F ₄	K ₁	30	1.105	0.360	5.175	0.305	1.440	470	30.00	43.50	38.00
		60	1.155	0.508	3.875	0.313	1.103	600	39.50	53.00	55.00
		90	0.638	0.385	2.050	0.238	0.868	585	11.50	55.00	60.00
		120	0.603	0.390	1.450	0.230	0.858	965	37.50	57.00	54.50
		150	0.409	0.425	1.750	0.320	0.810	550	21.50	37.00	45.00
F ₄	K ₂	30	1.058	0.375	5.100	0.270	1.615	560	24.50	49.50	38.50
		60	1.130	0.578	3.900	0.300	1.358	655	33.00	49.50	55.00
		90	0.638	0.393	2.050	0.218	1.105	400	11.50	47.50	63.50
		120	0.609	0.330	1.750	0.240	0.803	1165	32.00	59.00	60.00
		150	0.406	0.485	1.675	0.275	0.945	620	23.50	42.50	42.00
F ₄	K ₃	30	1.170	0.415	4.550	0.250	1.813	490	25.00	50.50	36.50
		60	1.130	0.570	3.325	0.305	1.310	680	37.50	57.00	83.50
		90	0.693	0.385	2.200	0.228	1.048	1485	16.50	68.50	56.00
		120	0.585	0.423	1.750	0.265	0.878	475	33.00	68.00	41.00
		150	0.438	0.430	1.775	0.310	0.878	920	22.50	56.50	47.50

Cuadro 9A . Concentraciones medias de nutrimentos en raíces de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica. 1978

Clave De Trat	Subtrat	Epoas de Muestreo (Días)	Concentración en (%)							Concentración en (ppm)						
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn					
F ₁	K ₀	30	1.263	0.323	2.325	0.235	1.310	1375	43.00	75.50	89.00					
		60	1.180	0.243	1.425	0.175	0.738	1365	28.00	61.00	53.00					
		90	0.360	0.190	0.600	0.138	0.533	915	17.50	39.50	68.00					
		120	0.391	0.115	0.930	0.153	0.430	1545	32.50	66.00	43.50					
		150	0.408	0.265	0.998	0.245	0.438	965	16.00	26.50	39.00					
	K ₁	30	1.020	0.350	2.105	0.203	1.440	2335	45.00	92.00	57.50					
		60	0.995	0.210	1.300	0.185	0.698	1235	19.50	59.00	63.50					
		90	0.375	0.160	0.675	0.153	0.578	2035	26.50	75.00	69.00					
		120	0.264	0.128	0.965	0.135	0.505	695	28.00	46.50	42.50					
		150	0.400	0.173	0.620	0.240	0.448	845	14.50	28.50	45.00					
	K ₂	30	1.255	0.300	2.150	0.238	1.308	2070	40.00	87.00	72.50					
		60	0.988	0.245	1.925	0.210	0.570	920	28.50	75.00	63.00					
		90	0.388	0.220	0.600	0.150	0.533	1460	24.50	59.00	79.00					
		120	0.293	0.653	1.020	0.150	0.515	1410	30.00	78.00	47.00					
		150	0.373	0.176	1.085	0.235	0.923	770	14.00	27.00	33.00					
K ₃	30	1.260	0.355	2.425	0.220	1.393	1235	36.00	67.00	44.50						
	60	1.265	0.250	1.400	0.185	0.925	1385	28.50	74.00	60.50						
	90	0.280	0.243	0.650	0.150	0.653	810	17.50	36.00	83.50						
	120	0.244	0.103	0.978	0.145	0.620	590	26.00	38.00	35.00						
	150	0.743	0.278	1.175	0.240	0.508	650	13.00	23.00	40.00						
F ₂	K ₀	30	1.165	0.275	2.125	0.218	0.945	1105	39.00	69.50	59.50					
		60	0.875	0.245	1.300	0.170	0.605	1365	20.00	56.50	45.50					
		90	0.410	0.220	0.625	0.150	0.488	950	19.00	39.00	53.00					
		120	0.283	0.113	0.885	0.130	0.385	1250	28.00	60.00	31.00					
		150	0.195	0.333	1.225	0.265	0.470	745	20.00	24.00	46.00					
	K ₁	30	1.340	0.288	2.250	0.240	1.663	1755	37.00	78.50	71.00					
		60	1.075	0.295	1.300	0.155	0.833	1545	23.50	61.00	53.50					
		90	0.385	0.200	0.800	0.193	0.493	780	18.00	38.50	80.50					
		120	0.239	0.095	0.775	0.115	0.373	1315	32.00	55.00	26.00					
		150	0.455	0.325	1.198	0.265	0.440	765	14.50	28.00	54.50					
	K ₂	30	1.048	0.220	2.325	0.225	1.178	965	40.50	67.00	39.00					
		60	0.675	0.263	1.450	0.165	0.690	1100	16.00	47.50	51.00					
		90	0.328	0.193	0.60	0.150	0.543	680	34.50	34.50	70.50					
		120	0.217	0.125	0.763	0.623	0.385	495	27.00	38.50	35.00					
		150	0.230	0.320	1.100	0.265	0.373	565	11.00	21.50	49.50					
K ₃	30	1.188	0.310	2.783	0.310	1.110	1215	42.50	76.50	60.00						
	60	0.950	0.278	1.100	0.150	0.760	1420	18.00	56.50	42.50						
	90	0.430	0.143	0.700	0.160	0.793	2010	34.00	80.50	55.50						
	120	0.344	0.115	0.925	0.135	0.338	650	30.50	48.50	28.00						
	150	0.658	0.325	1.110	0.230	0.448	1255	20.00	38.50	47.50						

Continuación cuadro 8A.

E3	K ₀	30	1.513	0.405	2.350	0.235	1.615	2295	44.50	94.50	66.50
		60	0.980	0.230	1.400	0.190	0.890	1820	30.00	82.50	63.50
		90	0.430	0.200	0.600	0.160	0.620	1070	19.50	48.00	46.00
		120	0.322	0.140	1.123	0.150	0.608	690	31.00	47.00	36.00
		150	0.355	0.243	1.108	0.250	0.450	805	13.50	27.00	44.00
E3	K ₁	30	1.590	0.363	2.700	0.290	1.383	1035	27.00	54.00	55.00
		60	1.250	0.358	1.225	0.180	0.690	1790	22.00	76.00	49.50
		90	0.305	0.180	0.675	0.158	0.560	635	16.00	33.50	36.50
		120	0.328	0.140	0.830	0.135	0.488	1140	31.50	56.00	32.00
		150	0.298	0.223	1.090	0.235	0.625	715	11.00	27.50	43.00
E3	K ₂	30	1.420	0.345	2.900	0.220	1.833	2400	48.00	99.00	91.00
		60	0.800	0.283	1.650	0.200	0.683	1325	16.50	59.50	55.00
		90	0.775	0.228	0.650	0.180	0.830	1160	27.50	63.00	81.00
		120	0.243	0.118	0.993	0.150	0.438	555	30.50	42.00	52.50
		150	0.385	0.283	1.250	0.255	0.555	640	10.50	25.50	51.50
E3	K ₃	30	1.313	0.303	2.250	0.250	1.710	1995	42.00	86.50	57.00
		60	1.475	0.370	1.450	0.145	0.888	2546	40.50	109.00	57.00
		90	0.468	0.233	0.725	0.150	0.648	585	18.00	40.00	55.00
		120	0.309	0.120	1.075	0.175	0.558	685	29.00	45.00	50.00
		150	0.340	0.228	1.075	0.220	0.515	745	11.50	29.00	48.50
E3	K ₀	30	1.378	0.318	2.140	0.210	1.025	1140	36.50	54.50	84.00
		60	1.200	0.380	1.050	0.170	1.035	2460	31.50	105.50	65.00
		90	0.435	0.220	0.675	0.190	0.605	870	21.00	42.00	45.00
		120	0.331	0.125	0.948	0.165	0.553	655	30.00	45.50	42.00
		150	0.968	0.360	1.250	0.260	0.610	545	23.50	47.50	51.00
E3	K ₁	30	1.260	0.283	2.500	0.233	1.120	1110	36.00	56.00	58.00
		60	0.700	0.285	1.475	0.193	0.673	1515	18.50	59.00	56.50
		90	0.358	0.193	0.700	0.173	0.550	870	16.50	37.00	54.00
		120	0.359	0.128	0.913	0.125	0.488	985	31.00	51.00	33.50
		150	0.360	0.265	1.175	0.235	0.403	595	11.50	24.00	41.00
E3	K ₂	30	1.390	0.295	2.270	0.220	1.495	2000	78.00	86.00	89.00
		60	0.925	0.268	1.300	0.185	0.748	1080	20.50	66.00	46.50
		90	0.423	0.220	0.700	0.178	0.710	1065	21.50	51.00	43.50
		120	0.282	0.120	0.965	0.153	0.515	1400	34.00	60.00	29.00
		150	0.635	0.323	1.100	0.210	0.478	370	14.00	31.00	34.00
E3	K ₃	30	1.478	0.305	2.833	0.340	1.113	1245	43.50	62.50	64.00
		60	1.000	0.313	1.275	0.173	0.830	1460	19.50	66.50	56.50
		90	0.345	0.180	0.700	0.178	0.673	600	18.00	38.50	61.00
		120	0.323	0.125	1.080	0.175	0.540	950	30.50	56.00	37.00
		150	0.353	0.323	1.250	0.250	0.523	470	10.00	34	39.50
E3	K ₀	30	1.513	0.405	2.350	0.235	1.615	2295	44.50	94.50	66.50
		60	0.980	0.230	1.400	0.190	0.890	1820	30.00	82.50	63.50
		90	0.430	0.200	0.600	0.160	0.620	1070	19.50	48.00	46.00
		120	0.322	0.140	1.123	0.150	0.608	690	31.00	47.00	36.00
		150	0.355	0.243	1.108	0.250	0.450	805	13.50	27.00	44.00
E3	K ₁	30	1.590	0.363	2.700	0.290	1.383	1035	27.00	54.00	55.00
		60	1.250	0.358	1.225	0.180	0.690	1790	22.00	76.00	49.50
		90	0.305	0.180	0.675	0.158	0.560	635	16.00	33.50	36.50
		120	0.328	0.140	0.830	0.135	0.488	1140	31.50	56.00	32.00
		150	0.298	0.223	1.090	0.235	0.625	715	11.00	27.50	43.00
E3	K ₂	30	1.420	0.345	2.900	0.220	1.833	2400	48.00	99.00	91.00
		60	0.800	0.283	1.650	0.200	0.683	1325	16.50	59.50	55.00
		90	0.775	0.228	0.650	0.180	0.830	1160	27.50	63.00	81.00
		120	0.243	0.118	0.993	0.150	0.438	555	30.50	42.00	52.50
		150	0.385	0.283	1.250	0.255	0.555	640	10.50	25.50	51.50
E3	K ₃	30	1.313	0.303	2.250	0.250	1.710	1995	42.00	86.50	57.00
		60	1.475	0.370	1.450	0.145	0.888	2546	40.50	109.00	57.00
		90	0.468	0.233	0.725	0.150	0.648	585	18.00	40.00	55.00
		120	0.309	0.120	1.075	0.175	0.558	685	29.00	45.00	50.00
		150	0.340	0.228	1.075	0.220	0.515	745	11.50	29.00	48.50
E3	K ₀	30	1.378	0.318	2.140	0.210	1.025	1140	36.50	54.50	84.00
		60	1.200	0.380	1.050	0.170	1.035	2460	31.50	105.50	65.00
		90	0.435	0.220	0.675	0.190	0.605	870	21.00	42.00	45.00
		120	0.331	0.125	0.948	0.165	0.553	655	30.00	45.50	42.00
		150	0.968	0.360	1.250	0.260	0.610	545	23.50	47.50	51.00
E3	K ₁	30	1.260	0.283	2.500	0.233	1.120	1110	36.00	56.00	58.00
		60	0.700	0.285	1.475	0.193	0.673	1515	18.50	59.00	56.50
		90	0.358	0.193	0.700	0.173	0.550	870	16.50	37.00	54.00
		120	0.359	0.128	0.913	0.125	0.488	985	31.00	51.00	33.50
		150	0.360	0.265	1.175	0.235	0.403	595	11.50	24.00	41.00
E3	K ₂	30	1.390	0.295	2.270	0.220	1.495	2000	78.00	86.00	89.00
		60	0.925	0.268	1.300	0.185	0.748	1080	20.50	66.00	46.50
		90	0.423	0.220	0.700	0.178	0.710	1065	21.50	51.00	43.50
		120	0.282	0.120	0.965	0.153	0.515	1400	34.00	60.00	29.00
		150	0.635	0.323	1.100	0.210	0.478	370	14.00	31.00	34.00
E3	K ₃	30	1.478	0.305	2.833	0.340	1.113	1245	43.50	62.50	64.00
		60	1.000	0.313	1.275	0.173	0.830	1460	19.50	66.50	56.50
		90	0.345	0.180	0.700	0.178	0.673	600	18.00	38.50	61.00
		120	0.323	0.125	1.080	0.175	0.540	950	30.50	56.00	37.00
		150	0.353	0.323	1.250	0.250	0.523	470	10.00	34	39.50

Cudro 9A . Cuadros medios y significancia para la concentración de nutrimentos en hoja de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizante. Turrialba, Costa Rica. 1978

Fuentes de G.L. variación	Concentración en (%)							Concentración en (ppm)			
	Ca	Mg	K	P	N	Fe	C	Mn	Zn		
Rept.	1	0.023	0.001	0.070	0.001	0.107	7849960.0**	1670.56*	27196.23	422.50	
Factor A <u>1/</u>	3	0.015	0.002	0.347	0.001	0.815	86587.5	47.01	1927.88	574.47	
Error A	3	0.027	0.050	0.232	0.002	0.088	207195.0	100.47	1767.24	126.13	
Factor B <u>2/</u>	3	0.006	0.057	0.095	0.001	0.006	160857.5	148.37	134.88	546.57	
FA X FB	9	0.032	0.028	0.106	0.005	0.069	187935.8	109.02	247.57	61.67	
Error B	12	0.014	0.055	0.043	0.004	0.103	219006.3	102.19	553.22	192.88	
Factor C <u>3/</u>	4	5.096**	0.054	22.744**	0.054**	5.212**	1017778.8	1399.54**	16845.16**	9488.97**	
FA X FC	12	0.023	0.053	0.098	0.006	0.060	187418.8	53.82	337.06	202.46	
FB X FC	12	0.018	0.054	0.096	0.002	0.060	70638.8	59.77	550.31	884.09**	
FA X FB X FC	36	0.017	0.045	0.063	0.002	0.091	215878.2	63.76	379.87	167.55	
Error C	64	0.025	0.065	0.128	0.004	0.133	525321.9	141.38	1413.64	344.70	

*Diferencia estadística significativa al 5% -
 **Diferencia estadística significativa al 1%.

1/ Factor A= Cantidad de fertilizante aplicada a la asociación de maíz con frijol.

2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicados al camote sembrado en sucesión.

3/ Factor C= Epocas de muestreos.

Cuadro 10A .Cuadrados medios y significancia para la concentración de nutrimentos en tallos y pecíolos de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes.
Turrialba, Costa Rica.1978

Fuentes de G.L. variación	Concentración en(%)							Concentración en (ppm)			
	Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn		
Repet.	1	0.018	0,087*	3.46	0.032*	0.48	951722.5	628.06	8108.26*	705.60	
Factor A 1/	3	0.042	0.027	1.78	0.006	0.41	232995.0	154.04	873.21	83.02	
Error A	3	0.054	0.003	1.38	0.003	0.10	70494.17	189.47	428.72	587.92	
Factor B 2/	3	0.014	0.004	0.21	0.001	0.05	84465.0	18.87	381.34*	183.37	
FA X FB	9	0.003	0.004	0.20	0.003	0.07	67110.0	24.82	107.66	145.72	
Error B	12	0.007	0.005	0.47	0.002	0.04	120801.25	17.12	81.87	254.24	
Factor C 3/	4	3.617**	0.149**	54.78**	0.028**	4.81**	952825.0**	4035.31**	4047.27**	4645.95**	
FA X FC	12	0.021	0.016	0.58	0.002	0.13	213447.0	38.30	268.90	523.85	
FB X FC	12	0.007	0.004	0.17	0.002	0.02	94623.3	29.55	82.87	114.15	
FA X FB X FC	36	0.006	0.002	0.22	0.001	0.04	131953.8	17.41	78.52	191.04	
Error C	64	0.021	0.010	0.70	0.003	0.09	200817.2	82.79	378.12	291.31	

*Diferencia estadística significativa al 5%.

**Diferencia estadística significativa al 1%.

1/ Factor A= Cantidad de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol.

2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicados al camote sembrado en sucesión.

3/ Factor C= Epocas de muestreos.

Cuadro 11A . Cuadrados medios y significancia para la concentración de nutrimentos en raíces de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica. 1978

Fuentes de G.L. variación	Concentración en (%)							Concentración en (ppm)			
	Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn		
Repet.	1	0.513	0.000	0.209	0.013	0.288	40640.63	592.90	31.506	761.256	
Factor A <u>1/</u>	3	0.112	0.003	0.073	0.005	0.181	297503.96	30.708	337.190	310.540	
Error A	3	0.107	0.013	0.106	0.013	0.125	155027.29	98.217	309.023	107.456	
Factor B <u>2/</u>	3	0.067	0.005	0.098	0.006	0.036	61527.29	72.642	146.173	189.256	
FA X FB	9	0.066	0.008	0.062	0.006	0.041	417837.29	124.725	576.501	405.756	
Error B	12	0.052	0.004	0.080	0.005	0.058	227607.29	90.921	363.594	225.956	
Factor C <u>3/</u>	4	6.247**	0.140**	14.236	0.050**	4.073**	4558189.69**	3622.681	11049.072**	4502.781**	
FA X FC	12	0.065	0.018	0.072	0.005	0.064	462472.19	75.24	402.997	412.165	
FB X FC	12	0.037	0.010	0.070	0.008	0.040	301912.19	109.11	244.501	231.527	
FA X FB X FC	36	0.040	0.010	0.047	0.007	0.035	315273.58	69.291	329.926	159.527	
Error C	64	0.104	0.017	0.090	0.010	0.105	249214.84	120.063	408.352	294.961	

**Diferencia estadística significativa al 1%

1/ Factor A= Cantidad de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol.

2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicados al camote sembrado en sucesión.

3/ Factor C= Epocas de muestreos.

Cuadro 12A Cuadrados medios y significancia para la absorción total de nutrimentos en plantas de camote

Fuentes De Variación	G.L	Concentración %							Concentración en ppm				
		Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn			
Repet	1	0.186	0.069	4.21	0.105	0.813	1.583 ¹⁰⁷ *	1612.90	67897.6*	5581.41**			
Factor A <u>1/</u>	3	0.235	0.046	3.50	0.021	3.526	485125.63	240.32	7445.1	946.69**			
Error A	3	0.356	0.018	2.96	0.021	0.620	844490.64	269.18	5301.4	28.41			
Factor B <u>2/</u>	3	0.104	0.094	0.59	0.006	0.115	42408.96	207.12	583.1	1093.32			
FA X FB	9	0.118	0.035	0.44	0.015	0.279	457105.62	127.78	974.2	887.20			
Error B	12	0.088	0.076	1.04	0.011	0.233	776793.96	221.06	1369.8	734.71			
Factor C <u>3/</u>	4	42.887**	0.702**	229.81**	0.094**	40.629**	3387538.44*	18212.55**	54112.3**	31643.05**			
FA X FC	12	0.113	0.122	0.80	0.009	0.527	1186173.02	121.40	1324.9	1756.16			
FB X FC	12	0.079	0.074	0.66	0.019	0.099	503048.02	291.72	856.0	11221.05			
FA X FB X FC	36	0.069	0.060	0.45	0.008	0.177	835834.27	152.25	1233.8	422.76			
Error C	64	0.134	0.107	1.20	0.020	0.487	1127944.53	311.27	3368.8	973.74			

*Diferencia significativa al 5%.

**Diferencia significativa al 1%.

1/ Factor A= Cantidad de fertilizante aplicada a la asociación de maíz y frijol.

2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicados al camote sembrado en sucesión.

3/ Factor C= Epocas de muestreos.

Cuadro 13A . Absorción de nutrientes (kg/ha) a los 150 días por hojas de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978

Clave de los fertilizantes aplicados en la sociación M+F	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Biomasa en Kg/ha de hoja	Nutrimientos y cantidades absorbidas en Kg/ha									
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn	
F1	K ₀	595.90	2.82	1.95	13.55	2.13	22.76	0.53	0.013	0.043	0.03	
	K ₁	845.81	3.76	2.52	21.78	2.45	31.78	0.83	0.018	0.060	0.03	
	K ₂	1082.30	5.03	3.55	26.52	4.52	38.45	1.30	0.003	0.083	0.05	
	K ₃	699.04	2.96	2.17	15.20	1.75	24.24	1.18	0.018	0.069	0.04	
F2	K ₀	920.09	3.80	2.94	23.90	3.13	30.02	1.32	0.020	0.059	0.04	
	K ₁	814.43	3.85	2.79	20.36	2.48	26.96	1.21	0.018	0.076	0.04	
	K ₂	881.29	3.86	2.82	23.35	2.25	30.23	1.36	0.002	0.072	0.04	
	K ₃	666.94	2.35	1.97	19.01	2.23	21.94	0.67	0.015	0.045	0.03	
F3	K ₀	616.81	2.64	2.40	16.65	2.12	20.48	0.64	0.015	0.048	0.04	
	K ₁	412.50	1.77	1.27	10.42	1.52	15.08	0.66	0.010	0.036	0.02	
	K ₂	988.84	3.95	3.76	26.70	3.61	38.81	0.96	0.017	0.082	0.09	
	K ₃	548.34	2.64	1.97	12.20	1.75	20.21	1.20	0.011	0.042	0.03	
F4	K ₀	824.94	3.31	3.28	26.19	3.55	28.71	0.95	0.016	0.059	0.04	
	K ₁	923.46	3.67	4.25	26.78	3.05	32.99	0.81	0.019	0.068	0.05	
	K ₂	797.42	3.38	3.75	25.40	2.71	29.15	1.09	0.016	0.076	0.05	
	K ₃	418.97	1.66	1.88	11.84	1.63	14.79	0.53	0.088	0.037	0.03	

Cuadro 14A . Absorción de nutrientes (kg/ha) a los 150 días por tallos y pecíolos de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba Costa rica. 1978

Clave de los Fertilizantes aplicados a la asociación M+F	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Biomasa en kg/ha de tallos + pecíolos	Nutrientos y cantidades absorbidas en Kg/ha									
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn	
F ₁	K ₀	1808.88	10.18	8.74	21.70	5.06	14.83	1.49	0.032	0.092	0.088	
	K ₁	2463.30	11.77	10.17	41.88	7.64	22.12	2.12	0.047	0.13	0.089	
	K ₂	3606.53	14.21	15.80	64.02	11.90	29.93	2.78	0.076	0.17	0.17	
	K ₃	2330.84	11.12	7.53	33.21	5.94	10.04	1.88	0.045	0.11	0.10	
F ₂	K ₀	3135.39	14.81	13.73	48.60	9.72	24.55	2.46	0.072	0.16	0.19	
	K ₁	2853.87	14.55	11.27	49.94	9.42	24.53	2.28	0.068	0.13	0.19	
	K ₂	2832.08	13.00	10.14	38.23	7.79	21.95	1.40	0.055	0.11	0.17	
	K ₃	2361.84	11.69	7.56	46.06	7.20	21.02	2.98	0.064	0.13	0.11	
F ₃	K ₀	2608.24	11.69	11.69	42.38	7.30	20.87	2.14	0.059	0.13	0.13	
	K ₁	1606.58	6.86	5.78	28.12	4.42	14.11	1.82	0.039	0.093	0.08	
	K ₂	3415.66	15.06	14.96	57.21	9.56	32.89	2.49	0.073	0.17	0.17	
	K ₃	2285.68	9.94	9.26	40.57	5.60	21.33	2.71	0.055	0.16	0.11	
F ₄	K ₀	2989.37	12.26	13.24	62.03	11.30	26.31	1.88	0.06	0.11	0.12	
	K ₁	3065.05	12.54	13.03	59.77	9.81	24.83	1.69	0.066	0.11	0.14	
	K ₂	3116.52	12.65	15.12	55.32	8.57	24.45	1.93	0.973	0.13	0.13	
	K ₃	1792.40	7.85	7.71	31.37	5.56	15.74	1.65	0.04	0.10	0.09	

Cuadro 15A . Absorción de nutrimentos (kg/ha) a los 150 días por raíces de camote cultivado con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica, 1978.

Clave de los Fertilizantes Aplicados en la asociación M+F	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Biomasa en Kg/ha de raíces	Nutrimentos y cantidades absorbidas en Kg/ha								
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn
F1	K ₀	4228.44	17.25	11.20	42.20	10.36	18.52	4.08	0.068	0.112	0.165
	K ₁	7364.04	29.46	12.74	45.66	17.67	32.99	6.22	0.107	0.209	0.331
	K ₂	5114.50	19.08	9.00	55.49	12.02	47.21	3.94	0.072	0.138	0.169
	K ₃	5850.18	43.47	16.26	68.74	14.04	29.72	3.80	0.076	0.135	0.234
F2	K ₀	8206.93	16.00	27.33	100.53	21.75	38.57	6.11	0.164	0.197	0.378
	K ₁	5914.65	26.91	19.22	70.86	15.67	26.02	4.52	0.086	0.166	0.322
	K ₂	7937.52	18.26	25.40	81.31	21.03	29.61	4.48	0.087	0.171	0.393
	K ₃	3912.64	25.75	12.72	43.43	9.00	17.53	4.91	0.078	0.151	0.186
F3	K ₀	5138.24	18.14	12.49	56.93	12.84	23.12	4.14	0.069	0.139	0.226
	K ₁	3907.40	11.64	8.71	42.59	9.18	24.42	2.79	0.043	0.108	0.168
	K ₂	4022.00	15.48	11.38	50.28	10.26	22.32	2.57	0.042	0.103	0.207
	K ₃	3778.87	12.85	8.62	40.62	8.31	19.46	2.82	0.044	0.109	0.183
F4	K ₀	4016.44	38.88	14.46	50.21	10.44	24.50	2.19	0.094	0.191	0.205
	K ₁	5805.34	20.90	15.38	68.21	13.64	23.40	3.45	0.067	0.139	0.238
	K ₂	4418.14	28.06	14.27	48.60	9.28	21.12	1.63	0.062	0.137	0.150
	K ₃	2613.22	9.22	8.44	32.67	6.53	13.67	1.23	0.026	0.089	0.103

Cuadro 16A . Absorción total de nutrimentos en (kg/ha) a los 150 días por la planta de camote cultivada con diferentes aplicaciones de fertilizantes. Turrialba, Costa Rica. 1975

Clave de los Tratamientos Aplicados en la asociación M+F	Niveles de K ₂ O aplicados al camote	Biomasa to tal en kg/ha	Nutrimentos y cantidades absorbidas en Kg/ha								
			Ca	Mg	K	P	N	Fe	Cu	Mn	Zn
F1	K ₀	6633.22	30.25	21.89	77.45	17.55	56.11	6.10	0.113	0.247	0.283
	K ₁	10673.15	44.99	25.43	109.32	27.76	86.99	9.12	0.172	0.399	0.450
	K ₂	9803.33	38.32	28.35	146.03	28.44	115.59	8.02	0.151	0.391	0.389
	K ₃	8880.06	57.55	25.96	117.15	21.73	74.00	6.86	0.139	0.314	0.374
F2	K ₀	12262.41	41.41	44.00	173.03	24.60	93.14	9.89	0.256	0.426	0.608
	K ₁	9582.95	45.31	33.28	141.16	27.57	77.51	8.01	0.172	0.372	0.552
	K ₂	11650.89	45.12	38.36	142.89	31.07	79.09	7.24	0.144	0.356	0.603
	K ₃	5330.62	39.99	22.75	70.00	18.43	60.49	8.56	0.157	0.326	0.326
F3	K ₀	8363.32	32.47	57.19	115.96	22.26	64.47	6.92	0.143	0.317	0.396
	K ₁	926.48	20.27	38.17	81.13	15.12	53.61	5.27	0.092	0.237	0.268
	K ₂	8457.30	34.49	72.34	134.89	23.43	94.02	6.02	0.132	0.355	0.467
	K ₃	6612.89	15.43	51.16	93.39	15.66	61.00	6.73	0.109	0.317	0.323
F4	K ₀	7830.75	54.45	79.77	138.43	25.29	79.52	5.02	0.170	0.360	0.365
	K ₁	9733.85	37.11	79.40	154.76	26.50	81.22	5.95	0.152	0.317	0.428
	K ₂	8332.08	44.09	73.34	129.32	20.56	79.72	4.65	0.151	0.343	0.330
	K ₃	4824.59	18.73	41.69	75.88	13.72	44.20	3.41	0.154	0.226	0.223

Cuadro 17. Mano de obra utilizada por hectárea durante el cultivo de la asociación de maíz y frijol, Turrialba, Costa Rica, 1978.

ACTIVIDAD	HORAS UTILIZADAS	# JORNALAS ^a	COSTO EN ₡
Prep. terreno	12	1,5	48,38
siembra maíz	22	4	129,00
siembra frijol	40	5	161,25
I fertilización	9,2	1,15	37,09
II fertilización	11,04	1,38	44,50
deshierba	96	12	387,00
aplic. insect. foliar	11,2	1,40	45,15
aplic. herbicida	9,2	1,15	37,09
cosecha frijol	63,68	7,96	256,71
cosecha maíz	96	12	387,00
debla de maíz	33,26	4,16	134,16
TOTAL	413,60	51,7	1667,33

^a Un jornal = jornada de 8 horas / hombre de trabajo = ₡32,25 = \$3,78

Este costo es el mismo para los demás tratamientos, para nuestros fines son considerados costos fijos.

Cuadro 18A. Mano de obra utilizada por hectárea durante el cultivo de camote sembrado después de la asociación de maíz y frijol, Turrialba, Costa Rica, 1978.

ACTIVIDAD	HORAS UTILIZADAS	# JORNALAS	COSTO EN ₡
Prep. lecheros	120	15	516,00
siembra camote	152	19	612,75
aplic. fertilizante*	11,04	1,38	44,50
I aplic. herbicida	18,48	2,31	74,50
II aplic. herbicida	18,44	2,43	78,37
deshierba	134,4	16,8	541,80
cosecha	161,44	20,18	731,43
TOTAL	644,80	80,60	2599,25

* La aplicación de fertilizante es un rubro que para nuestros fines se toma como costo variable.

Cuadro 19A. Características químicas del suelo de las parcelas experimentales después de la cosecha de los cultivos maíz y frijol sembrados en agosto y antes de la siembra de cañote. Turrialba, Costa Rica 1979

Clave de trat.	Sustrato	Prof. de Muestras	F _h H ₂ O	Mg/100 ml de Suelo				pH	% Azúcar	p	N	K	U.O	C/N	Relaciones	
				Ca	Mg	K	Acidez								C	Ca/Mg
F ₁	K ₀	1	5.35	6.25	1.41	0.59	0.57	9.92	6.528	14.5	0.295	6.148	3.573	14.133	4.64	2.060
		2	5.60	7.45	1.74	0.61	0.40	9.67	4.510	6.1	0.226	6.063	3.525	12.066	4.275	4.000
	F ₁	1	5.325	6.30	1.37	0.56	0.60	9.83	6.928	11.7	0.280	5.963	3.456	12.395	4.608	3.565
		2	5.575	6.65	1.53	0.41	0.40	9.99	4.500	8.7	0.298	6.063	3.525	11.955	4.438	3.965
	K ₂	1	5.350	6.22	1.35	0.63	0.65	9.95	7.320	12.4	0.253	5.645	3.398	11.615	4.760	2.205
		2	5.525	7.20	1.61	0.39	0.40	9.60	4.180	6.0	0.291	5.948	3.480	11.888	4.499	4.343
K ₃	1	5.350	6.57	1.40	0.71	0.52	9.21	5.850	12.3	0.290	6.048	3.515	12.080	4.765	2.013	
	2	5.625	7.97	2.00	0.41	0.30	10.69	2.918	4.0	0.292	6.290	3.653	12.348	4.008	5.005	
K ₀	1	5.325	6.20	1.41	0.54	0.45	9.79	5.180	9.2	0.279	5.613	3.265	11.735	4.478	2.209	
	2	5.600	7.15	1.72	0.42	0.37	9.67	3.903	4.7	0.270	5.495	3.195	11.870	4.178	4.473	
F ₂	K ₁	1	5.250	6.15	1.27	0.60	8.53	6.433	10.5	0.285	5.663	3.380	11.723	4.145	2.075	
		2	5.450	6.77	1.53	0.46	0.37	9.17	4.103	8.0	0.283	5.896	3.428	12.170	4.570	3.273
K ₂	1	5.350	5.90	1.23	0.59	0.67	8.41	5.053	12.6	0.283	5.728	3.243	11.725	4.890	2.063	
	2	5.475	6.90	1.62	0.47	0.37	9.37	4.010	8.5	0.275	5.493	3.193	11.698	4.320	3.498	
K ₃	1	5.258	6.25	1.38	0.52	0.55	8.64	6.413	11.0	0.280	5.560	3.233	11.523	4.615	2.258	
	2	5.450	6.92	1.61	0.43	0.40	9.36	4.278	8.4	0.278	5.680	3.328	11.890	4.348	3.670	

Continuación cuadro 19A.

Clave de trat.	Substrat	Prof. de Muestreo	pH H ₂ O	Meq/ 100 ml de Suelo			Σ	% Sat Acidez	µg P	% N	% M.O	% C	C/N	Relaciones	
				Ca	Mg	K								Ca/Mg	Mg/K
F ₃	K ₀	1	5.175	5.17	1.24	0.68	0.95	8.05	12.133	0.293	5.953	3.463	11.820	4.195	1.900
		2	5.475	6.55	1.55	0.45	0.45	9.10	5.133	0.290	5.660	3.290	11.323	3.998	3.733
	K ₁	1	5.225	5.75	1.32	0.69	0.82	8.59	9.855	0.268	6.023	3.503	12.262	4.435	1.560
		2	5.425	6.30	1.52	0.46	0.45	8.73	5.190	0.273	5.820	3.420	12.565	4.105	3.500
F ₄	K ₂	1	5.200	5.92	1.36	0.74	0.75	8.80	8.778	0.266	5.678	3.300	11.445	4.288	1.925
		2	5.450	6.77	1.67	0.55	0.45	9.44	4.920	0.288	5.545	3.223	11.210	4.143	3.053
	K ₃	1	5.175	5.75	1.37	0.72	0.82	8.67	9.698	0.293	5.860	3.408	11.663	4.290	1.900
		2	5.500	6.55	1.26	0.49	0.35	8.76	4.158	0.282	5.380	3.125	11.138	6.878	3.045
F ₄	K ₀	1	5.225	6.27	1.31	0.61	0.62	8.82	7.290	0.285	5.623	3.390	11.863	4.903	2.188
		2	5.475	7.60	1.73	0.41	0.37	10.11	3.828	0.310	5.545	3.223	10.508	4.383	4.418
	K ₁	1	5.350	6.82	1.47	0.66	0.52	9.47	5.593	0.290	5.980	3.468	12.053	4.808	2.163
		2	5.425	7.30	1.65	0.48	0.35	9.97	3.565	0.290	5.795	3.368	11.628	4.433	3.700
F ₄	K ₂	1	5.250	6.57	1.36	0.66	0.65	9.25	7.448	0.288	5.525	3.253	10.893	4.808	2.093
		2	5.433	7.60	1.73	0.44	0.35	10.14	3.503	0.283	5.750	3.333	11.763	4.405	4.178
	K ₃	1	5.175	5.90	1.31	0.66	0.75	8.62	8.990	0.288	5.912	3.440	11.965	4.510	2.033
		2	5.450	7.30	1.70	0.43	0.37	9.81	4.013	0.283	5.580	3.418	12.100	4.292	4.105

1/ 1=0-5cm
2=5-20cm

Cuadro 20A. Características químicas del suelo de las parcelas experimentales después de la cosecha de camote. Turrialba, Costa Rica. 1979

Clave de Trat.	Subtrat	Prof. de Muestreo	pH	Meq/ 100 ml de Suelo				pH	Acidez	Σ	µg	%	%	%	C/N	Relaciones	
				Ca	Mg	K	Acidez									Ca/Mg	Mg/K
F ₁	K ₀	1	5.550	7.25	1.62	0.74	0.50	10.12	5.273	14.6	0.303	6.215	3.613	12.033	4.458	2.778	
		2	5.375	7.37	1.48	0.32	0.50	9.67	5.248	7.1	0.292	5.863	4.163	1.778	5.035	4.698	
	K ₁	1	5.625	6.25	1.44	0.94	0.57	9.21	6.660	11.2	0.300	5.998	3.488	11.690	4.693	1.545	
		2	5.400	6.92	1.43	0.46	0.57	9.37	6.263	6.9	0.285	5.580	3.245	11.425	4.955	3.085	
	K ₂	1	5.625	6.27	1.49	0.99	0.55	9.20	5.920	12.2	0.298	5.828	3.390	11.498	4.243	1.495	
		2	5.350	7.02	1.33	0.50	0.60	9.62	6.300	6.8	0.288	5.578	3.243	11.343	5.310	2.670	
	K ₃	1	5.900	7.37	1.56	1.44	0.35	10.73	3.623	17.2	0.293	6.183	3.595	12.300	4.643	1.090	
		2	5.425	7.35	1.37	0.84	0.52	10.02	5.363	7.2	0.293	5.913	3.440	11.803	5.353	1.695	
	F ₂	K ₀	1	5.600	6.37	1.48	0.65	0.50	9.26	5.405	10.6	0.275	5.528	3.213	11.663	4.503	2.318
			2	5.350	7.00	1.48	0.32	0.57	9.38	6.168	6.0	0.268	5.610	3.263	12.180	4.830	4.578
		K ₁	1	5.600	6.65	1.45	0.90	1.90	9.56	8.265	12.6	0.285	5.880	3.418	12.033	4.613	1.613
			2	5.350	7.25	1.47	0.45	0.55	9.71	5.718	6.5	0.275	5.610	3.253	11.858	5.023	3.395
K ₂		1	5.650	6.50	1.48	1.02	0.52	9.53	5.515	12.2	0.293	5.770	3.350	11.068	5.063	2.673	
		2	5.375	7.02	1.40	0.55	0.55	9.53	5.813	6.0	0.293	5.560	3.233	11.068	5.063	2.673	
K ₃		1	5.650	5.90	1.31	1.33	0.55	9.09	6.055	12.5	0.278	5.728	3.330	12.008	4.525	1.003	
		2	5.475	7.02	1.40	0.84	0.40	9.66	4.148	5.9	0.275	5.495	3.195	11.645	5.090	1.750	

Continuación cuadro 20A.

Clave de trat.	Subtrat	Muestreo	pH	Meg/ 100 ml de Suelo				Acidez	I	%	µg	%	%	%	C/N	Relaciones	
				Ca	Mg	K	Acidez									Ca/Mg	Mg/P
F ₃	K ₀	1	5.500	6.32	1.41	0.54	0.62	8.90	7.683	12.5	0.288	5.963	3.465	12.100	3.955	2.795	
		2	5.275	6.60	1.41	0.37	0.67	8.81	7.985	7.7	0.285	5.713	3.323	11.683	4.498	4.100	
	K ₁	1	5.550	6.02	1.44	0.79	1.95	8.86	7.00	12.6	0.303	6.005	3.495	11.593	4.095	1.530	
		2	5.350	7.12	1.51	0.42	0.70	9.76	7.313	6.7	0.280	5.613	2.513	11.658	4.728	3.550	
	K ₂	1	5.525	5.92	1.36	1.00	0.67	8.94	7.763	14.7	0.295	6.013	3.495	11.972	4.460	1.480	
		2	5.350	6.82	1.39	0.56	0.72	9.50	7.833	4.4	0.275	5.663	3.293	11.865	4.913	2.525	
	K ₃	1	5.525	5.27	1.23	1.26	0.67	8.44	8.113	16.4	0.295	5.845	3.400	11.550	5.120	0.980	
		2	5.375	6.75	1.32	0.82	0.65	9.55	7.058	7.7	0.300	5.678	3.303	11.045	5.090	1.703	
	F ₄	K ₀	1	5.525	6.42	1.36	0.70	0.65	9.14	7.340	14.9	0.300	5.998	3.488	11.593	4.450	1.983
			2	5.325	7.75	1.52	0.32	0.60	10.19	5.990	7.4	0.280	5.763	3.350	11.953	5.095	4.838
		K ₁	1	5.550	6.50	1.36	0.98	0.50	9.35	5.500	11.1	0.295	6.015	3.498	11.870	4.693	1.558
			2	5.375	7.40	1.46	0.51	0.55	9.92	5.540	7.1	0.288	5.695	3.313	11.520	5.073	2.950
K ₂		1	5.450	5.72	1.26	1.11	0.75	8.85	8.900	13.7	0.288	5.895	3.428	11.920	4.563	1.138	
		2	5.450	7.77	1.44	0.60	0.55	10.36	5.735	7.9	0.285	5.595	3.253	11.428	5.348	2.443	
K ₃	1	5.500	6.02	1.32	1.30	0.62	9.27	7.350	12.4	0.295	5.880	3.415	11.585	4.488	1.068		
	2	5.400	7.12	1.39	1.16	0.57	10.25	5.733	7.1	0.273	5.813	3.360	12.390	5.090	1.435		

Cuadro 21A. Cuadrados medios y significancia de las características químicas de las parcelas después de la cosecha de la asociación maíz más frijol.

Fuentes De Variabilidad	G.D.	pH		Meq / 100 ml de suelo					% Sat		H ₉	Concentraciones #					Relaciones		
		H ₂ O	B ₂ O	Ca	Mg	K	Acidez	V	Acidez	P		N	H ₂ O	C	C/N	Ca/Mg	Mg/K		
Repetic	3	0.071		6.17	0.767	0.089*	0.143	3.791	26.111	227.16**	0.016*	5.329*	1.851*	2.485	10.577**	11.552**			
Factor A 1/	3	0.114		4.341	0.102	0.035	0.180	3.72	35.659	63.30**	0.001	0.948	0.313	1.321	0.030	3.639			
Error A	9	0.055		3.080	0.330	0.015	0.067	4.754	17.457	6.05	0.003	0.522	0.279	1.266	0.741	0.704			
Factor B 2/	3	0.006		0.170	0.027	0.004	0.005	0.320	0.691	15.99	0	0.249	0.114	1.099**	0.661	0.420			
FA X FB	9	0.010		0.530	0.063	0.008	0.024	0.745	5.300	15.47	0	0.093	0.033	0.626	1.262	0.269			
Error B	36	0.021		0.476	0.028	0.005	0.019	0.531	3.394	18.90	0	0.210	0.069	0.569	0.430	0.463			
Factor C 3/	1	1.620**		25.031**	2.755**	1.386**	2.311**	10.090**	391.93**	1159.21**	0	0.137	0.041	0.070*	0.905	104.63**			
FA X FC	3	0.010		0.061	0.037	0.008	0.087	0.304	13.114	36.95	0	0.182	0.065	0.370	1.579	0.945			
FB X FC	3	0.020		0.777	0.041	0.008	0.009	0.695	1.66	13.15	0	0.062	0.023	0.635	0.899	0.752			
FA X FB X FC	9	0.005		0.100	0.054	0.002	0.014	0.233	2.67	5.81	0	0.066	0.014	0.582	1.057	0.300			
Error C	48	0.039		1.546	0.158	0.020	0.047	1.842	9.658	47.54	0.002	0.766	0.260	1.373	1.599	1.911			

1/ Factor A= Losis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol; 2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicadas al canchete sembrado posteriormente; 3/ Factor C= Profundidades de muestreos.

*Diferencia significativa al 5%.

**Diferencia significativa al 1%.

Cuadro 22A -Cuadrados medios y significancia de las características químicas de las parcelas después de la cosecha de camote.

Fuentes de Variabilidad	G.L.	pH	Mgq/100 ml. de suelo					% Sat	µg	Concentraciones %				Relaciones		
			Ca	Mg	K	Acidez	Σ			Acidez	P	N	M.O	C	C/N	Ca/Mg
Repet.	3	0.212*	21.738*	0.136	0.105*	0.799	16.064*	64.294	14.56	0.012*	5.057*	1.711	0.595	12.569**	0.094	
Factor A 1/	3	0.081	2.277	0.046	0.072	0.570	2.673	25.496	17.45	0.001	0.354	0.410	0.081	0.405		
Error A	9	0.037	3.300	0.117	0.022	0.464	3.593	27.087	30.52	0.003	1.254	0.851	0.941	0.715		
Factor B 2/	3	0.054**	0.545	0.074*	2.218**	0.916	0.264	3.699	11.28	0.000	0.054	0.245	0.616	0.591*	24.739**	
FA X FB	9	0.010	0.682	0.018	0.010	0.337	0.750	4.252	7.70	0.000	0.092	0.199	0.544	0.256		
Error B	36	0.009	0.583	0.018	0.044	0.536	0.557	5.390	6.80	0.000	0.104	0.152	0.556	0.167		
Factor C 3/	1	1.509*	22.866**	0.004	5.58**	0.845	5.857	9.385	1253.13**	0.003	2.003**	0.574	0.529	9.127	62.147**	
FA X FC	3	0.058	1.302	0.095	0.033	0.294	2.055	6.008	2.54	0.000	0.042	0.184	0.203	0.114		
FB X FC	3	0.008	0.312	0.003	0.035	0.604	0.307	0.701	8.67	0.000	0.050	0.305	0.130	0.138		
FA X FB X FC	9	0.012	0.363	0.008	0.026	0.318	0.403	3.493	5.10	0.000	0.020	0.116	0.403	0.115		
Error C	48	0.038	2.762	0.058	0.060	0.998	2.506	16.240	21.89	0.002	0.664	0.546	1.091	1.234		

1/ Factor A= Dosis de fertilizantes aplicadas a la asociación de maíz y frijol; 2/ Factor B= Niveles de K₂O aplicados al camote sembrado posteriormente; 3/ Factor C= Profundidades de muestreo.

*Diferencia significativa al 5%.

**Diferencia significativa al 1%.

Cuadro 23A - Ecuaciones de regresión que estiman la biomasa producida por el camote sembrado posterior a la siembra de maíz asociado con frijol.

Clave de los Fertilizantes aplicados a la asociación maíz con frijol	Niveles de K_2O aplicados al camote	Hoja	R^2	Tallo + peciolos	R^2	Raíz	R^2
F1	K_0	$Y = 14.168 - 1.608 \cos x$	0.167	$Y = -61.510 + 2.538X_1 - 0.0117X_1^2$	0.483	$Y = -31.799 + 0.8545X$	0.92
	K_1	$Y = 14.826 - 2.875 \cos x$	0.232	$Y = -9.694 + 1.095X - 0.005X^2$	0.728	$Y = -53.76 + 1.226X$	0.88
	K_2	$Y = 19.314 - 3.043 \cos x$	0.201	$Y = -5.216 + 1.034X - 0.004X^2$	0.829	$Y = -28.376 + 0.8251X$	0.98
	K_3	$Y = 16.496 - 5.799 \cos x$	0.594	$Y = -17.744 + 1.398X - 0.006X^2$	0.819	$Y = -43.162 + 1.0747X$	0.89
F2	K_0	$Y = 17.57 - 4.123 \cos x$	0.607	$Y = -20.854 + 1.459X - 0.006X^2$	0.926	$Y = -48.745 + 1.3678X$	0.99
	K_1	$Y = 16.715 - 5.288 \cos x$	0.432	$Y = -14.982 + 1.343X - 0.006X^2$	0.752	$Y = -31.534 + 0.9519X$	0.99
	K_2	$Y = 14.341 - 2.083 \cos x$	0.071	$Y = 18.954 + 0.244X$	0.522	$Y = -61.286 + 1.4363X$	0.88
	K_3	$Y = 14.056 - 3.701 \cos x$	0.769	$Y = 18.723 + 0.236X$	0.520	$Y = -23.296 + 0.743X$	0.91
F3	K_0	$Y = 17.595 - 4.058 \cos x$	0.689	$Y = -9.862 + 1.299X - 0.0059X^2$	0.964	$Y = -30.182 + 1.0009X$	0.88
	K_1	$Y = 14.680 - 4.126 \cos x$	0.404	$Y = -27.226 + 1.735X - 0.0088X^2$	0.962	$Y = -24.233 + 0.773X$	0.88
	K_2	$Y = 15.579 + 0.538 \cos x$	0.0045	$Y = 2.034 + 0.673X - 0.0016X^2$	0.665	$Y = -31.26 + 0.8693X$	0.71
	K_3	$Y = 12.786 - 2.086 \cos x$	0.719	$Y = -15.020 + 1.296X - 0.006X^2$	0.716	$Y = -20.199 + 0.6373X$	0.99
F4	K_0	$Y = 12.921 - 1.068 \cos x$	0.066	$Y = -15.764 + 1.159X - 0.0046X^2$	0.750	$Y = -25.41 + 0.6667X$	0.96
	K_1	$Y = 16.416 - 4.085 \cos x$	0.475	$Y = 5.52 + 0.997X - 0.0041X^2$	0.588	$Y = -40.912 + 1.004X$	0.86
	K_2	$Y = 14.958 - 1.863 \cos x$	0.117	$Y = -12.056 + 1.082X - 0.004X^2$	0.936	$Y = -31.936 + 0.8323X$	0.88
	K_3	$Y = 13.525 - 3.838 \cos x$	0.799	$Y = 30.394 + 1.334X - 0.009X^2$	0.996	$Y = -12.109 + 0.6005X$	0.68

Cuadro 24A.-Ecuaciones de regresión que estiman la biomasa de hoja, tallos + pecíolos .
y de raíz de camote sembrados posterior a la siembra de maíz asociado con frijol.

Clave de los tratamientos aplicados a la asociación maíz con frijol	Hoja	R^2	tallos + pecíolos	R^2	Raíz	R^2
F1	$Y = 16.2019 + 3.3309 \cos x$	0.3505	$Y = 23.79 + 1.516X_1 + 0.0067X^2$	0.993	$Y = 39.275 + 0.995X$	0.92
F2	$Y = 15.6730 - 3.7988 \cos x$	0.4534	$Y = 12.79 + 1.1993X_1 - 0.0052X^2$	0.825	$Y = 41.189 + 1.125X$	0.97
F3	$Y = 15.1669 - 2.4323 \cos x$	0.3682	$Y = 12.612 + 1.251X_1 + 0.00565X^2$	0.922	$Y = 26.465 + 0.820X$	0.89
F4	$Y = 14.4569 - 2.7119 \cos x$	0.6781	$Y = 16.022 + 1.268X + 0.00549X^2$	0.89	$Y = 27.597 + 0.80X$	0.91

Cuadro 25A. Ecuaciones de regresión que estiman la biomasa aérea y total en camote sembrado posterior a la siembra de la asociación maíz con frijol.

Clave de los fertilizantes aplicados a la asociación maíz con frijol	Biomasa aéreas	R ²	Biomasa total	R ²
F1	$Y = 6.96 + 1.52X - 0.00687X^2$	0.869	$Y = 2.4496 + 1.2413X + 0.00009X^2$	0.969
F2	$Y = 2.84 + 1.2215X + 0.0054X^2$	0.644	$Y = 20.7698 + 1.8431X + 0.00259X^2$	0.991
F3	$Y = 3.98 + 1.2580X + 0.00588X^2$	0.836	$Y = 57.32 + 3.2919X - 0.01265X^2$	0.980
F4	$Y = 1.64 + 1.2877X + 0.00567X^2$	0.799	$Y = 38.422 + 2.3615X + 0.00712$	0.994

Cuadro 26A. Ecuaciones de regresión que estima la biomasa total según niveles de K y el potasio en hojas, tallos + peciolos, raíz y total de camote sembrado posterior a la siembra de la asociación maíz con frijol.

	Biomasa total según niveles de K	R ²	Potasio en hojas, tallos + peciolos y raíz	R ²
F1 ; Y =	3817.607 + 4444.405X + 774.703X ²	0.621	Hoja Y = 5.444 - 0.436X + 0.00016X ²	0.836
F2 ; Y =	13651.450 + 1369.556X - 22.050X ²	0.763	Tallo + peciolo Y = 6.713 - 0.0689X - 0.0024X ²	0.983
F3 ; Y =	13341.450 + 4779.488X - 837.980X ²	0.993	Raíz Y = 3.883 - 0.05796X + 0.00026X ²	0.963
F4 ; Y =	5947.703 + 3112.498X - 769.563X ²	0.810	Total Y = 16.048 - 0.17086X + 0.000664X ²	0.999