

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS Y SUELOS TROPICALES

ANALISIS DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CAMOTE
EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON FRIJOL, MAIZ
Y YUCA

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR—CAIIE PARA OPTAR AL GRADO DE

Magister Scientiae

RICARDO ESCOBAR CARRANZA

Turrialba, Costa Rica

1975

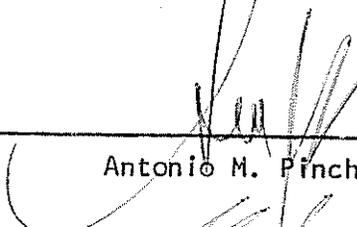
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

JURADO:


Consejero
José Fargas, Ph.D.


Comité
Rufo Bazán, Ph.D.


Comité
Antonio M. Pinchinat, Ph.D.


Comité
Víctor Quiroga, Mag. Sc.



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

DEDICATORIA

A mis padres, José e Hilda

A mis hermanos, Virginia y Mauricio

A mi esposa e hijo,
Marcela y José Alejandro

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento al Dr. José Fargas, Consejero Principal, profesor y amigo, que por su valiosa cooperación y paciencia fue posible realizar este trabajo.

A los Doctores Rufo Bazán, Antonio M. Pinchinat y al Ing. Víctor Quiroga, por sus sugerencias acertadas y revisión del original.

Al personal de la Unidad de Estadística y Computación del IICA, por su ayuda en el procesamiento y análisis de la información.

Al Programa IICA-Trópicos y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), de Turrialba, instituciones que permitieron lograr mis aspiraciones.

A todas aquellas personas que gentilmente prestaron su colaboración.

BIOGRAFIA

El autor nació en La Paz, Bolivia.

Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Americano y cursó estudios universitarios en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo en 1972.

En el año 1972, trabajó para el proyecto Abapó Izozog (UNDP/FAO) en Santa Cruz de la Sierra, como asistente de riego y drenaje. Ese mismo año fue becado por la Fundación Pro-Bolivia, para realizar estudios y entrenamiento en mejoramiento genético de maíces y frijoles, en el Instituto de Investigaciones Fitotécnicas y Ecogenéticas de Pairumani en Cochabamba.

En enero de 1974 ingresó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios de posgrado en el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, en donde obtiene el grado de Magister Scientiae en octubre de 1975.

CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Aspectos generales de los cultivos asociados | 3 |
| 2.2 Cultivos asociados con camote | 4 |
| 2.3 Estudios fisiológicos en camote | 5 |
| 2.4 Algunas características del cultivo del camote | 9 |
| 2.4.1 Clima | 9 |
| 2.4.2 Suelo y nutrimentos | 10 |
| 2.4.3 Manejo del camote | 12 |
| 2.4.4 El problema de la alta variabilidad del camote | 13 |
| 3. MATERIALES Y METODOS | 16 |
| 3.1 Localización del experimento | 16 |
| 3.2 Descripción del "Experimento Central" | 16 |
| 3.2.1 Diseño de tratamientos y de campo | 19 |
| 3.3 Descripción de los subtratamientos del Experimento Central que incluyeron camote durante la primera siembra | 20 |
| 3.4 Agrupación de los subtratamientos para el estudio del camote | 20 |
| 3.5 Descripción de los subtratamientos conside- rados en este estudio | 24 |
| 3.5.1 Camote (C)./ Tecnología Alta (A) | 24 |
| 3.5.2 Camote (C)./ Tecnología Baja (B) | 25 |
| 3.5.3 Camote asociado con frijol (C+F)./ Tec- nología Alta (A) | 25 |
| 3.5.4 Camote asociado con frijol (C+F)./ Tec- nología Baja (B) | 25 |
| 3.5.5 Camote asociado con maíz (C+M). /Tec- nología Alta (A) | 25 |
| 3.5.6 Camote asociado con maíz (C+M)./ Tec- nología Baja (B) | 25 |
| 3.5.7 Camote asociado con yuca (C+Y)./ Tec- nología Alta (A) | 26 |
| 3.5.8 Camote asociado con yuca (C+Y)./ Tec- nología Baja (B) | 26 |

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 3.5.9 Camote asociado con frijol y maíz (C+F+M). / Tecnología Alta (A) | 26 |
| 3.5.10 Camote asociado con frijol y maíz (C+F+M). / Tecnología Baja (B) | 26 |
| 3.6 Variables analizadas | 27 |
| 3.6.1 Distribución de la biomasa con la edad | 27 |
| 3.6.2 Longitud y diámetro del tallo central | 27 |
| 3.6.3 Area foliar | 27 |
| 3.6.4 Razones (R) entre pesos secos (PS) | 28 |
| 3.6.5 Rendimiento y sus componentes | 28 |
| 3.7 Análisis de la información | 29 |
| 4. RESULTADOS | 31 |
| 4.1 Condiciones climáticas | 31 |
| 4.2 Aspectos generales de los cultivos | 32 |
| 4.3 Distribución e incremento periódico de biomasa | 34 |
| 4.4 Características y componentes morfológicos del crecimiento | 45 |
| 4.5 Rendimiento y sus componentes | 50 |
| 4.6 Aspectos fitosanitarios | 55 |
| 5. DISCUSION | 56 |
| 5.1 Consideraciones generales | 56 |
| 5.2 Crecimiento y rendimiento del camote en diferentes cultivos asociados | 57 |
| 6. CONCLUSIONES | 62 |
| 7. RECOMENDACIONES | 63 |
| 8. RESUMEN | 64 |
| 8a. SUMMARY | 66 |
| 9. LITERATURA CITADA | 68 |
| 10. APENDICE | 73 |

LISTA DE CUADROS

| <u>Cuadro N°</u> | | <u>Página</u> |
|------------------|---|---------------|
| 1 | Descripción de los subtratamientos con camote (primera siembra) | 22 |
| 2 | Agrupación de 19 subtratamientos con camote de acuerdo a la similitud de sus características | 23 |
| 3 | Datos mensuales de lluvia y temperaturas durante el período experimental y datos promedios de precipitación de 31 años para Turrialba | 31 |
| 4 | Probabilidad de ocurrencia de la lluvia observada en el período experimental y datos promedios mensuales de 31 años | 32 |
| 5 | Biomasa de hojas (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 35 |
| 6 | Biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 36 |
| 7 | Biomasa de raíces (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 37 |
| 8 | Biomasa total (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 38 |
| 9 | Longitud del tallo central (cm) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 47 |
| 10 | Diámetro del tallo central (mm) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 48 |
| 11 | Area foliar (dm ² /planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 49 |

| <u>Cuadro N°</u> | | <u>Página</u> |
|------------------|--|---------------|
| 12 | Razón peso foliar (g hojas/g total) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 51 |
| 13 | Razón peso raíces (g raíces/g total) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 52 |
| 14 | Razón peso parte aérea (g parte aérea/ g total) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 53 |
| 15 | Rendimiento y componentes de rendimiento de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones | 54 |

APENDICE

| | | |
|----|--|----|
| A1 | Orden cronológico de las actividades agronómicas generales efectuadas durante la época seca en los monocultivos y en las asociaciones con camote | 75 |
| A2 | Ecuaciones matemáticas de las curvas graficadas | 76 |
| A3 | Significación de las pruebas de diferencia de medias entre el monocultivo y diferentes asociaciones con camote a la edad de 60 y 90 días. Variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento | 78 |
| A4 | Significación de las pruebas de diferencia de medias entre el monocultivo y diferentes asociaciones con relación al rendimiento del camote | 80 |
| A5 | Matriz de correlación entre variables de crecimiento a los 60 y 90 días y variables de rendimiento del camote en monocultivo y en diferentes asociaciones | 81 |

LISTA DE FIGURAS

| <u>Figura N°</u> | | <u>Página</u> |
|------------------|---|---------------|
| 1 | Experimento central de sistemas de producción 1974-75 | 18 |
| 2 | Distancias de siembra | 21 |
| 3 | Arreglo de los cultivos en las asociaciones en el tiempo y el espacio y su permanencia en el campo | 33 |
| 4 | Curvas de crecimiento de la biomasa foliar de la variedad de camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones | 39 |
| 5 | Curvas de crecimiento de la biomasa de tallos más pecíolos de la variedad de camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferen- tes asociaciones | 40 |
| 6 | Curvas de crecimiento de la biomasa subterránea de la variedad de camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones | 41 |
| 7 | Curvas de crecimiento de la biomasa total de la variedad de camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones | 42 |
| Apéndice | | |
| A1 | Promedios mensuales de lluvia. Diferencias entre el período experimental y los datos de 31 años | 74 |

1. INTRODUCCION

La agricultura de subsistencia ha incidido adversamente en el desarrollo socioeconómico de América Latina. Para ayudar a mejorar los ingresos del agricultor se está encaminando la investigación agrícola en el trópico, hacia el estudio de sistemas de producción o agrosistemas. Se procura encontrar sistemas que permitan el máximo aprovechamiento del terreno, mediante la intensificación de la producción en el tiempo y en el espacio.

Entre los aspectos agronómicos que se estudian en los agrosistemas está el de utilizar uno o varios cultivos dispuestos en el terreno como monocultivos, cultivos asociados, o ambos en forma sucesiva. Los cultivos asociados con dos o más especies, se caracterizan por la complejidad de las interacciones entre los factores del suelo y clima que influyen en su productividad. El estudio particular de una especie componente de una asociación, permite conocer su adaptabilidad o tolerancia a las condiciones de competencia que imponen los otros cultivos que la constituyen.

El camote es un cultivo extensamente utilizado por los agricultores de las regiones tropicales, contribuyendo a la dieta principalmente con carbohidratos y vitamina A, que contiene en sus raíces tuberosas. Los hábitos de crecimiento y desarrollo del camote son muy peculiares. La literatura es abundante sobre diferentes tópicos de esta especie en monocultivos, pero es escasa en el aspecto de cultivos asociados.

Por las razones anteriormente expuestas, se consideró de importancia efectuar este trabajo de investigación cuyos objetivos

principales fueron:

1. Analizar el crecimiento y rendimiento del camote, cultivado solo y en asociación con maíz, yuca y frijol común.
2. Categorizar las asociaciones estudiadas por sus efectos sobre el crecimiento y rendimiento del camote.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales de los cultivos asociados

Los cultivos asociados se caracterizan por ocupar un mismo terreno simultáneamente, con períodos de cosecha no competitivos (8, 40). Varias especies sembradas al mismo tiempo permiten seleccionar los cultivos más eficientes para ser asociados, lo cual puede ser válido para regiones con condiciones climáticas, de suelo y de cultivo parecidos (35). El clima de los trópicos caracterizado por abundante energía solar durante todo el año, ofrece la posibilidad de utilizar un terreno con más de un cultivo a la vez y varias veces al año (3).

Desde un punto de vista práctico, al intercalar más de dos especies se eliminan ciertas operaciones en la siembra (9). Según Boynton (8) y Hildebrand (21), los cultivos asociados permiten una intensificación del uso de la tierra. Sin embargo, de acuerdo con Bradfield (9), la producción individual de cada especie en cultivos asociados generalmente es menor que cuando se la cultiva sola. Hildebrand (21) señala que los rendimientos de los cultivos asociados, difícilmente son comparables con los rendimientos de los cultivos sin asociar por realizarse ambos en condiciones agroclimáticas diferentes.

Hart (16) indica que cuando se cultiva más de una especie con una proximidad tal, que se establece una competencia interespecífica, el resultado es un sistema con características identificables, que podrían considerarse para el diseño de otros sistemas.

2.2 Cultivos asociados con camote

La información relacionada con cultivos asociados que incluyen camote como especie componente es sumamente escasa. Aparentemente en América Latina en particular, los cultivos intercalados con camote son temas nuevos de investigación.

Según el Departamento de Agricultura de Zanzíbar, citado por MacDonald (30), la mayoría de los agricultores en el trópico cultivan camote en pequeñas áreas cercanas a sus viviendas. Ocasionalmente el cultivo es interplantado con frijoles o con yuca. De acuerdo con Shia y Pao (39), la variedad de camote Tainung 57 de desarrollo vegetativo corto al asociarse con caña de azúcar, fue la que menos afectó este cultivo entre cinco variedades de camote estudiadas. La variedad Tainung 53 que dió el mayor rendimiento en tubérculos (26 Tm/ha) redujo el tamaño de la caña de azúcar comercial, pero no afectó el número total de cañas. Tang (46) señala que los rendimientos en follaje y tubérculos de camote asociado con caña de azúcar, dependen de la variedad de caña.

Lawas, citado por Molinyawe (33), realizó experimentos con cultivos asociados de camote y maíz. Observó que el camote afecta al maíz cuando se cultiva en asociación y con una misma fecha de siembra. El camote que fue sembrado entre las plantas de maíz o entre los surcos no afectó al maíz cuando se sembró el camote una vez que el maíz ya emergió.

En Filipinas muchos agricultores practican una combinación de tres cultivos en asociación. Plantan maíz, sitao (Vigna radiata) y camote sucesivamente en el mismo terreno. Siembran primero el maíz, luego

después de un mes siembran el sitao entre las plantas de maíz y finalmente el camote entre los surcos de maíz. Esta práctica se basa en el aprovechamiento de los tallos de maíz como tutores del sitao; el follaje del camote permite controlar las malas hierbas y las raíces del sitao mejoran la fertilidad del suelo (48).

Calheiros (10), estudió algunos índices bioeconómicos en diferentes sistemas de producción que incluían cultivos asociados de camote con maíz y frijol. Observó que la variedad de camote Cuarenteno incrementó el rendimiento de los sistemas de producción estudiados cuando fue asociado con frijol o maíz. Se estima que el camote mostró su capacidad de alta producción al cultivarlo en asociación y que debido a su hábito decumbente protegió el terreno y controló eficazmente las malas hierbas.

2.3 Estudios fisiológicos en camote

Austin et al. (20), observaron el crecimiento y desarrollo de cuatro cultivares de camote, con hábitos de crecimiento y forma de hoja diferentes. Los resultados mostraron que el modelo de crecimiento de los cultivares Goldrush, Nemagold, Julian y Centennial fue bastante similar en tres épocas estudiadas. Se notó diferencias en la tasa de crecimiento de cada cultivar entre las épocas y entre cultivares en una misma época. Aparentemente la formación de tubérculos no retarda el crecimiento de la parte aérea, pero procede en forma conjunta. El crecimiento vegetativo máximo se produjo varias semanas antes de la máxima producción de raíces tuberosas. El incremento de peso de

las raíces tuberosas sigue un patrón de crecimiento lineal con el tiempo. Existe un alto grado de correlación entre el crecimiento de las partes vegetativas y el crecimiento de las raíces tuberosas.

Spence y Humphries (41), estudiaron en hojas enraizadas de camote de las variedades A 16/15 y C9/9, el efecto del consumo y almacenamiento de carbohidratos sobre la fotosíntesis. El proceso fotosintético disminuyó cuando las plantas carecieron de tejidos adecuados para el almacenamiento o consumo de carbohidratos. El crecimiento de los tubérculos incrementó el índice de asimilación neta, ya que la tasa depende de la capacidad de utilizar los productos fotosintetizados.

De acuerdo con Rodríguez y Villanueva (37), que analizaron el crecimiento de la variedad de camote Bentong, la iniciación de sus raíces tuberosas ocurrió a los 45 días. Durante los estados iniciales de crecimiento de esta variedad, las plantas tuvieron una tasa de crecimiento mayor en la parte aérea que en las raíces tuberosas. A la edad de 105 días, el peso de la parte aérea disminuyó como resultado de la caída de las hojas y debido a la edad de las plantas, que estaban próximas a cosecharse. Por otra parte, las raíces continuaron con su patrón de incremento de peso.

Austin y Aung (7), estudiaron la distribución de biomasa (hojas, tallos y raíces) en tres variedades de camote que fueron observadas en dos densidades de siembra, dos localidades y dos épocas. La variedad Julian fue la más eficiente en la acumulación de biomasa en sus raíces tuberosas. Esta variedad almacenó la menor cantidad de

productos fotosintetizados en los tallos comparada con las variedades Centennial y Nemagold. Estos autcrec sugieren que los tallos actúan como depósitos temporales que compiten con las raíces almacenantes por productos fotosintetizados. El contenido de humedad en el suelo, podría ser importante para el crecimiento de los tallos y por ende determinar su efectividad como depósito temporal competitivo. En el desarrollo de las raíces almacenantes, aparentemente, la cantidad de productos fotosintetizados por unidad de tiempo fue de menor importancia que su tasa de movimiento, que a la vez está condicionada por la tasa de crecimiento de las raíces tuberosas. Este hecho explica el por qué una planta de camote pequeña puede producir una gran cantidad de tubérculos, comparada con una planta de mayor tamaño cultivada en idénticas condiciones. Finalmente, se observó que el incremento de biomasa fue lineal con las épocas de muestreo independientemente de la densidad.

Hozyo (23) estudió las interrelaciones entre el sistema fotosintético (donador) y el sistema almacenante (aceptador) y la función individual de cada uno en 6 variedades de camote. La biomasa de las raíces fibrosas y de la parte aérea disminuye al aumentar el crecimiento de las raíces tuberosas. Se encontró que las raíces fibrosas, hojas, tallos y pecíolos, son órganos de acumulación temporal de productos fotosintetizados, especialmente las dos primeras. La producción de productos de la fotosíntesis que van a las raíces tuberosas, y por otra parte la biomasa, están controladas por la capacidad almacenante inherente de las raíces tuberosas y en forma secundaria

ambas fueron influenciadas por la magnitud del área foliar. La elongación prematura de las raíces tuberosas es considerada como un factor importante para su crecimiento y la obtención de altos rendimientos.

Lowe y Wilson (28), por sus estudios con los cultivares de camote C 9/9, I 62, A 28/7, O 3/62, A 6/15 y O/49, señalan que la iniciación de los tubérculos en la mayoría de estos cultivares, se completó alrededor de la octava semana después de la siembra y se detuvo en adelante. Las diferencias en los modelos de desarrollo de los tubérculos, no tuvieron relación con el rendimiento final. Un rendimiento bueno resultó tanto de un período corto de crecimiento rápido o de un período largo con crecimiento lento. El traslado de los productos asimilables hacia los tubérculos en la cosecha, fue el parámetro mejor relacionado con el rendimiento en los seis cultivares estudiados. Sin embargo, se encontró cierta evidencia, que el traslado estuvo relacionadas con la biomasa total. Aparentemente, los factores limitantes en el rendimiento del camote, que fueron la elaboración de productos asimilables y la capacidad para transportarlos hacia las raíces tuberosas, varía de acuerdo con las características del cultivar.

Rey (36), analizó el efecto de seis densidades de siembra sobre el crecimiento y producción del camote. Las tendencias de las curvas de crecimiento fueron similares, tanto en las densidades altas como bajas. Se observaron los valores más altos de índices de asimilación neta e intensidad de crecimiento relativo al inicio del período vegetativo y no se encontraron diferencias significativas entre densidades para

estas variables. Haynes et al. (20), refiriéndose a la fisiología de los cultivos de raíces tropicales, señala que el índice de área foliar (IAF) parece tener mayor aplicación agronómica, que la eficiencia fotosintética. La dependencia del área foliar en el camote a las condiciones ambientales y de manejo, es clara. Factores como el N, provisión de tutores y espaciamiento, afectan el desarrollo del área foliar e influyen en el rendimiento. Estos autores obtuvieron suficiente evidencia de la existencia de una curva óptima de desarrollo de área foliar, a la cual se relacionaría un máximo rendimiento.

Chapman y Cowling (11), lograron incrementos en el rendimiento del camote, alterando artificialmente la distribución de las hojas mediante el uso de espalderas. Aparentemente, la distribución de las hojas juega un papel importante en la determinación del rendimiento y respuestas a nitrógeno bajo las condiciones de Trinidad. De acuerdo con Austin y Aung (6), restringiendo el crecimiento del tallo por medios químicos o de ambiente, es posible alterar el patrón de desarrollo de las raíces almacenantes del camote.

2.4 Algunas características del cultivo del camote

2.4.1 Clima

Kay (24) y Montaldo (34), señalan que la temperatura promedio óptima para el crecimiento del camote es de 24 °C. MacDonald (30), enfatiza que el camote no tiene importancia comercial, en zonas donde las temperaturas medias de verano están por debajo de 21°C.

En Trinidad, la mejor época para el cultivo del camote, se

caracteriza por condiciones húmedas adecuadas al inicio del cultivo, seguidas por una época seca con días despejados antes de la cosecha (18). En Nueva Guinea, el ciclo del cultivo se prolonga por efecto de las épocas lluviosas (24). En los Estados Unidos la mayoría de las áreas donde se cultiva camote, están situadas en zonas con una precipitación anual de 1000 mm (30, 34). Se considera que la precipitación mínima para el camote debe ser de 500 mm, durante su crecimiento (24). En áreas con una buena distribución de lluvias anual, como en el África del Este y Buganda, los agricultores siembran camote en cualquier época del año (30).

Togari, citado por Haynes (18), señala la importancia que tienen las condiciones húmedas en la restricción de la tuberización del camote. Generalmente en condiciones de humedad continuas, las plantas de camote producen numerosos tallos y los rendimientos no están correlacionados con el desarrollo de las plantas.

Según Kay (24), el camote puede tolerar períodos considerables de sequía, pero los rendimientos se reducen si la ausencia de humedad ocurre entre los 50 y 60 días después de la siembra, época en que las raíces tuberosas ya han sido iniciadas.

2.4.2 Suelo y nutrimentos

Varios autores (24, 30, 34), concuerdan en que un suelo franco-arenoso, bien drenado y con subsuelo arcilloso, es considerado como el mejor para el cultivo del camote. Según Montaldo (34), el rango de pH recomendable para el camote es de 5,2 a 6,8, aunque el cultivo tolera bien hasta pH de 8,0.

Según Stephens (43), después de pocos años de cultivo continuo, la deficiencia de K podría limitar los rendimientos del camote. Fujise y Tsuno (13), consideran que el K es el nutrimento más efectivo para lograr incrementos en el rendimiento del camote. Por su parte, Ho (22) estima que para lograr máximos rendimientos en camote, el contenido de K en las hojas, debe mantenerse superior a 3,7 por ciento en suelos calcáreos. Sin embargo, la fertilización potásica disminuye la absorción de Ca y Mg en las etapas finales del crecimiento.

Una relación adecuada K/N es importante, 2 o 3 veces más de K que de N, posibilita un aumento de un 50 por ciento o más en el rendimiento de tubérculos de camote (13). La biomasa aérea y el peso fresco de las raíces de camote, están altamente correlacionadas con niveles altos de N y niveles medios de K; en el suelo (25). Tubérculos de camote con un alto contenido de K tienen un 20 por ciento más de peso (13). El número de raíces de camote está influenciado más por el K que por el N. Sin embargo, el N tiene también influencia en el tamaño de los tubérculos. La adición de N sin K, ocasiona la presencia de raíces largas, mientras que el K reduce el tamaño de las raíces de camote a diferentes niveles de N (25). El K puede causar una aceleración de la actividad fotosintética, mediante un incremento en el crecimiento de los tubérculos. En este sentido, es importante suplir K al camote, hasta las etapas más avanzadas de su crecimiento (13). Gollifer (14), encontró que el N es determinante para un gran desarrollo de la parte aérea y una baja producción. Observó en el cultivar Faunalea

de camote, un descenso en sus rendimientos de tubérculos de 11, 8 a 9,2 Tn/ha, mientras que su producción de follaje fresco subió de 28,63 a 37,9 Tn/ha, por efecto de fertilización nitrogenada. MacDonald in dica que las respuestas del camote a los fertilizantes, están fuertemente influenciados por el clima. De acuerdo con Kay (24), el cultivo de camote remueve del suelo aproximadamente 70 kg/ha de N, 20 kg/ha de P_2O_5 y 110 kg/ha de K_2O .

2.4.3 Manejo del camote

Según Strydom (45), en sistemas de rotación de cultivos, el camote no debe ser cultivado en forma continua en un mismo terreno, principalmente para evitar proliferación de plagas. Aconseja situarlo en el mismo sitio una sola vez en un ciclo de tres años. La rotación puede realizarse con cereales y aún con cultivos mejoradores de suelo como las leguminosas.

Ruinard (38), realizó experimentos con camote en monocultura y sin fertilizantes y monocultura con cultivos subsecuentes aplicando 60 kg/ha de P_2O_5 . Los cultivos alternantes fueron Crotalaria usaramoensis y la variedad de maní B 33/1. Se observó que los rendimientos y composición química del camote no variaron en los tres primeros años de la rotación.

El cultivo del camote no necesita alcanzar un estado específico de madurez para la cosecha (45). Las raíces tuberosas del camote parecen que desarrollan mejor cuando las lluvias aumentan de intensidad antes de la cosecha, influenciando de esta manera las fechas de siembra (30).

Hartman y Gaylord (17), estudiaron en Indiana la influencia de la fecha de cosecha sobre los rendimientos de camote. Los experimentos se desarrollaron durante cinco años, en parcelas experimentales de diferente tamaño y las cosechas se realizaron en dos fechas. Se observó que retrasar la cosecha es una buena práctica aún en zonas donde es necesario el riego. El retraso de la cosecha incrementa los rendimientos, en condiciones de suelo húmedo antes de la cosecha. Purewal y Dargan, citados por MacDonald (30), por experiencias en India durante 1953 y 1954, señalan que las fechas de siembra no tienen influencia sobre el número de camotes por planta, sin embargo, el peso de los tubérculos aumentó con las siembras tempranas.

2.4.4 El problema de la alta variabilidad del camote

Varios autores (12, 18, 19, 27, 44), hacen notar la importancia de la variabilidad del camote y su influencia en los trabajos de investigación a nivel de campo. Aparentemente, el problema reside en varias causas que aún no están claramente determinadas. Sin embargo, se cree que la variabilidad del camote, afecta directamente la precisión de los datos experimentales.

Stiembauer y otros (44), realizaron una de las primeras investigaciones para determinar las causas de la variabilidad en el camote. El trabajo consistió en el estudio de la variación entre plantas de camote adyacentes en parcelas pequeñas. El grado de variabilidad fue deducido de los altos coeficientes de variación de los experimentos de campo. Trabajando con la variedad de camote Porto Rico, los autores no pudieron establecer ninguna correlación consistente entre las

características de las partes vegetativas de reproducción y el rendimiento.

Edmond (12), observó en invernadero la variabilidad en la producción de tubérculos de plantas individuales y de grupos de plantas de camote, de la variedad Porto Rico. Se encontró una marcada variabilidad en el rendimiento de plantas individuales, pero fue mayor en términos de grupos de plantas.

Haynes y Wholey (19), estudiaron la variación en el número y rendimiento de camotes en tres campos experimentales y en tres épocas. Encontraron que existe un amplio rango de variabilidad en los cultivos comerciales de camote, caracterizada por la variación entre parcelas y entre plantas individuales. La variación entre parcelas estimada por sus coeficientes de variación, puede deberse a diferencias de suelo, clima y manejo. La variabilidad entre plantas dentro de las parcelas, se puede atribuir a características morfológicas de la planta, donde el tipo y origen de las partes vegetativas de propagación puede ser importante. Estos factores necesitan de más estudios.

Lowe y Wilson (27), analizaron la variabilidad del camote en su rendimiento total, comercial y en los componentes del rendimiento (número de tubérculos y peso promedio de tubérculos). Para este fin, observaron las variedades de camote O 49, A 28/7, 09/9, I 62, A 16/15 y 03/62, que fueron cultivados en dos épocas y cosechados en dos fechas. Estos autores concuerdan en que en general existe una alta variabilidad en los rendimientos del camote, ya que esto demostraron los seis cultivares que fueron muy diferentes en tipo de follaje y características de

sus tubérculos. Los autores concluyen en que la alta variabilidad observada puede deberse al efecto de la época, material de propagación y desarrollo de los tubérculos. Este último aspecto influye directamente en el número y peso promedio de los tubérculos de camote.

De acuerdo con Haynes (18), las características de alta variabilidad en el camote, ocasionan problemas que afectan el uso de muestras de campo para la estimación del rendimiento. Para que los muestreos sean representativos, el número de muestras y el tamaño de la misma necesitan ser grandes. Esta alta variabilidad reduce la exactitud en las comparaciones entre tratamientos en experimentos de campo. Además, el mismo autor opina que coeficientes de variación altos en los experimentos de campo, no necesariamente reflejan una variación de suelo y manejo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El área experimental está localizada dentro de los límites del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica (9°53' Lat. N y 83°39' Long. O), con una elevación aproximada de 602 m.s.n.m.

Las características meteorológicas generales de la zona donde se realizó la experimentación son:

Radiación: 412,6 Cal/cm²/día

Temperatura máxima: 27,1°C

Temperatura mínima: 17,0°C

Precipitación media anual: 2682 mm

Humedad promedio: 88%

Suelo (1): tipo: Aluvial lacustre

Drenaje: Normal a impedido

Fertilidad: Media a baja

De acuerdo con Tosi (47), ecológicamente la zona de Turrialba corresponde a un bosque húmedo tropical premontano.

3.2 Descripción del "Experimento Central"

El estudio se llevó a cabo en el Experimento Central, instalado por el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, como parte de su proyecto Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico.

El Experimento Central fue planeado para la investigación de sistemas agrícolas que comprenden monocultivos, cultivos asociados con

2 y 3 especies y diversos sistemas combinados de cultivos secuenciales en el período de un año agrícola. En este esquema de investigación (Fig. 1), se destaca el estudio de ciertos tratamientos de asociaciones para la época seca (primera siembra) y el estudio de otros tratamientos para la época húmeda (siembra intermedia y siembra final). Es necesario aclarar que los subtratamientos en el Experimento Central son realmente tratamientos de asociaciones de cultivos mono específicos o poliespecíficos.

Para la selección de los subtratamientos en las épocas, se tomaron en cuenta los requisitos climáticos y agronómicos básicos de las diferentes especies consideradas. Por lo tanto, el diseño teórico del Experimento Central responde a la búsqueda de las mejores combinaciones técnicas y económicas de cultivos para ser desarrollados en forma secuencial, durante períodos de uno o más años.

El estudio de asociaciones de cultivos en el Experimento Central, contempló la utilización de las siguientes especies alimenticias:

| Cultivo | Nombre científico | Variedad | Importancia alimenticia básica |
|---------|---------------------------|-----------|--------------------------------|
| Camote | <u>Ipomea batatas</u> | C 15 | Carbohidratos, vitamina A |
| Frijol | <u>Phaseolus vulgaris</u> | CATIE 1 | Proteínas |
| Maíz | <u>Zea mays</u> | Tuxpeño 1 | Carbohidratos |
| Yuca | <u>Manihot esculenta</u> | Valencia | Carbohidratos |

La variedad de camote C-15, conocida también como Salvador B-4906, fue introducida a Costa Rica por el Instituto Interamericano de

Ciencias Agrícolas (4, 26). Según Armijo (4), esta variedad es medianamente precoz para la tuberización, la cual es de tipo superficial. Su hábito de crecimiento es rastrero y sus hojas, tallos y la piel de los tubérculos tienen una pigmentación violácea. González (15), señala que la variedad C-15 es recomendada para su cultivo en Costa Rica por sus rendimientos promedios de 300 qq/mz (19.745 kg/ha) y su período vegetativo de 4 a 5 meses.

3.2.1 Diseño de tratamientos y de campo

El diseño del Experimento Central correspondió a bloques completamente al azar con 24 tratamientos (arreglos de cultivos), con dos subtratamientos (niveles de tecnología) por tratamiento. El total de parcelas para los tratamientos fue de 96 provenientes de cuatro repeticiones, con una área de 180 m² cada una. El área experimental por subtratamiento (subparcela) fue de 90 m² (Fig. 1).

Las poblaciones teóricas por hectárea y por subparcela de las diferentes especies estudiadas en monocultivos y cultivos asociados se detallan a continuación:

| Cultivo | Población (1000 plantas/ha) | Distancia de siembra (cm) | |
|---------|-----------------------------|---------------------------|---------------|
| | | Entre plantas | Entre hileras |
| Camote | 50 | 40 | 50 |
| Frijol | 100 | 20 | 50 |
| Maíz | 40 | 50 | 100 |
| Yuca | 20 | 50 | 100 |

Las poblaciones y las distancias de siembra descritas, se mantuvieron constantes para todos los tratamientos, ya fuesen monocultivos o cultivos asociados y en ambas tecnologías. De esta manera se incrementa en los cultivos asociados, la gradiente de presión de uso de la tierra (Fig. 2).

3.3 Descripción de los subtratamientos del Experimento Central que incluyeron camote durante la primera siembra

Del total de 48 subtratamientos del Experimento Central, sembrados durante la época seca, 3 subtratamientos fueron de camote en monocultivo y 17 subtratamientos incluyeron camote como componente de cultivos asociados con frijol, maíz y yuca (Cuadro 1 y Fig. 1).

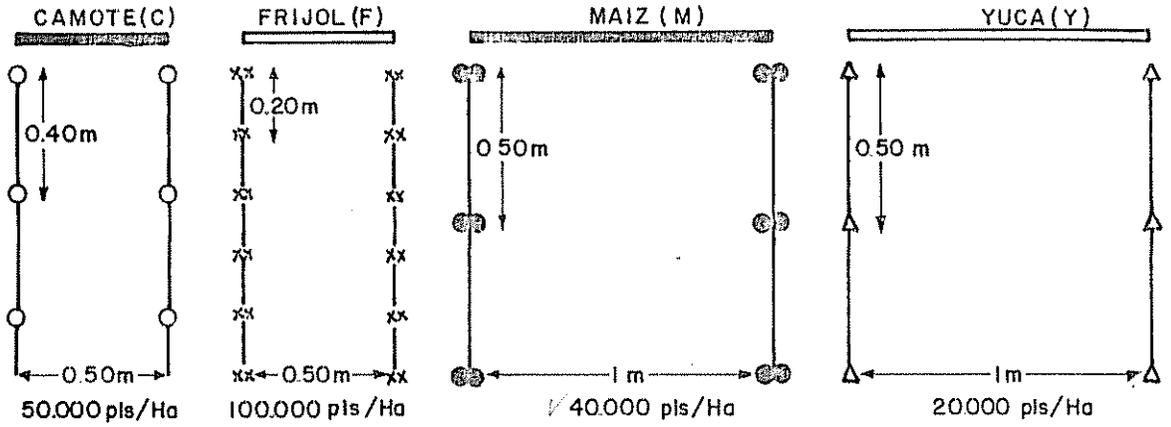
3.4 Agrupación de los subtratamientos para el estudio del camote

Tomando en cuenta exclusivamente la primera siembra del Experimento Central, varios subtratamientos se encontraron repetidos en forma variable para los objetivos del presente estudio.

El número de subparcelas de 90 m^2 para cada uno de las asociaciones consideradas también fue variable.

Tomando como criterio la similitud de las características de los subtratamientos que incluían camote en la primera siembra, fue posible agruparlas en 5 grupos de tratamientos o asociaciones de cultivos con dos subtratamientos o niveles de tecnología cada uno, excluyendo para el estudio el tratamiento 17 porque no tuvo dos niveles de

21
MONOCULTIVOS



CULTIVOS ASOCIADOS

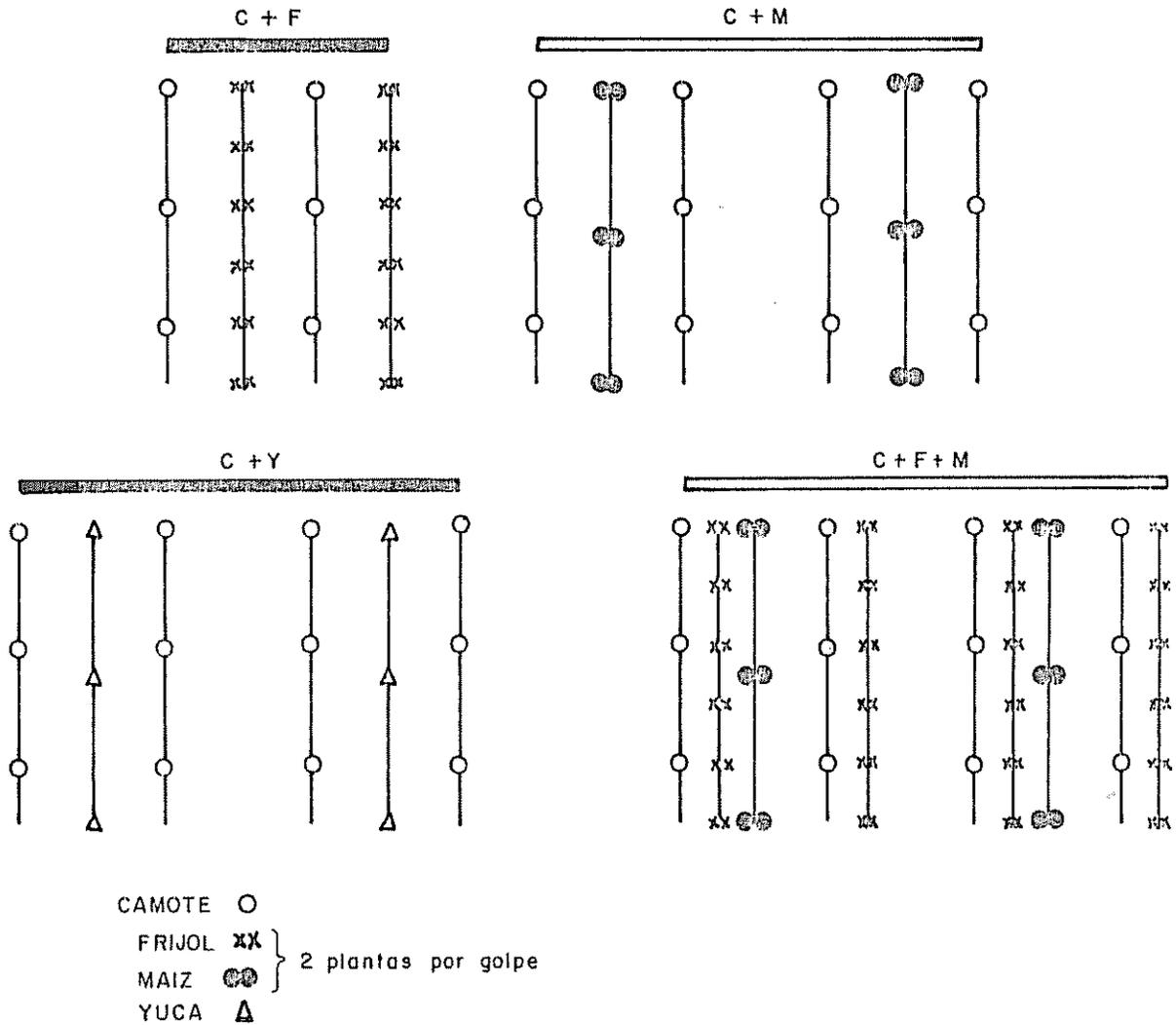


Fig. 2 Distancias de siembra

Cuadro 1. Descripción de los subtratamientos con camote (primera siembra).

| Asociaciones | Clave* | | Siembra 1974 | | Cosecha 1975 | | Permanencia en el campo (días) | | Fertilización total (kg/ha) | | | Mg | Nº sub-parcelas por asociación** |
|--------------|--------|----|--------------|-------|--------------|-----|--------------------------------|--------|-----------------------------|-------------------------------|------------------|----|----------------------------------|
| | T | ST | Mes | Mes | Mes | Mes | (días) | (días) | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | |
| C | 8 | B | Noviembre | Marzo | Marzo | 118 | 65 | 100 | 30 | 5 | | 5 | |
| | 8 | A | Noviembre | Marzo | Marzo | 118 | 125 | 130 | 48 | 20 | | 20 | 12 |
| | 11 | B | Noviembre | Marzo | Marzo | 118 | 65 | 100 | 30 | 5 | | 5 | |
| C+F | 3 | A | Diciembre | Abril | Abril | 111 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| | 10 | A | Diciembre | Abril | Abril | 107 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | 16 |
| | 21 | B | Diciembre | Abril | Abril | 111 | 85 | 110 | 36 | 10 | | 10 | |
| | 21 | A | Diciembre | Abril | Abril | 109 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| C+M | 4 | A | Diciembre | Abril | Abril | 106 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| | 11 | A | Diciembre | Abril | Abril | 106 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | 20 |
| | 12 | A | Diciembre | Abril | Abril | 106 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| | 19 | B | Diciembre | Abril | Abril | 107 | 85 | 110 | 36 | 10 | | 10 | |
| C+Y | 19 | A | Diciembre | Abril | Abril | 106 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| | 7 | A | Noviembre | Abril | Abril | 150 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| | 13 | B | Noviembre | Abril | Abril | 150 | 65 | 100 | 30 | 5 | | 5 | 12 |
| | 13 | A | Noviembre | Abril | Abril | 150 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| C+F+M | 22 | B | Diciembre | Abril | Abril | 107 | 85 | 110 | 36 | 10 | | 10 | |
| | 22 | A | Diciembre | Abril | Abril | 107 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | 16 |
| | 23 | B | Diciembre | Abril | Abril | 108 | 85 | 110 | 36 | 10 | | 10 | |
| | 23 | A | Diciembre | Abril | Abril | 107 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | |
| C+M+Y | 17 | B | Noviembre | Abril | Abril | 144 | 145 | 140 | 54 | 25 | | 25 | 4 |

* Significado de símbolos: C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca.

T = Tratamiento; ST = Subtratamiento

A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

** Con 4 repeticiones

tecnología (Cuadro 1).

El Cuadro 2 presenta la agrupación de 19 subtratamientos con camote y las posibilidades que se tuvieron de realizar muestreos durante su permanencia en el campo, como componente de las diferentes asociaciones.

Cuadro 2. Agrupación de 19 subtratamientos con camote de acuerdo a la similitud de sus características.

| Asociaciones de cultivos | Nivel de tecnología ^{1/} | Subtratamientos del Experimento Central ^{2/} | Número de parcelas |
|--------------------------|-----------------------------------|---|--------------------|
| C | A | 08(2) | 4 |
| | B | 08(1), 11(1) | 8 |
| C + F | A | 03(2) 10(2) 21(2) | 12 |
| | B | 21(1) | 4 |
| C + M | A | 04(2) 11(2) 12(2) 19(2) | 16 |
| | B | 19(1) | 4 |
| C + Y | A | 07(1) 13(2) | 8 |
| | B | 13(1) | 4 |
| C + F + M | A | 22(2) 23(2) | 8 |
| | B | 22(1) 22(2) | 8 |

^{1/} A = Tecnología Alta
B = Tecnología Baja

^{2/} Primera cifra = tratamiento; cifra en paréntesis = subtratamiento del Experimento Central en cuatro repeticiones.

3.5 Descripción de los subtratamientos considerados en este estudio

En general, las asociaciones de cultivos o subtratamientos agrupados en la forma descrita en el Cuadro 2, representa la totalidad de parcelas de 90 m^2 en las que se realizaron observaciones periódicas de varias características del camote.

Los dos niveles de tecnología que se contemplan para cada una de las asociaciones son:

Tecnología alta (A) caracterizada por: 1) fertilización básica al momento de la siembra; 2) tratamiento fitosanitario de las partes vegetativas del camote (puntas); 3) tratamiento fitosanitario de semillas de frijol y maíz; 4) fertilización suplementaria alta durante el cultivo; 5) control permanente de malas hierbas, plagas y enfermedades.

Tecnología baja (B) caracterizada por: 1) fertilización básica al momento de la siembra; 2) tratamiento fitosanitario de las partes vegetativas del camote (puntas); 3) tratamiento fitosanitario de semillas de frijol y maíz; 4) fertilización suplementaria baja durante el cultivo; 5) control mínimo de malas hierbas, plagas y enfermedades.

La descripción de las características y del manejo de los cultivos en las asociaciones consideradas se detallan a continuación:

3.5.1 Camote (C). / Tecnología Alta (A)

Camote en monocultura. Fertilización básica a la siembra de 300 kg/ha de la fórmula Z*. Fertilización suplementaria alta de 400 kg/ha

* Z = 15-38-8

de la fórmula W* a los 30 días de la siembra.

3.5.2 Camote (C)./ Tecnología Baja (B)

Camote en monocultura. Fertilización básica a la siembra de 300 kg/ha de la fórmula Z. Fertilización suplementaria baja de 100 kg/ha de la fórmula W a los 30 días de la siembra.

3.5.3 Camote asociado con frijol (C+F)./ Tecnología Alta (A)

Cultivo intercalado de camote con frijol. Siembra inicial de frijol y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria alta de 500 kg/ha de la fórmula W.

3.5.4 Camote asociado con frijol (C+F)./ Tecnología Baja (B)

Cultivo intercalado de camote con frijol. Siembra inicial del frijol y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria baja de 200 kg/ha de la fórmula W.

3.5.5 Camote asociado con maíz (C+M)./ Tecnología Alta (A)

Cultivo intercalado de camote con maíz. Siembra inicial de maíz y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria alta de 500 kg/ha de la fórmula W.

3.5.6 Camote asociado con maíz (C+M)./ Tecnología Baja (B)

Siembra inicial de maíz y fertilización básica de 300 kg/ha

* W = 20-10-6-5

de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria baja de 200 kg/ha de la fórmula W.

3.5.7 Camote asociado con yuca (C+Y). / Tecnología Alta (A)

Cultivo intercalado de camote con yuca. Siembra simultánea inicial de camote y yuca y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Fertilización suplementaria alta de 500 kg/ha de la fórmula W, a los 30 días de la siembra.

3.5.8 Camote asociado con yuca (C+Y). / Tecnología Baja (B)

Cultivo intercalado de camote con yuca. Siembra simultánea inicial de camote y yuca y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Fertilización suplementaria baja de 100 kg/ha de la fórmula W.

3.5.9 Camote asociado con frijol y maíz (C+F+M). / Tecnología Alta (A)

Cultivo intercalado de camote, frijol y maíz. Siembra simultánea inicial de frijol y maíz y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria alta de 500 kg/ha de la fórmula W.

3.5.10 Camote asociado con frijol y maíz (C+F+M). / Tecnología Baja (B)

Cultivo intercalado de camote con frijol y maíz. Siembra simultánea inicial de frijol y maíz y fertilización básica de 300 kg/ha de la fórmula Z. Siembra de camote a los 30 días y fertilización suplementaria baja de 200 kg/ha de la fórmula W.

3.6 Variables analizadas

3.6.1 Distribución de la biomasa con la edad

Se muestrearon en forma simple aleatoria aproximadamente cada 30 días hasta la cosecha, tres plantas por parcela. El material vegetal recolectado periódicamente fue llevado al laboratorio y se procedió a determinar el peso fresco de las tres plantas en conjunto. Posteriormente, se fraccionó el material en hojas, tallos con pecíolos y raíces totales. Para la determinación de la biomasa o peso seco de las diferentes fracciones el material vegetal fue colocado en tres bolsas y fue secado en estufa a 70°C hasta alcanzar peso constante.

3.6.2 Longitud y diámetro del tallo central

Estas mediciones morfológicas fueron realizadas en cada una de las tres plantas muestreadas por parcela previo a la determinación del peso fresco. Para la medición de la longitud del tallo central se hizo uso de una regla graduada en centímetros. El diámetro fue medido en milímetros en la parte cortada del tallo central al nivel del suelo. Se utilizó un vernier y se consideró el diámetro mayor del tallo, en vista de que el mismo no tiene forma cilíndrica.

3.6.3 Área foliar

Para medir el área foliar total por planta y para cada parcela, primeramente se muestreó un determinado número de hojas por parcela, para obtener una muestra representativa de la población. Este procedimiento se realizó para cada edad. Las hojas seleccionadas formaron, por lo tanto, una muestra aleatoria de todos los tamaños de hoja posibles.

Con esta muestra de hojas se procedió a determinar el área foliar específica (AFE), utilizando el método del papel y el peso seco de las hojas. El AFE, que se expresa como dm^2/g , fue calculado para cada edad. Finalmente, el área foliar por planta y por parcela fue determinada multiplicando el AFE específico para cada edad por la biomasa de hojas promedio de tres plantas de cada parcela.

3.6.4 Razones (R) entre Pesos secos (PS)

Durante el crecimiento del camote en cada asociación de cultivos se determinaron las siguientes razones de pesos secos por planta:

RPF = Razón peso foliar = PS del follaje/PS total de planta

RPR = Razón peso raíces = PS raíces/PS total de planta

RPA = Razón peso parte aérea = PS parte aérea/PS total
de planta

3.6.5 Rendimiento y sus componentes

Al final del período de permanencia del camote en el campo en cada subparcela, se determinó el rendimiento de raíces tuberosas frescas. Se consideró una área útil de cosecha de $68 \text{ m}^2/\text{parcela}$. Paralelamente se contabilizó el número de plantas. Ambos datos fueron convertidos respectivamente a rendimientos en kg/ha de tubérculos totales y a población de plantas/ha. Por otra parte, los rendimientos fueron corregidos por covarianza entre las variables de rendimiento y población por parcela de 68 m^2 .

Por muestreos simples aleatorios de 10 plantas por parcela se determinó el número de tubérculos/planta. El peso de tubérculos total

por planta fue calculado a partir de los rendimientos individuales de las parcelas, dividido por el número de plantas de cada parcela.

3.7 Análisis de la información

El análisis básico del crecimiento y rendimiento del camote, se realizó mediante observaciones periódicas de diferentes variables del crecimiento en las parcelas del Experimento Central. La información relativa al camote obtenida a través del tiempo y a la cosecha fue irregular en varios sentidos; desigual número de parcelas y observaciones por tratamiento y para cada edad, diferentes fechas de cosechas de los tratamientos, desigual número de muestreos por tratamiento a consecuencia de los diferentes ciclos vegetativos y finalmente diferencias en las condiciones climáticas que prevalecieron durante los ciclos de cultivo del camote en las asociaciones. Estas limitaciones para la evaluación del comportamiento del camote, son consecuencia de que el Experimento Central fue diseñado con objetivos diferentes a los del presente trabajo.

En forma preliminar, se intentó realizar un análisis de varianza ajustando la información a un diseño irrestricto al azar. Posteriormente se comprobó por un test de Barlett que las varianzas de las muestras no son homogéneas. Finalmente, la información obtenida por asociación, tecnología, edad y a la cosecha, son en verdad muestras aleatorias de una población. Con base en este análisis, se decidió realizar pruebas de t^2 para comparar individualmente los promedios de las asociaciones por tecnologías y en todas las variables, con los promedios de los monocultivos. En la misma forma, se compararon entre sí

los promedios de las asociaciones que resultaron significativamente diferentes a los monocultivos.

La prueba de "t" se ajusta bastante bien a la realidad de este experimento, porque es posible analizar muestras pertenecientes a poblaciones de varianzas iguales o diferentes y muestras de igual o diferente tamaño.

Para el cálculo de las pruebas de "t", se tomaron en cuenta los siguientes aspectos (42):

- a. Cuando las varianzas fueron iguales y el tamaño de las muestras fue igual o diferente, el valor calculado se comparó directamente con el valor tabulado a un nivel de 0,05 de significación estadística.
- b. Cuando las varianzas no fueron iguales, el valor de "t" calculado se comparó con un valor de "t" generado para cada situación de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$t_g = \frac{W_1 t_1 + W_2 t_2}{W_1 + W_2}$$

donde:

$$W_1 = \frac{S_1^2}{n_1} \quad , \quad W_2 = \frac{S_2^2}{n_2}$$

$t_1 = t_{0,05}$ para $(n_1 - 1)$ grados de libertad

$t_2 = t_{0,05}$ para $(n_2 - 1)$ grados de libertad

Por otra parte, se realizó un análisis de correlación entre algunas variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento con variables del rendimiento.

4. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron con relación al cultivo del camote en diferentes asociaciones, se concretan a su comportamiento fisiológico y agronómico. Por lo tanto, las otras especies serán mencionadas únicamente como componentes competitivos de las asociaciones.

4.1 Condiciones climáticas

En el Cuadro 3 y Fig. A1, se observan las condiciones macroclimáticas que prevalecieron durante la experimentación y datos promedio de precipitación en la zona en base a 31 años de registro. El Cuadro 4, presenta un cálculo probabilístico de ocurrencia de la precipitación observada y la probabilidad de ocurrencia de la precipitación promedio de 31 años, según tablas de probabilidad de precipitación dadas por Amézquita (2).

Cuadro 3. Datos mensuales de lluvia y temperatura durante el período experimental y datos promedios de precipitación de 31 años para Turrialba.

| Meses | Años | Temperatura (C) | | | Lluvia (mm) | |
|-----------|------|-----------------|--------|-------|-------------|-------------------|
| | | Máxima | Mínima | Media | Observada | Promedio 31 años* |
| Noviembre | 1974 | 25,6 | 18,0 | 20,8 | 175,2 | 275,9 |
| Diciembre | | 25,5 | 16,7 | 20,2 | 402,8 | 342,0 |
| Enero | 1975 | 24,8 | 16,1 | 19,7 | 131,3 | 180,8 |
| Febrero | | 25,2 | 15,9 | 19,8 | 19,6 | 142,8 |
| Marzo | | 26,8 | 17,6 | 21,4 | 27,6 | 75,4 |
| Abril | | 26,6 | 17,4 | 21,3 | 32,9 | 134,3 |
| Mayo | | 27,8 | 18,5 | 22,1 | 112,29 | 222,0 |

* Datos de la Estación Meteorológica del CATIE, Turrialba.

Cuadro 4. Probabilidad de ocurrencia de la lluvia observada en el período experimental y datos promedios mensuales de 31 años.

| Meses | Lluvia observada (mm) | | Lluvia promedios 31 años | |
|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| | Intervalo de clase* | Probabilidad (%) | Intervalo de clase** | Probabilidad (%) |
| Noviembre | 0-200 | 26 | 0-300 | 53 |
| Diciembre | 0-450 | 63 | 0-350 | 49 |
| Enero | 0-150 | 36 | 0-200 | 56 |
| Febrero | 0- 50 | 24 | 0-150 | 51 |
| Marzo | 0- 50 | 33 | 0-100 | 64 |
| Abril | 0- 50 | 24 | 0-150 | 54 |
| Mayo | 0-150 | 19 | 0-250 | 60 |

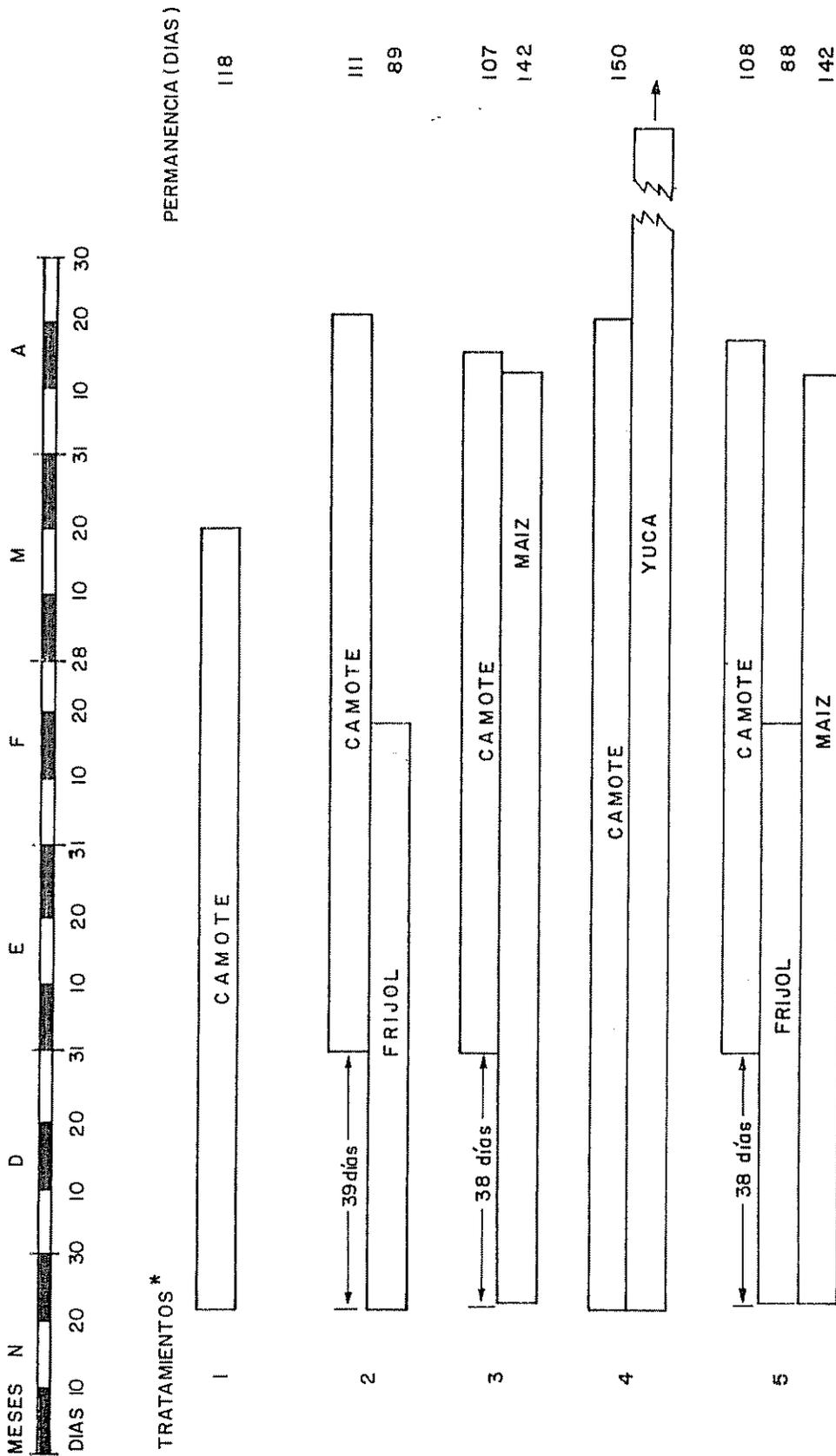
* Intervalo de clase que contiene la lluvia mensual observada.

** Intervalo de clase que contiene la lluvia promedio mensual de 31 años.

4.2 Aspectos generales de los cultivos

En el Cuadro A1, se presenta una relación cronológica de algunas prácticas agronómicas realizadas en las asociaciones estudiadas. La Fig. 3 representa objetivamente la permanencia en el campo de las diferentes asociaciones y la disposición de los cultivos que las integran.

Los cultivos de camote sufrieron un fuerte ataque del barrenador del tallo (Megastes grandalis); la incidencia de esta plaga redujo las poblaciones de plantas en forma variable. El ataque no fue limitado al tallo, se observó también en los tubérculos. Debido a la



* En 2 Tecnologías

Fig. 3 Arreglo de los cultivos en las asociaciones en el tiempo y el espacio y su permanencia en el campo

presencia de esta plaga y a una acentuada sequía que prevaleció durante las últimas etapas del crecimiento, se decidió cosechar los cultivos de camote a pesar de que algunos no mostraron una tuberización adecuada. Se hace especial referencia a los tratamientos 2, 3 y 5 (Fig. 3).

El desarrollo vegetativo del camote en los monocultivos fue vigoroso y cubrió el suelo totalmente entre los 60 y 90 días. Entre las asociaciones, el camote cultivado entre las hileras de yuca, mostró mejor aspecto en términos generales comparado con las plantas de las otras asociaciones. Las plantas de camote asociadas con frijol, mostraron una mejoría en su crecimiento vegetativo después de que se cosechó el frijol. Las plantas de camote que se desarrollaron en la asociación con maíz y en la asociación con maíz y frijol, presentaron entrenudos más largos y hojas más espaciadas a lo largo de los tallos, dándoles un aspecto elongado.

4.3 Distribución e incremento periódico de biomasa

En los Cuadros 5, 6, 7 y 8 y en las Figs. 4, 5, 6 y 7, se presentan los incrementos periódicos de biomasa del camote en las diferentes asociaciones. Los valores en los cuadros son promedios de las observaciones realizadas en cada parcela de 90 m^2 .

Las comparaciones de promedios entre los dos niveles de tecnologías, para todas las edades y variables, no mostraron diferencias significativas al 0,05. Con base en este resultado se procedió a obtener promedios por asociación agrupando datos de las dos tecnologías. Estos nuevos valores fueron comparados con los encontrados para los

Cuadro 5. Biomasa de hojas (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Monocultivo | | | Asociaciones | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------|----------|--------------|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|
| | Ed* | \bar{X} | $\pm ES$ | Ed | \bar{X} | $\pm ES$ | Ed | \bar{X} | $\pm ES$ | Ed | \bar{X} | $\pm ES$ |
| A | 45 | 10,4 | 1,3 | 30 | 1,2 | 0,1 | 30 | 1,3 | 0,1 | 45 | 8,3 | 0,8 |
| B | | 8,2 | 0,7 | | 1,1 | 0,09 | | 1,3 | 0,3 | | 9,8 | 0,8 |
| A+B | | 8,9 | 0,6 | | 1,2 | 0,09 | | 1,3 | 0,1 | | 8,8 | 0,6 |
| A | 60 | 16,9 | 1,9 | 60 | 10,5 | 1,0 | 60 | 7,5 | 0,9 | 60 | 14,5 | 1,6 |
| B | | 13,7 | 1,1 | | 13,4 | 3,6 | | 7,7 | 0,5 | | 12,7 | 1,2 |
| A+B | | 14,8 | 1,0 | | 11,3 | 1,2 | | 7,5 | 0,7 | | 13,9 | 1,1 |
| Dif. sig.** | | a | | | a | | | b | | | a | |
| A | 90 | 27,1 | 3,2 | 90 | 19,0 | 1,6 | 90 | 9,6 | 0,8 | 90 | 21,8 | 3,5 |
| B | | 21,5 | 1,9 | | 15,0 | 2,9 | | 9,8 | 1,3 | | 15,8 | 1,8 |
| A+B | | 23,4 | 1,8 | | 18,0 | 1,5 | | 9,7 | 0,6 | | 19,8 | 2,5 |
| Dif. sig. | | a | | | a | | | b | | | a | |
| A | 118 | 12,4 | 2,8 | 111 | 17,5 | 1,3 | 107 | 9,0 | 0,9 | 120 | 9,6 | 0,8 |
| B | | 13,6 | 1,4 | | 12,5 | 0,9 | | 9,4 | 3,5 | | 8,4 | 0,7 |
| A+B | | 13,2 | 1,3 | | 16,2 | 1,2 | | 9,1 | 0,9 | | 9,2 | 0,6 |
| A | | | | | | | 150 | | | 150 | 4,4 | 0,6 |
| B | | | | | | | | | | | 6,4 | 1,3 |
| A+B | | | | | | | | | | | 5,0 | 0,6 |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 6. Biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | Monocultivo | | | C+F | | | C+M | | | C+Y | | | C+F+M | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES |
| A | 45 | 9,7 | 1,5 | 30 | 1,0 | 0,1 | 30 | 0,8 | 0,1 | 45 | 7,0 | 1,0 | 30 | 0,5 | 0,1 |
| B | | 7,4 | 0,8 | | 1,0 | 0,3 | | 0,9 | 0,2 | | 9,2 | 0,9 | | 0,6 | 0,1 |
| A+B | | 8,2 | 0,8 | | 1,0 | 0,1 | | 0,9 | 0,1 | | 7,6 | 0,8 | | 0,6 | 0,1 |
| A | 60 | 17,0 | 3,0 | 60 | 10,3 | 1,2 | 60 | 7,3 | 1,1 | 60 | 14,9 | 2,0 | 60 | 3,3 | 0,6 |
| B | | 14,1 | 2,0 | | 14,0 | 4,0 | | 7,6 | 0,6 | | 13,9 | 1,7 | | 3,3 | 0,9 |
| A+B | | 15,0 | 1,6 | | 11,2 | 1,3 | | 7,3 | 0,8 | | 14,6 | 1,4 | | 3,3 | 0,5 |
| Dif. sig.** | | a | | | a | | | b | | | a | | | c | |
| A | 90 | 44,0 | 2,6 | 90 | 29,3 | 2,5 | 90 | 15,0 | 1,4 | 90 | 34,0 | 4,0 | 90 | 12,6 | 2,2 |
| B | | 36,0 | 3,8 | | 25,0 | 5,6 | | 17,1 | 3,1 | | 25,0 | 3,3 | | 7,7 | 1,4 |
| A+B | | 39,0 | 2,8 | | 28,2 | 2,3 | | 15,4 | 1,2 | | 31,0 | 3,0 | | 10,1 | 1,4 |
| Dif. sig. | | a | | | b | | | c | | | ab | | | a | |
| A | 118 | 30,0 | 4,0 | 111 | 31,4 | 2,4 | 107 | 18,0 | 2,1 | 120 | 27,0 | 2,4 | 108 | 16,0 | 2,3 |
| B | | 33,4 | 4,0 | | 23,1 | 3,0 | | 22,0 | 9,4 | | 19,0 | 2,0 | | 10,2 | 2,7 |
| A+B | | 32,3 | 3,0 | | 29,3 | 2,1 | | 19,0 | 2,3 | | 24,3 | 2,0 | | 13,0 | 2,0 |
| A | | | | | | | 150 | 19,0 | 1,3 | | | | | | |
| B | | | | | | | | 22,0 | 2,0 | | | | | | |
| A+B | | | | | | | | 20,0 | 1,1 | | | | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 7. Biomasa de raíces (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|------|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-------|-----------|-----|
| | Monocultivo | | | | C+M | | | | C+Y | | | | C+F+M | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES |
| A | 60 | 9,3 | 1,1 | 60 | 2,0 | 0,3 | 60 | 2,0 | 0,6 | 60 | 6,0 | 1,1 | 60 | 1,0 | 0,1 |
| B | | 6,3 | 1,3 | | 1,4 | 0,7 | | 1,4 | 0,2 | | 7,0 | 1,3 | | 1,0 | 0,1 |
| A+B | | 7,3 | 1,0 | | 2,0 | 0,3 | | 2,0 | 0,5 | | 6,1 | 1,0 | | 1,0 | 0,1 |
| Dif. sig.** | | a | | | b | | | bc | | | a | | | c | |
| A | 90 | 31,5 | 13,0 | 90 | 19,0 | 3,4 | 90 | 5,0 | 0,8 | 90 | 19,0 | 3,0 | 90 | 3,4 | 1,0 |
| B | | 30,3 | 5,0 | | 11,0 | 2,4 | | 4,0 | 1,1 | | 18,4 | 6,0 | | 2,0 | 0,4 |
| A+B | | 31,0 | 5,0 | | 17,0 | 3,0 | | 5,0 | 1,0 | | 19,0 | 3,0 | | 3,0 | 0,5 |
| Dif. sig. | | a | | | b | | | c | | | ab | | | a | |
| A | 118 | 16,0 | 9,0 | 111 | 28,4 | 5,0 | 107 | 7,0 | 1,0 | 120 | 45,5 | 4,0 | 108 | 13,3 | 4,0 |
| B | | 55,0 | 9,0 | | 21,1 | 5,0 | | 10,0 | 4,0 | | 38,0 | 6,1 | | 6,0 | 1,5 |
| A+B | | 57,0 | 6,6 | | 27,0 | 4,0 | | 7,4 | 1,0 | | 43,0 | 3,2 | | 9,5 | 2,2 |
| A | | | | | | | | | | 150 | 49,0 | 9,3 | | | |
| B | | | | | | | | | | | 56,5 | 5,1 | | | |
| A+B | | | | | | | | | | | 51,4 | 6,4 | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A + B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 8. Biomasa total (g/planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|------|-----|-----------|-----|-----|-----------|------|-------|-----------|-----|
| | Monocultivo | | | C+M | | | C+Y | | | C+T+M | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES |
| A | 45 | 20,1 | 2,8 | 30 | 2,2 | 0,2 | 30 | 15,1 | 2,0 | 30 | 1,4 | 0,3 |
| B | | 16,0 | 1,5 | | 2,2 | 0,5 | | 19,0 | 2,0 | | 1,3 | 0,3 |
| A+B | | 17,1 | 1,5 | | 2,2 | 0,2 | | 16,4 | 1,4 | | 1,4 | 0,2 |
| A | 60 | 43,1 | 6,0 | 60 | 17,0 | 2,2 | 60 | 35,4 | 4,1 | 60 | 8,0 | 1,5 |
| B | | 34,2 | 4,0 | | 17,0 | 1,4 | | 33,2 | 3,1 | | 8,0 | 2,0 |
| A+B | | 34,2 | 3,0 | | 17,0 | 2,0 | | 35,0 | 3,0 | | 8,0 | 1,2 |
| Dif. sig.** | | a | | | c | | | a | | | d | |
| A | 90 | 103,0 | 13,3 | 90 | 29,4 | 3,0 | 90 | 75,0 | 7,4 | 90 | 25,0 | 4,3 |
| B | | 88,0 | 7,5 | | 31,2 | 5,3 | | 60,0 | 9,4 | | 15,3 | 3,0 |
| A+B | | 93,0 | 7,0 | | 30,0 | 2,2 | | 69,5 | 6,0 | | 20,0 | 3,0 |
| Dif. sig. | | a | | | c | | | b | | | d | |
| A | 118 | 103,2 | 10,0 | 111 | 77,3 | 7,0 | 107 | 82,0 | 6,0 | 108 | 38,0 | 7,0 |
| B | | 102,0 | 12,1 | | 57,0 | 5,5 | | 66,0 | 8,0 | | 22,2 | 5,3 |
| A+B | | 102,4 | 8,4 | | 72,2 | 5,6 | | 77,0 | 5,0 | | 30,1 | 5,0 |
| A | | | | | | | 150 | 72,3 | 10,0 | | | |
| B | | | | | | | | 84,5 | 3,8 | | | |
| A+B | | | | | | | | 76,3 | 1,0 | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

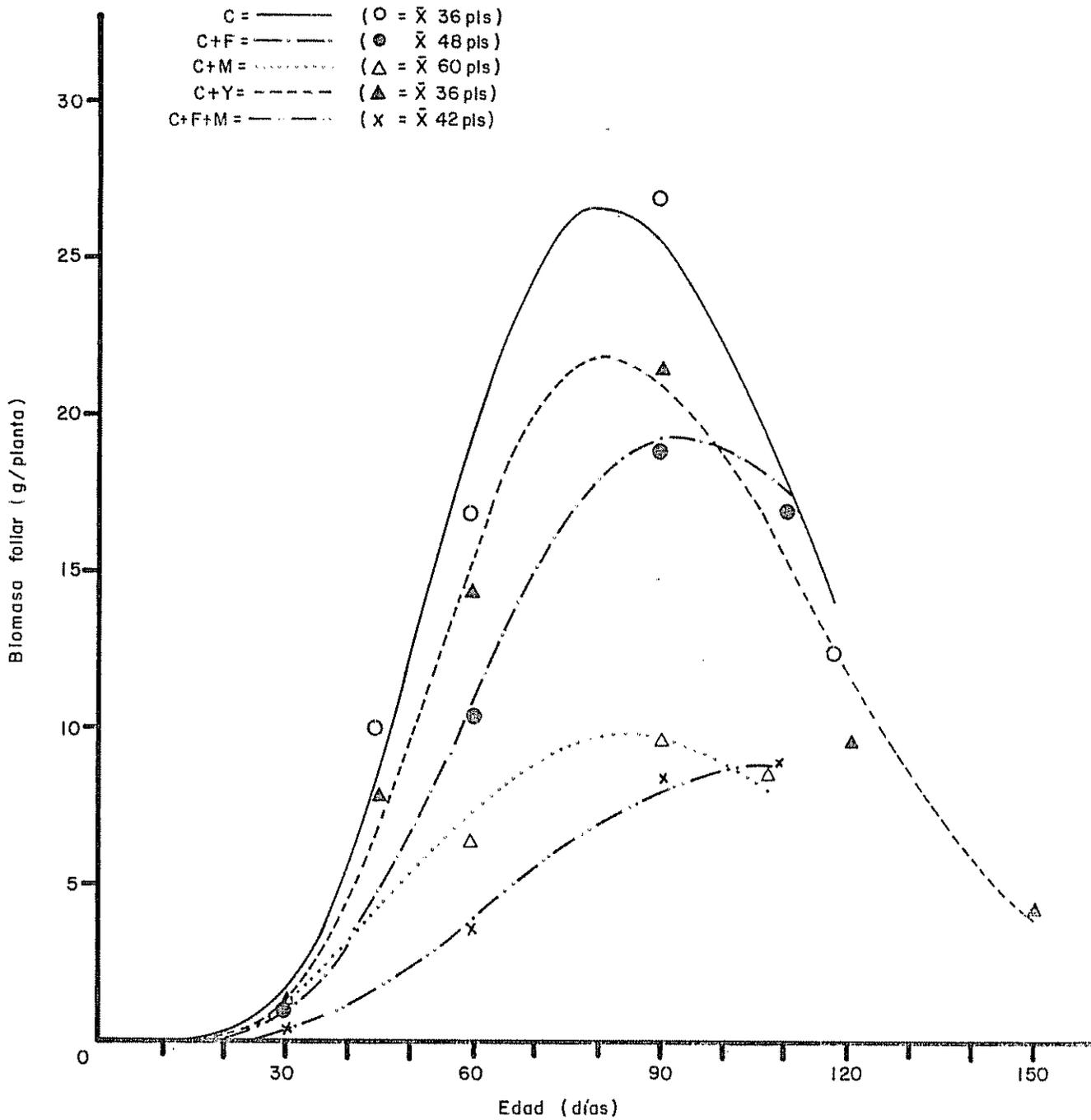


Fig. 4 Curvas de crecimiento de la biomasa foliar de la variedad de camote C15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones

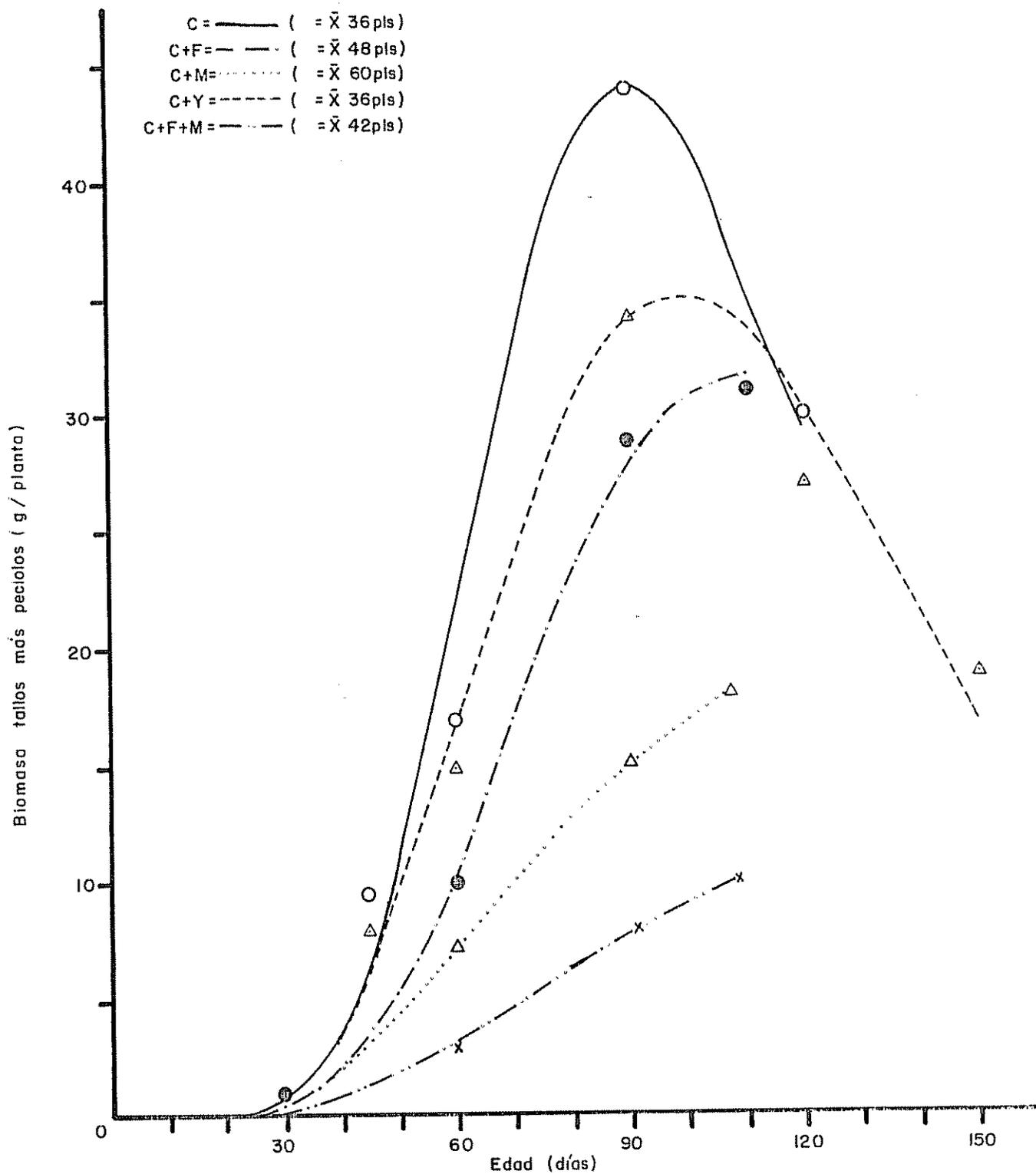


Fig 5 Curvas de crecimiento de la biomasa de tallos más peciolo del camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones

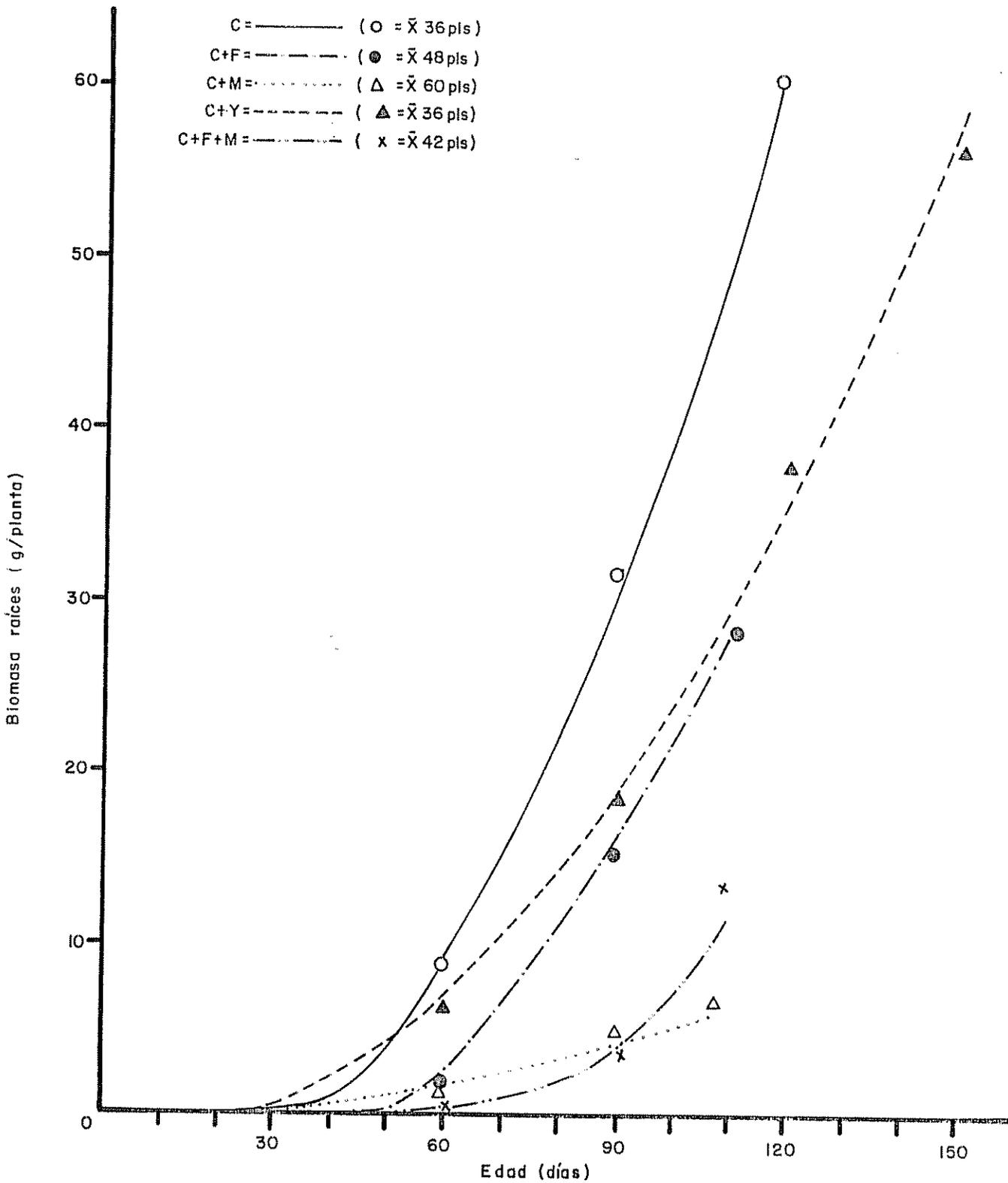


Fig. 6 Curvas de crecimiento de la biomasa subterránea de la variedad de camote C15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones

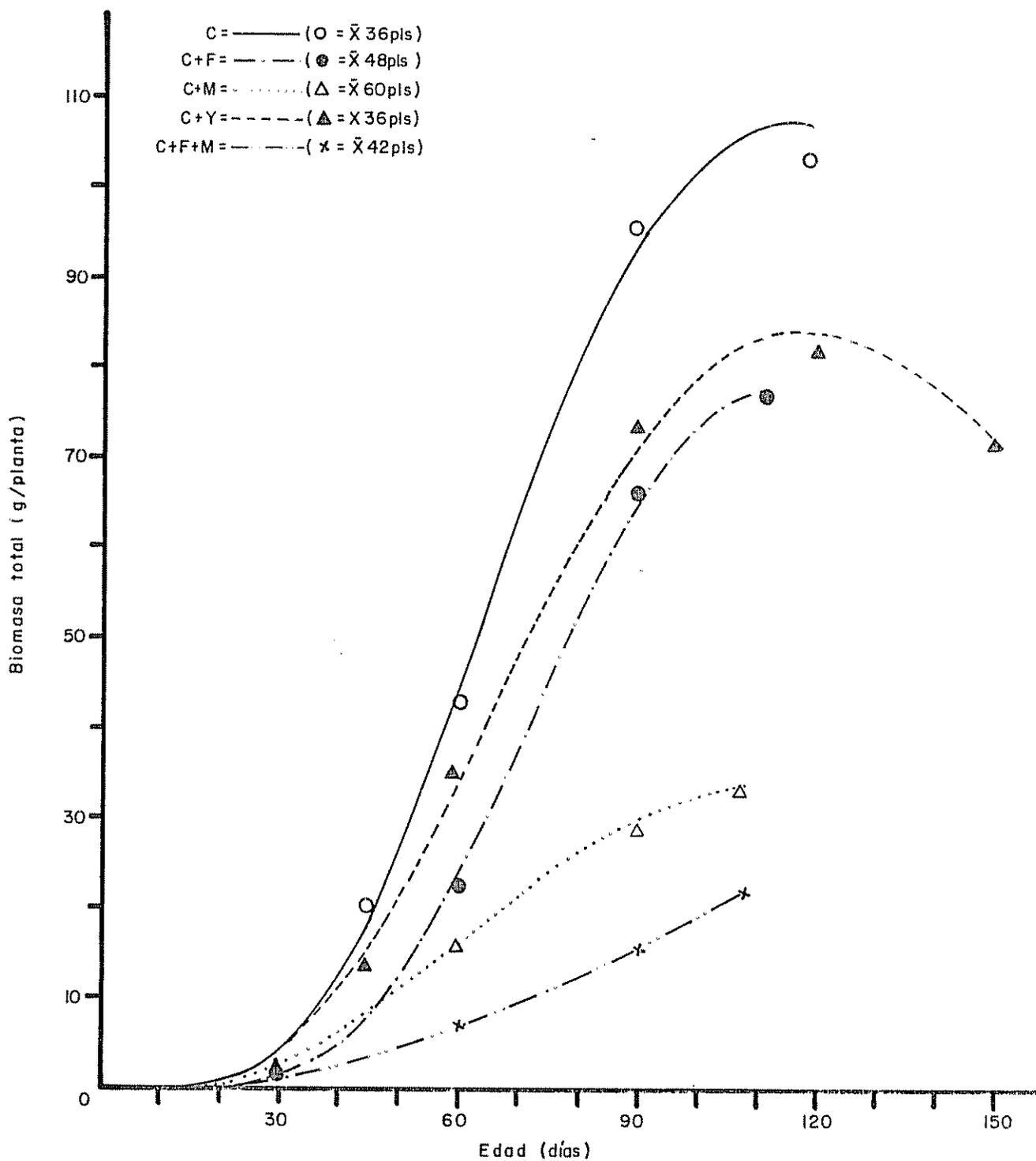


Fig. 7 Curvas de crecimiento de la biomasa total de la variedad de camote C 15 a través del tiempo en monocultivo y en diferentes asociaciones

monocultivos. Las cantidades graficadas en las curvas, corresponden a valores obtenidos en tecnología alta. Estos valores se los considera como representativos de las asociaciones en virtud de que no hubo diferencias significativas entre niveles de tecnología. Las ecuaciones matemáticas de las curvas se dan en el Cuadro A2.

La producción de biomasa del camote, tiende a ser cuantitativamente menor en los cultivos asociados que en los monocultivos. El patrón de incremento de biomasa en las hojas, fue semejante al observado para los tallos y pecíolos. Por otra parte, se encontró que las plantas de camote tienden a un crecimiento que sigue el model gamma, para sus partes vegetativas aéreas (Fig. 4 y 5). Las raíces, sin embargo, tienen otro patrón de incremento de materia seca, que es de tipo cuadrático, lo cual, junto con los incrementos de biomasa aérea influyen el patrón de las curvas de incremento periódico de biomasa total, que a la vez se parecen a las curvas de biomasa foliar y de tallos más pecíolos. Algunas curvas de biomasa total (Fig. 7) muestran al final de la permanencia en el campo, un descenso de menor magnitud que el de las hojas y tallos considerados por separado (Figs. 4 y 5).

Si se analizan comparativamente las curvas de las Figs. 4 y 5, se puede observar que la acumulación periódica de materia seca tiende a ser mayor en los tallos y pecíolos que en las hojas, exceptuando la asociación camote con maíz en la que las plantas de camote mostraron cantidades de materia seca semejantes en el tiempo, tanto para hojas como para tallos y pecíolos.

A la edad de 60 y 90 días, la biomasa foliar encontrada en

las plantas de camote con frijol y de camote con yuca, no fueron significativamente diferente a la biomasa acumulada en las hojas por plantas de camote en monocultivo. Las plantas de camote asociadas con maíz mostraron una mayor acumulación de biomasa foliar comparadas con plantas cultivadas con frijol y maíz a la edad de 60 días. A los 90 días, esta acumulación de biomasa fue similar en ambas situaciones.

El incremento de biomasa de tallos más pecíolos, observado en plantas de camote en monocultivo a la edad de 60 días, fue igual a los valores observados en plantas de camote asociados con frijol y en plantas asociadas con yuca. A los 90 días la cantidad de materia seca en los tallos y pecíolos fue igual para las plantas de camote de cultivos solos y asociados con yuca. En la asociación doble de camote y frijol y en la asociación triple camote, frijol, y maíz, las plantas de camote no mostraron una acumulación significativamente diferente de biomasa en sus tallos y pecíolos.

La tuberización en el camote, representada por un incremento rápido de biomasa subterránea a partir de los 60 días aproximadamente, siguió una tendencia de tipo cuadrático y el tiempo no permitió averiguar cuando esta tendencia podría cambiar (Fig. 6).

Las plantas de camote asociadas con frijol mostraron un retraso en la acumulación de biomasa en sus raíces comparadas con plantas que crecieron asociadas con yuca. Este retraso en el crecimiento de las raíces tuberosas fue menos evidente al llegar a los 90 días, donde los valores comparativos entre las plantas de estas dos asociaciones no mostraron diferencias significativas (Fig. 6). Por otra

parte, el camote en monocultivo mostró a los 60 y 90 días una acumulación de biomasa en sus raíces igual que el camote asociado con yuca (Cuadro 7). Se observó que después de los 90 días la tuberización del camote en monocultivo fue más rápida que la del camote asociado con yuca. En efecto, en la Fig. 6 se puede observar que las plantas de camote de la asociación C+Y retardaron su incremento de biomasa subterránea entre los 118 y 120 días, en comparación con la biomasa alcanzada en sus raíces por el camote en monocultivo. Posteriormente, a la edad de 150 días, se observó que las plantas de la asociación C+Y alcanzaron valores iguales a los valores de biomasa subterránea detectado en el monocultivo a la edad de 120 días.

El incremento mensual de biomasa total de las plantas de camote de las cinco asociaciones, presentó la misma tendencia de crecimiento en todas las situaciones (Fig. 7). Las diferencias significativas que se encontraron por asociación entre plantas y a la edad de 60 y 90 días, con relación a la biomasa total, se muestran en el Cuadro 8.

4.4 Características y componentes morfológicos del crecimiento

Longitud y diámetro del tallo central. La determinación de la longitud del tallo central causó dificultad debido al hábito característico del camote y en cierta manera a la presencia de otras especies en los cultivos asociados. Alrededor del segundo mes de crecimiento y en especial en los monocultivos, las plantas de camote por su desarrollo se entrelazaron de tal forma que dificultaron en gran manera el proceso de muestreo, por lo general los tallos herbáceos y sus

ramificaciones se rompían con facilidad.

En los Cuadros 9 y 10, se presentan las variaciones con la edad de la longitud y el diámetro del tallo central, de plantas de camote que fueron cultivadas en cinco asociaciones.

De acuerdo con la comparación entre las medias de las asociaciones, se encontró que tanto a los 60 como a los 90 días las plantas de camote tuvieron una misma longitud del tallo central en todas las asociaciones.

A los 60 días de edad se detectaron diferencias significativas con respecto al grosor del tallo central. Las plantas de camote en monocultivo y en asociación con yuca mostraron los tallos más gruesos comparadas con las plantas de las otras asociaciones. A los 90 días el grosor del tallo fue igual para las plantas de camote cultivadas en monocultivo, asociadas con yuca y asociadas con frijol. Por otra parte, las plantas de camote de las asociaciones C+M y C+F+M no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto al grosor de sus tallos, pero los mismos fueron los más delgados.

Area foliar. El área foliar mostró variaciones iguales a la biomasa de hojas. En el Cuadro 11 se nota que tres asociaciones, C, C+F y C+Y mostraron igual área foliar por planta a la edad de 60 días y 90 días. El área foliar encontrada para las plantas cultivadas en asociación con maíz, fue significativamente diferente que el área foliar de las plantas de camote asociadas con frijol y maíz a la edad de 60 días. A los 90 días estas diferencias no fueron significativas.

Cuadro 9. Longitud del tallo central (cm) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|------|-----|-----------|------|-----|-----------|------|-------|-----------|------|-----|-------|------|
| | Monocultivo | | | C+M | | | C+Y | | | C+F+M | | | | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | | | |
| A | 45 | 62,0 | 4,4 | 30 | 29,5 | 2,0 | 30 | 28,0 | 1,3 | 45 | 51,0 | 4,0 | 30 | 25,1 | 1,4 |
| B | | 52,0 | 2,1 | | 30,0 | 4,3 | | 29,0 | 3,4 | | 61,1 | 4,0 | | 25,2 | 2,0 |
| A+B | | 55,0 | 2,4 | | 30,0 | 2,0 | | 28,2 | 1,2 | | 54,4 | 3,1 | | 25,2 | 1,1 |
| A | 60 | 85,4 | 10,3 | 60 | 80,1 | 5,0 | 60 | 83,0 | 6,1 | 60 | 69,5 | 8,2 | 60 | 71,0 | 4,0 |
| B | | 68,0 | 4,3 | | 82,0 | 9,4 | | 89,0 | 10,3 | | 69,4 | 3,8 | | 68,0 | 6,0 |
| A+B | | 74,0 | 5,0 | | 80,5 | 4,1 | | 84,0 | 5,2 | | 69,5 | 5,5 | | 69,2 | 3,4 |
| Dif. sig.** | | a | | | a | | | a | | | a | | | a | |
| A | 90 | 134,0 | 7,0 | 90 | 112,0 | 6,0 | 90 | 136,0 | 6,2 | 90 | 112,0 | 9,0 | 90 | 111,3 | 9,1 |
| B | | 109,0 | 7,0 | | 86,0 | 14,0 | | 115,0 | 18,4 | | 96,0 | 6,0 | | 102,0 | 6,0 |
| A+B | | 117,5 | 6,2 | | 105,2 | 6,1 | | 132,0 | 6,2 | | 106,4 | 6,4 | | 107,0 | 5,4 |
| Dif. sig. | | a | | | a | | | a | | | a | | | a | |
| A | 118 | 136,1 | 14,3 | 111 | 122,0 | 4,0 | 107 | 124,0 | 7,2 | 120 | 138,0 | 16,1 | 108 | 133,0 | 6,4 |
| B | | 113,5 | 7,2 | | 100,2 | 4,0 | | 151,2 | 32,5 | | 106,0 | 6,0 | | 112,2 | 14,3 |
| A+B | | 121,0 | 7,1 | | 116,2 | 4,0 | | 129,5 | 8,5 | | 127,1 | 11,5 | | 122,4 | 5,0 |
| A | | | | | | | 150 | 122,2 | 10,0 | | | | | | |
| B | | | | | | | | 118,1 | 11,0 | | | | | | |
| A+B | | | | | | | | 121,0 | 7,3 | | | | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 10. Diámetro del tallo central (mm) de la variedad del camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | A s o c i a c i o n e s | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----|
| | Monocultivo | | | | C+M | | | | C+Y | | | | C+F+M | | | | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | Ed | +ES | Ed | \bar{X} | Ed | +ES | Ed | \bar{X} | Ed | +ES | Ed | \bar{X} | +ES |
| A | 45 | 7,0 | 0,5 | 30 | 4,3 | 30 | 0,1 | 30 | 4,2 | 45 | 1,0 | 45 | 6,2 | 30 | 0,2 | 30 | 4,2 | 0,1 |
| B | | 6,1 | 0,2 | | 4,4 | | 0,3 | | 4,6 | | 0,3 | | 7,0 | | 0,1 | | 4,2 | 0,2 |
| A+B | | 6,4 | 0,2 | | 4,3 | | 0,1 | | 4,3 | | 0,1 | | 6,4 | | 0,2 | | 4,2 | 0,1 |
| A | 60 | 9,0 | 0,5 | 60 | 6,0 | 60 | 0,2 | 60 | 5,0 | 60 | 0,2 | 60 | 8,1 | 60 | 0,1 | 60 | 4,3 | 0,2 |
| B | | 8,0 | 0,2 | | 6,0 | | 0,6 | | 5,0 | | 0,2 | | 8,2 | | 0,2 | | 5,0 | 0,4 |
| A+B | | 8,1 | 0,2 | | 6,0 | | 0,2 | | 5,0 | | 0,2 | | 8,1 | | 0,1 | | 4,5 | 0,2 |
| Dif. sig.** | | a | | | b | | | | bc | | | | a | | | | c | |
| A | 90 | 9,2 | 0,5 | 90 | 9,0 | 90 | 0,4 | 90 | 6,0 | 90 | 0,3 | 90 | 8,2 | 90 | 0,3 | 90 | 6,5 | 0,3 |
| B | | 9,0 | 0,5 | | 8,3 | | 0,3 | | 6,3 | | 1,0 | | 7,2 | | 0,7 | | 5,3 | 0,3 |
| A+B | | 9,0 | 0,4 | | 8,5 | | 0,3 | | 6,0 | | 0,3 | | 8,0 | | 0,3 | | 6,0 | 0,3 |
| Dif. sig. | | a | | | a | | | | b | | | | a | | | | b | |
| A | 118 | 9,3 | 0,3 | 111 | 9,0 | 107 | 0,3 | 107 | 7,1 | 120 | 0,3 | 120 | 8,0 | 108 | 0,5 | 108 | 7,1 | 1,0 |
| B | | 8,0 | 0,6 | | 8,0 | | 0,4 | | 8,0 | | 1,0 | | 7,6 | | 0,6 | | 6,3 | 1,0 |
| A+B | | 8,3 | 0,5 | | 8,6 | | 0,3 | | 7,2 | | 0,2 | | 8,0 | | 0,4 | | 7,0 | 0,5 |
| A | | | | | | 150 | | 150 | 8,2 | | | | 8,2 | | 0,2 | | | |
| B | | | | | | | | | 8,2 | | | | 8,2 | | 0,2 | | | |
| A+B | | | | | | | | | 8,2 | | | | 8,2 | | 0,2 | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad.

Cuadro 11. Area foliar (dm^2 /planta) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------|----------|----|-----------|----------|--|--|
| | Monocultivo | | | | C+F | | | | C+M | | | | C+Y | | | | C+F+M | | | |
| | Ed* | \bar{X} | $\pm ES$ | Ed | \bar{X} | $\pm ES$ | Ed | \bar{X} | $\pm ES$ | | |
| A | 45 | 32,0 | 4,1 | 30 | 4,0 | 0,3 | 30 | 4,0 | 0,3 | 45 | 25,0 | 3,0 | 30 | 2,5 | 0,5 | | | | | |
| B | | 25,0 | 2,1 | | 3,3 | 0,3 | | 4,1 | 1,0 | | 30,3 | 2,3 | | 2,2 | 0,5 | | | | | |
| A+B | | 27,0 | 2,1 | | 3,0 | 0,3 | | 4,0 | 0,3 | | 27,0 | 2,0 | | 2,4 | 0,4 | | | | | |
| A | 60 | 61,4 | 7,0 | 60 | 38,2 | 4,0 | 60 | 27,0 | 3,4 | 60 | 53,0 | 6,0 | 60 | 13,5 | 3,0 | | | | | |
| B | | 50,0 | 4,0 | | 49,0 | 13,2 | | 28,0 | 2,0 | | 56,1 | 5,0 | | 12,4 | 3,3 | | | | | |
| A+B | | 54,0 | 4,0 | | 41,0 | 4,2 | | 28,0 | 3,0 | | 50,5 | 4,1 | | 13,0 | 2,1 | | | | | |
| Dif. sig.** | | a | | | a | | | b | | | a | | | c | | | | | | |
| A | 90 | 64,0 | 7,5 | 90 | 45,0 | 4,0 | 90 | 23,0 | 2,0 | 90 | 51,2 | 8,1 | 90 | 20,2 | 4,0 | | | | | |
| B | | 51,0 | 5,0 | | 35,1 | 7,0 | | 23,1 | 3,0 | | 37,2 | 4,3 | | 13,3 | 3,2 | | | | | |
| A+B | | 55,0 | 4,2 | | 42,3 | 3,4 | | 23,0 | 1,5 | | 46,5 | 6,0 | | 17,0 | 3,0 | | | | | |
| Dif. sig. | | a | | | a | | | b | | | a | | | b | | | | | | |
| A | 118 | 26,0 | 6,0 | 111 | 36,1 | 3,0 | 107 | 19,0 | 2,0 | 120 | 20,0 | 2,0 | 108 | 18,1 | 2,6 | | | | | |
| B | | 28,0 | 3,0 | | 26,0 | 2,0 | | 19,4 | 7,2 | | 17,4 | 2,0 | | 13,0 | 4,3 | | | | | |
| A+B | | 27,8 | 3,0 | | 33,5 | 2,4 | | 19,0 | 2,0 | | 19,0 | 1,2 | | 16,0 | 2,5 | | | | | |
| A | | | | | | | 150 | 9,2 | 1,3 | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | 13,2 | 3,0 | | | | | | | | | | | |
| A+B | | | | | | | | 11,0 | 1,3 | | | | | | | | | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Razones de peso seco. Las razones de peso seco de hojas, raíces y de la parte aérea calculadas por planta, asociación y edad se presentan en los Cuadros 12, 13 y 14. A los 60 y 90 días las plantas de camote en monocultivo y asociadas con yuca presentaron una misma proporcionalidad para sus órganos y sus cantidades de biomasa foliar relativa (razón de peso foliar) fueron las más bajas a la edad de 60 días. Las plantas de las asociaciones C, C+F y C+F+M presentaron igual proporción de materia seca en sus hojas. Las plantas de camote cultivadas en asociación con frijol y maíz registraron a esta edad, la mayor proporción de materia seca foliar.

La proporción de materia seca acumulada en las raíces por plantas de camote de las asociaciones C y C+Y fue significativamente diferente a la de las otras asociaciones a la edad de 60 días. Se encontró la misma proporción relativa de peso seco de raíces a los 90 días en las plantas de camote de las asociaciones C, C+F y C+Y, las cuales fueron significativamente diferentes a las asociaciones C+M y C+F+M.

4.5 Rendimiento y sus componentes

El Cuadro 15 presenta los datos que permiten encontrar las diferencias en rendimiento total de tubérculos por hectárea y entre componentes de rendimiento del camote en monocultivo y en cuatro asociaciones.

El rendimiento total de tubérculos expresados en Tm/ha en general fue bajo para todas las asociaciones. En las asociaciones C y C+Y no se encontró diferencias significativas en los rendimientos y peso

Cuadro 12. Razón peso foliar (g hojas/g total) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------|-------|-----|------|-----------|-----|------|------|-----------|------|------|-------|-----------|------|-----|-------|-----------|-----|------|------|
| | Monocultivo | | | | C+M | | | | C+Y | | | | C+F+M | | | | | | | | |
| | C | \bar{X} | +ES | Ed | C+F | \bar{X} | +ES | Ed | C+M | \bar{X} | +ES | Ed | C+Y | \bar{X} | +ES | Ed | C+F+M | \bar{X} | +ES | Ed | |
| A | 45 | 0,52 | 0,01 | 30 | 0,55 | 0,03 | 30 | 0,59 | 0,01 | 45 | 0,55 | 0,01 | 30 | 0,55 | 0,01 | 30 | 0,55 | 0,01 | 30 | 0,55 | 0,03 |
| B | | 0,52 | 0,01 | | 0,55 | 0,1 | | 0,61 | 0,02 | | 0,51 | 0,02 | | 0,51 | 0,01 | | 0,57 | 0,01 | | 0,57 | 0,01 |
| A+B | | 0,52 | 0,005 | | 0,55 | 0,02 | | 0,60 | 0,1 | | 0,54 | 0,1 | | 0,54 | 0,01 | | 0,56 | 0,01 | | 0,56 | 0,02 |
| A | 60 | 0,39 | 0,01 | 60 | 0,47 | 0,01 | 60 | 0,45 | 0,01 | 60 | 0,41 | 0,01 | 60 | 0,41 | 0,01 | 60 | 0,45 | 0,01 | 60 | 0,45 | 0,02 |
| B | | 0,41 | 0,01 | | 0,46 | 0,01 | | 0,46 | 0,01 | | 0,38 | 0,01 | | 0,38 | 0,03 | | 0,43 | 0,01 | | 0,43 | 0,01 |
| A+B | | 0,40 | 0,01 | | 0,47 | 0,01 | | 0,46 | 0,01 | | 0,40 | 0,01 | | 0,40 | 0,01 | | 0,44 | 0,01 | | 0,44 | 0,01 |
| Dif. sig.** | | c | | | a | | | a | | c | | | b | | | b | | | | b | |
| A | 90 | 0,27 | 0,03 | 90 | 0,28 | 0,01 | 90 | 0,33 | 0,01 | 90 | 0,28 | 0,01 | 90 | 0,28 | 0,03 | 90 | 0,26 | 0,03 | 90 | 0,26 | 0,03 |
| B | | 0,25 | 0,02 | | 0,22 | 0,02 | | 0,32 | 0,01 | | 0,27 | 0,02 | | 0,27 | 0,02 | | 0,34 | 0,02 | | 0,34 | 0,03 |
| A+B | | 0,26 | 0,02 | | 0,27 | 0,05 | | 0,33 | 0,01 | | 0,28 | 0,01 | | 0,28 | 0,02 | | 0,30 | 0,02 | | 0,30 | 0,02 |
| Dif. sig. | | b | | | b | | | a | | b | | | b | | | b | | | | b | |
| A | 118 | 0,11 | 0,02 | 111 | 0,22 | 0,01 | 107 | 0,26 | 0,01 | 120 | 0,11 | 0,1 | 108 | 0,11 | 0,1 | 108 | 0,24 | 0,1 | 108 | 0,24 | 0,02 |
| B | | 0,13 | 0,01 | | 0,22 | 0,02 | | 0,22 | 0,02 | | 0,13 | 0,02 | | 0,13 | 0,01 | | 0,25 | 0,01 | | 0,25 | 0,04 |
| A+B | | 0,13 | 0,01 | | 0,22 | 0,01 | | 0,26 | 0,01 | | 0,12 | 0,01 | | 0,12 | 0,01 | | 0,25 | 0,01 | | 0,25 | 0,02 |
| A | | | | | | | 150 | | | | | | 150 | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A+B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 13. Razón peso raíces (g raíces/g total) de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|-----------|------|-------|-----------|------|------|-----------|-------|-------|-----------|------|------|
| | Monocultivo | | | C+M | | | C+Y | | | C+F+M | | | | | |
| | C | C | C | C+M | C+M | C+M | C+Y | C+Y | C+Y | C+F+M | C+F+M | C+F+M | | | |
| Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | |
| A | 60 | 0,21 | 0,01 | 60 | 0,07 | 0,004 | 60 | 0,11 | 0,02 | 60 | 0,16 | 0,02 | 60 | 0,11 | 0,01 |
| B | | 0,17 | 0,02 | | 0,08 | 0,01 | | 0,07 | 0,01 | | 0,15 | 0,01 | | 0,13 | 0,02 |
| A+B | | 0,18 | 0,01 | | 0,07 | 0,003 | | 0,10 | 0,02 | | 0,16 | 0,01 | | 0,12 | 0,01 |
| Dif. sig.** | | a | | | c | | | bc | | | a | | | b | |
| A | 90 | 0,28 | 0,08 | 90 | 0,26 | 0,03 | 90 | 0,15 | 0,02 | 90 | 0,25 | 0,03 | 90 | 0,14 | 0,01 |
| B | | 0,32 | 0,03 | | 0,22 | 0,05 | | 0,12 | 0,02 | | 0,29 | 0,04 | | 0,13 | 0,02 |
| A+B | | 0,31 | 0,03 | | 0,25 | 0,02 | | 0,14 | 0,01 | | 0,26 | 0,02 | | 0,13 | 0,01 |
| Dif. sig. | | a | | | a | | | b | | | a | | | b | |
| A | 118 | 0,58 | 0,05 | 111 | 0,34 | 0,03 | 107 | 0,20 | 0,02 | 120 | 0,55 | 0,01 | 108 | 0,31 | 0,05 |
| B | | 0,51 | 0,04 | | 0,36 | 0,06 | | 0,26 | 0,08 | | 0,57 | 0,03 | | 0,29 | 0,06 |
| A+B | | 0,53 | 0,03 | | 0,35 | 0,03 | | 0,21 | 0,02 | 150 | 0,55 | 0,01 | | 0,30 | 0,04 |
| A | | | | | | | | | | | 0,63 | 0,04 | | | |
| B | | | | | | | | | | | 0,66 | 0,03 | | | |
| A+B | | | | | | | | | | | 0,64 | 0,03 | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 14. Razón peso parte aérea (g parte aérea/g total) de la variedad de camote

C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Tecno- logía | A s o c i a c i o n e s | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-----------|------|-----|------|-----------|-----|------|-------|-----------|------|------|-----------|------|-------|
| | Monocultivo | | | | C+M | | | | C+Y | | | | C+F+M | | |
| | Ed* | \bar{X} | +ES | Ed | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | Ed | \bar{X} | +ES | Ed | \bar{X} | +ES | |
| A | 60 | 0,78 | 0,01 | 60 | 0,92 | 0,004 | 60 | 0,88 | 0,02 | 60 | 0,83 | 0,02 | 60 | 0,88 | 0,009 |
| B | | 0,82 | 0,02 | | 0,91 | 0,007 | | 0,92 | 0,007 | | 0,84 | 0,01 | | 0,86 | 0,02 |
| A+B | | 0,81 | 0,01 | | 0,92 | 0,003 | | 0,89 | 0,02 | | 0,83 | 0,01 | | 0,87 | 0,01 |
| Dif. sig.** | | c | | | a | | | ab | | | c | | | b | |
| A | 90 | 0,71 | 0,08 | 90 | 0,73 | 0,03 | 90 | 0,84 | 0,02 | 90 | 0,74 | 0,03 | 90 | 0,85 | 0,01 |
| B | | 0,66 | 0,03 | | 0,77 | 0,05 | | 0,87 | 0,02 | | 0,70 | 0,04 | | 0,86 | 0,02 |
| A+B | | 0,68 | 0,03 | | 0,74 | 0,02 | | 0,85 | 0,01 | | 0,72 | 0,02 | | 0,86 | 0,01 |
| Dif. sig. | | b | | | b | | | a | | | b | | | a | |
| A | 118 | 0,41 | 0,05 | 111 | 0,65 | 0,03 | 107 | 0,79 | 0,02 | 120 | 0,44 | 0,01 | 108 | 0,68 | 0,05 |
| B | | 0,48 | 0,04 | | 0,63 | 0,06 | | 0,73 | 0,08 | | 0,43 | 0,03 | | 0,70 | 0,06 |
| A+B | | 0,46 | 0,03 | | 0,64 | 0,03 | | 0,78 | 0,02 | | 0,43 | 0,01 | | 0,69 | 0,04 |
| A | | | | | | | 150 | 0,35 | 0,04 | | | | | | |
| B | | | | | | | | 0,33 | 0,03 | | | | | | |
| A+B | | | | | | | | 0,34 | 0,03 | | | | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Edad en días

** Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad

Cuadro 15. Rendimiento y componentes de rendimiento de la variedad de camote C 15, cultivada en monocultivo y en diferentes asociaciones.

| Variable | Tecnología | Asociaciones | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|--|--|
| | | Monocultivo | | C+F | | C+M | | C+Y | | C+F+M | | | |
| | | X | +ES | X | +ES | X | +ES | X | +ES | X | +ES | | |
| Rendimiento total Tm/ha | A | 9,87 | 1,23 | 2,84 | 0,24 | 0,51 | 0,09 | 6,11 | 1,03 | 0,39 | 0,07 | | |
| | B | 7,71 | 0,71 | 2,86 | 0,56 | 0,51 | 0,02 | 7,40 | 0,7 | 0,36 | 0,11 | | |
| | A+B | 8,43 | 0,66 | 2,85 | 0,22 | 0,51 | 0,07 | 6,54 | 0,72 | 0,38 | 0,06 | | |
| | Dif. sig. | a | | b | | c | | a | | c | | | |
| Peso tubérculos plantas (g) | A | 243,3 | 30,0 | 73,0 | 6,5 | 20,0 | 5,0 | 151,1 | 27,0 | 11,7 | 2,3 | | |
| | B | 184,7 | 17,0 | 69,0 | 14,2 | 16,6 | 3,4 | 170,3 | 17,1 | 10,8 | 3,6 | | |
| | A+B | 204,3 | 16,4 | 72,0 | 5,8 | 19,3 | 4,1 | 157,5 | 18,4 | 11,2 | 2,0 | | |
| | Dif. sig. | a | | b | | c | | a | | c | | | |
| Nº tubérculos plantas | A | 3,7 | 0,2 | 2,2 | 0,4 | 0,8 | 0,1 | 2,5 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | | |
| | B | 3,6 | 0,3 | 2,5 | 0,6 | 1,0 | 0,3 | 3,0 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | | |
| | A+B | 3,6 | 0,2 | 2,3 | 0,3 | 0,9 | 0,1 | 2,6 | 0,3 | 0,6 | 0,1 | | |
| | Dif. sig. | a | | b | | c | | b | | c | | | |
| Sanidad** % plantas dañadas | A | 70 | 9 | 49 | 6 | 67 | 5 | 86 | 4 | 32 | 10 | | |
| | B | 87 | 7 | 45 | 12 | 65 | 12 | 80 | 7 | 28 | 3 | | |
| | A+B | 81 | 6 | 48 | 5 | 67 | 5 | 84 | 3 | 30 | 5 | | |
| | Dif. sig. | b | | d | | c | | a | | e | | | |

C = Camote; F = Frijol; M = Maíz; Y = Yuca; A = Alta tecnología; B = Baja tecnología

* Pruebas de "t". Medias A+B con la misma letra son iguales al 0,05 de probabilidad.

** Datos proporcionados por el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

de tubérculos por planta. Pero fueron significativamente diferentes en el número de tubérculos por planta.

Las plantas de camote en las asociaciones C+M y C+F+M no mostraron diferencias en el rendimiento total, peso de tubérculos por planta y en el número de tubérculos por planta. Estas dos asociaciones resultaron ser las más pobres en cuanto a rendimiento de tubérculos y los datos de sus componentes de rendimiento indican que la tuberización no fue adecuada.

La asociación C+F tuvo rendimientos intermedios en producción de tubérculos de camote por hectárea.

4.6 Aspectos fitosanitarios

El ataque del barrenador del tallo (Megasthes grandalis), expresado en % de plantas dañadas a la cosecha, fue variable por asociaciones. Se encontró diferencias significativas entre todas las asociaciones estudiadas. Las asociaciones C y C+Y que tuvieron una permanencia útil en el campo más largo que las restantes, mostraron las plantas más seriamente atacadas. Las asociaciones C+F y C+F+M presentaron los índices más bajos de daño en los tallos del camote (Cuadro 15).

5. DISCUSION

5.1 Consideraciones generales

Antes de realizar una discusión sobre el tema del estudio, es importante comentar brevemente algunos de los factores fuera del control del autor que incidieron en los resultados y en el análisis de la información.

Se presentaron muchos casos de inconsistencia en el número de datos por asociación, debido a causas de diseño y manejo del Experimento Central, tales como el desigual número de parcelas experimentales por asociación y diferencias en épocas de siembra y cosecha (Cuadros 1 y 2; Figs. 1 y 4). Además, se tomó al camote en monocultivo como el comparador del estudio, aunque este no fue el mejor para todos los casos como en las asociaciones C+F, C+M y C+F+M (Fig. 4).

Los factores no previstos que causaron incompatibilidad de datos, se relacionaron con las condiciones de sequía que ocurrieron durante el período experimental. La poca probabilidad de ocurrencia de esta baja precipitación fue confirmada en términos probabilísticos por la comparación entre el promedio de precipitación de 31 años de registro para la zona y la precipitación observada (Cuadro 4). Este factor climático fue relevante porque afectó a los cultivos en forma diferencial. Los monocultivos de camote y la asociación C+Y por sus fechas de siembra más tempranas que las otras asociaciones, recibieron una cantidad de precipitación mayor y mejor distribuida, lo cual influyó en forma favorable el crecimiento de las plantas (Fig. 3 y Cuadros 3 y 4).

El factor crítico para la comparación y caracterización del comportamiento fisiogronómico del camote, fue su cosecha adelantada en las asociaciones C+F, C+M, y C+F+M, por razones fitosanitarias principalmente. La cosecha de las plantas se realizó antes que las mismas hubiesen alcanzado una tuberización económicamente adecuada, produciendo diferencias entre datos de rendimiento debidas a causas que no fueron los tratamientos propiamente dichos.

5.2 Crecimiento y rendimiento del camote en diferentes cultivos asociados

Los incrementos de biomasa en el tiempo, de los órganos de plantas de camote de la variedad C 15, siguieron un patrón característico de crecimiento tanto en monocultivo como en asociación con frijol, maíz y yuca (Figs. 5, 6, 7 y 8). Curvas de crecimiento similares a las obtenidas en el presente estudio, fueron registradas por Haynes (20).

Las observaciones realizadas durante la permanencia del camote en el campo, nos demuestran que las tendencias de crecimiento fueron similares en todas las asociaciones pero diferentes cuantitativamente. Por su sistema reproductivo predominantemente asexual, las plantas de camote son genéticamente idénticas, por lo tanto, las diferentes respuestas observadas pueden atribuirse a factores de tipo ambiental, tales como suelo, nutrimentos, luz, agua, plagas y enfermedades. En los cultivos asociados las interacciones de estos factores son complejas, en consecuencia, resulta difícil identificar la influencia de un factor en particular sobre el crecimiento del camote. La competencia interespecífica que se verifica en los cultivos asociados, se tradujo en un

retraso de la tuberización y del crecimiento del camote.

Las plantas de camote que crecieron tanto en los monocultivos como en las asociaciones, no exhibieron diferencias notables a los 30 días de crecimiento, las diferencias fueron acentuadas entre los 60 y 90 días, debido a el efecto competitivo de las otras especies componentes de las asociaciones, cuyo efecto se hizo notar tanto en la parte aérea como en las raíces.

Las curvas de crecimiento (Figs. 4 y 5), nos muestran que las plantas de camote llegaron a puntos máximos en acumulación de biomasa aérea a diferentes edades de acuerdo a la asociación, y existió una pérdida progresiva de materia seca. Estas pérdidas pudieron tener diferentes orígenes, como la presencia de insectos cortadores, barrenadores y la sequía.

Las pérdidas de biomasa, pueden tener también relación con la edad y fueron más aparentes en las plantas de camote de las asociaciones C y C+Y que tuvieron los valores más altos de materia seca acumulada en la parte aérea. Sin embargo, es interesante anotar que en ambas situaciones el incremento de biomasa subterránea continuó en ascenso y alcanzaron los valores más altos. Esto sugiere que la cantidad de follaje o potencialidad de hacer fotosíntesis no es tan importante como el transporte de los productos fotosintetizados, tal como lo comprobaron Austin y Aung (7), lo cual a su vez está en relación con la intensidad de crecimiento de las raíces tuberosas. En las asociaciones C+F, C+M y C+F+M, este hecho no fue muy evidente, debido a que la permanencia útil del camote en el campo fue más corta, en consecuencia, las plantas no

alcanzaron cantidades de biomasa como las observadas en el monocultivo y en la asociación C+Y, y conjuntamente se presentó un frenamiento en la tasa o velocidad de tuberización (Fig. 6 y Cuadro 7).

El camote aparentemente tiene capacidad para retornar a un crecimiento activo luego de un período en el cual el incremento de biomasa aérea se restringe por condiciones ambientales adversas. Este aspecto fue comprobado parcialmente por el crecimiento de plantas de camote observadas en la asociación con frijol, las cuales recuperaron el ritmo de acumulación de biomasa en sus órganos luego de que se cosechó el frijol, y probablemente hubiera igualado o superado con el tiempo al crecimiento observado en las plantas de camote de la asociación C+Y. Las curvas de incremento de biomasa subterránea obtenidas para las asociaciones C+F y C+Y, confirman lo dicho (Fig. 6). Si esta característica fuese evidente en varias asociaciones, resultaría interesante considerarla para el diseño de cultivos asociados con camote. En este sentido, se puede considerar que el camote, como componente de una asociación y por su hábito de crecimiento rastrero, podría cumplir varios propósitos: en primer lugar, ofrecería un medio eficaz de protección del suelo y control de malas hierbas mientras crece con un cultivo dominante y en segundo lugar, después de la cosecha del cultivo dominante, se podría esperar una recuperación del camote para la producción de tubérculos. Estos propósitos se esperarían ya que se comprobó que una asociación con otra especie produce un retraso en el crecimiento en el camote, prolongando su permanencia en el campo.

Lo anteriormente discutido se basa en el hecho de que el camote

no tiene una fecha fija de cosecha (17, 30, 45), por lo que es posible suponer que este cultivo luego de soportar condiciones ambientales adversas puede recuperarse al suprimir el efecto detrimental de una asociación.

Para categorizar las asociaciones estudiadas por su influencia sobre el crecimiento y rendimiento del camote, nos podemos basar en la capacidad competitiva de las otras especies que fueron componentes de las diferentes asociaciones. Aparentemente, el maíz efectúa una competencia que afectó seriamente al camote produciéndole un retraso drástico de su proceso de tuberización comparado con el frijol y la yuca. Calheiros (10), en sus estudios con cultivos asociados de camote con maíz, identificó al maíz como la especie de mayor capacidad competitiva lo cual fue verificado también por Mojica (32). En el presente estudio se comprobó esta característica del maíz, pero queda por verificar si el camote es capaz de recuperar su tasa de tuberización después de la cosecha del maíz en cultivos asociados.

Es importante señalar que los rendimientos del camote en monocultivo fueron bajos comparados con los rendimientos citados por Gonzáles (15) para la variedad de camote C 15 en Costa Rica. Aparentemente, las condiciones de sequía y fitosanitarias negativas que ocurrieron durante la experimentación, fueron las causas de estos bajos rendimientos. Si consideramos que los rendimientos obtenidos son una expresión final de lo acontecido durante el crecimiento de las plantas de camote en las asociaciones, estos no aportaron en este estudio bases confiables para verificar diferencias entre las asociaciones estudiadas. Esta afirmación está basada en el hecho de que los cultivos

de camote no pueden ser comparadas, por las diferencias en el manejo de las asociaciones que fueron ajenas a los tratamientos. Por otra parte, las causas por las cuales no se encontró respuesta del camote a los niveles de tecnología, probablemente se debe a que las fertilizaciones no fueron las más adecuadas para su cultivo, condiciones de suelo y clima de Turrialba.

Finalmente, es posible asumir por los resultados obtenidos en este trabajo, que el crecimiento del camote fue característico para cada cultivo con el que se lo asoció. El tipo de asociación también influyó el período de permanencia del camote en el campo, que a la vez está determinada por las fechas de siembra y cosecha, y por las condiciones climáticas que prevalecieron en el período experimental.

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de suelo y clima en que se realizó este experimento y para las variedades usadas, se puede concluir lo siguiente:

1. El crecimiento del camote en cultivos asociados tiende a ser cuantitativamente menor que en los monocultivos, en términos de incremento periódico de biomasa aérea y subterránea.
2. Las asociaciones de camote con frijol, yuca o maíz, producen retraso en el crecimiento y tuberización del camote.
3. El maíz restringe el crecimiento y la tuberización del camote más que la yuca y el frijol en cultivos asociados.
4. La asociación de camote con yuca o frijol, permite alcanzar un crecimiento y tuberización del camote similares al monocultivo, si se prolonga su permanencia en el campo.

7. RECOMENDACIONES

1. Para poder realizar comparaciones confiables entre monocultivos y cultivos asociados, es conveniente disponer de testigos para cada especie que sean sembrados y cosechados en las mismas fechas que los correspondientes cultivos en asociación.
2. La permanencia del camote en el campo en cultivos asociados tiene una importancia básica. El camote como especie perenne, presenta períodos de permanencia en el campo que dependen del grado de tuberización, los cuales serán cortos o largos de acuerdo a las condiciones en que se desarrolló el cultivo. Por lo tanto, es aconsejable mantener al camote en el campo hasta que su tuberización sea adecuada para lograr altos rendimientos y no programar fechas de cosecha anticipadamente.
3. El maíz, por su alto poder competitivo, produce efectos detrimen-
tales en el crecimiento y producción del camote. Por lo tanto, es conveniente realizar investigaciones sobre el manejo agronómico de las asociaciones de maíz con camote, tales como variar de siembra y cosecha o probar otros niveles de fertilización.

8. RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron analizar el crecimiento y el rendimiento del camote var. C-15 en monocultivo y en asociación con frijol, maíz y yuca y categorizar las asociaciones por su influencia sobre el crecimiento y rendimiento de dicha variedad.

Los tratamientos fueron cinco formas de asociación: camote en monocultivo (C), camote asociado con frijol (C + F), con maíz (C + M), con yuca (C + Y) y una triple asociación de camote, maíz y frijol (C + F + M).

Los datos fueron obtenidos por observaciones periódicas de un gran número de plantas en parcelas de 90 m² en un experimento de Bloques al Azar. Las comparaciones entre variables se realizaron por pruebas de "t".

Las variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento fueron determinadas cada 30 días durante la permanencia de los cultivos de camote en el campo y comprendieron la determinación de la biomasa de hojas, de tallos más pecíolos y de raíces. Además, la determinación de la longitud y diámetro del tallo central y de razones entre pesos secos de hojas, raíces y parte aérea. El análisis del rendimiento incluyó la determinación del peso y número de tubérculos por planta y el rendimiento de tubérculos por hectárea.

Del análisis de la información se concluye que la asociación del camote con otras especies produce principalmente un retraso en su crecimiento y tuberización. Las asociaciones C + F y C + Y permiten un crecimiento del camote similar al del monocultivo en términos de

incremento periódico de biomasa de los órganos del camote. El maíz muestra los efectos más perjudiciales en el crecimiento del camote comparado con el frijol y la yuca.

Los rendimientos del camote están correlacionados con su patrón de crecimiento vegetativo, sin embargo se encontró que en general, las tendencias de crecimiento fueron similares en todas las situaciones pero el incremento periódico de biomasa tiende a ser cuantitativamente menor en los cultivos asociados.

La longitud del tallo central no es una medida que representa bien el crecimiento del camote, ya que fue igual para todos los tratamientos a la edad de 60 y 90 días, además, es un parámetro de difícil determinación en especial para variedades como la C-15 de crecimiento indeterminado.

8a. SUMMARY

The objectives of this study were to analyze the growth and yield of the C-15 sweet potato variety grown as monoculture and in association with beans, corn and cassava, and to classify the associations by its influence on the growth and yield of that variety.

The treatments were: sweet potato in monoculture (SP), sweet potato associated with beans (SP + B), with corn (SP + C), with cassava (SP + Ca), and a triple association with sweet potato, corn and beans (SP + C + B).

The data was obtained through periodic samplings of a great number of plants grown in plots with an area of 90 m², in an experiment of randomized blocks. The comparisons between variables were made by "t" tests.

Physiological and morphological variables were determined every 30 days during the permanence of SP plants in the field and these were the biomasses of leaves, shoots plus petioles and roots. Furthermore, determination of length and diameter of the main stem and ratios between dry weight of leaves, roots and aerial part were also made. The yield analysis included the determination of number and weight of tubers per plant and tuber yield per hectare.

From the analysis of the data it was concluded that the association of sweet potato plants with the other species produced a retardment of its growth and tuberization. The associations SP + B and SP + Ca permitted a growth of the sweet potato plants similar to that of the monoculture in terms of periodic increase of biomass in its organs.

Corn produced detrimental effects on the growth of sweet potato plants in comparison with that of beans and cassava.

Sweet potato yields were correlated with the growth pattern of the plants, nevertheless it was found that the growth tendencies were similar in all associations but periodic increments in biomass tended to diminish when the plants are grown in association with the other species.

The length of the main stem is not a parameter that can be used to represent the growth of the sweet potato plant, since it was the same for all the treatments at the age of 60 and 90 days.

9. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1971.
2. AMEZQUITA, E. Estudios hidrológicos y edafológicos para la conservación de aguas y suelos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1974. 68 p.
3. ANDRADE, M. E. IICA adelanta sistema de producción agrícola para el trópico. *Agroindustria (Costa Rica)* 3(15):8-9. 1974.
4. ARMIJO PUJOL, A. Estudios sobre evaluación, rendimiento total, comercial, no comercial y follaje de variedades de camote (*Ipomoea batatas* L.) e influencias de las distancias de siembra entre plantas y entre lomillos. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1964. 27 p.
- ✓ 5. AUSTIN, M. E., AUNG, L. H. y GRAVES, B. Some observations on the growth and development of sweet potato (*Ipomoea batata*). *Jour. Horticult. Sci.* 45:257-264. 1970.
- ✓ 6. _____. y AUNG, L. H. Influence of growth regulators on the development of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Jour. Hort. Sci.* 48:271-279. 1973¹
- ✓ 7. _____. Patterns of dry matter distribution during development of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Jour. Hort. Sci.* 48:11-17. 1973.
8. BOYNTON, D. Systems of agricultural productions for small farmers in Central America. In Conferencia sobre sistemas de producción para el trópico. Informe Final. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1974. pp. 1-4. Apéndice F.
9. BRADFIELD, R. Training agronomists for increasing food production in the humid tropics. In Cowan, Y. R. y Robertson, L. S. International Agronomy training and education. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1969. pp. 45-63.
10. CALHEIROS, B. Alguns indices bioeconomicos associados as combinacoes multiculturais, feijao (*Phaseolus vulgaris* L.), Milho (*Zea mays* L.) e batata doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1974. 110 p.
11. CHAPMAN, T. y COWLING, D. J. A preliminar investigation into the effects of leaf distribution on yields of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). *Tropical Agriculture* 42(3):199-203. 1965.

12. EDMOND, J. B. Variation in plant production of individual roots and individual hills of Puerto Rico sweet potato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35:590-593. 1937.
13. FUJISE, K. y TSUNO, Y. Effect of potasium on the dry matter production of sweet potato. Int. Symp. on tropical roots crops. Proceedings. San Augustine Trinidad 1967. pp. 20-33. 1967.
14. GOLIFER, D. E. Staking trials with sweet potatoes. Trop. Agric. 50(4):279-284. 1973.
15. GONZALEZ, V. O. Algunas consideraciones sobre el cultivo de la yuca y el camote. Agricultor Costarricense 30(11): 368-370. 1972.
16. HART, D. Evaluation of a bean, corn and manioc policulture cropping systems for the humid tropics. Thesis Ph.D. University of Florida, U.S.A., 1974. 159 p.
17. HARTMAN, J. D. y GAYLORD, F. C. Yields of sweet potatoes in Southern Indiana as affected by date of harvest. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42:514-516. 1943.
18. HAYNES, P. Some regional problems of sweet potato (Ipomoea batatas (L) LAM) growing. In Tropical root and tuber crops tomorrow. Vol. 1, Hawaii. Univ. of Hawaii. pp. 10-13.
19. HAYNES, P. H. y WHOULEY, D. W. Variability in commercial sweet potatoes (Ipomoea batatas L. LAM) in Trinidad. Experimental Agriculture 7(1):27-32. 1971.
20. _____, SPENCE, J. A. y WALTER, C. J. The use of physiological studies in agronomy of root crops. Proc. Int. Symp. on Trop. Root Crops. Section III. pp. 1-17. 1967.
21. HILDEBRAND, P. E. y EDWIN, C. F. Un sistema salvadoreño de multicultivos, su potencial y sus problemas. In Conferencia sobre sistemas de producción agrícola para el tró-pico. Turrialba, Costa Rica. 1974. pp. 1-26.
22. HO, C. T., SU, N. R., TANG, C. N. y SHENG, C. Y. A study on correlations of soils and plant pottasium with response of sweet potato to added pottasses in Chiangi Prefecture soils. Fertility Taiwan 1967. 14, 32-47. FCA: 23(2): 1496. 1970.
23. HOZYU, Y. Growth and development of tuberous root in sweet potato. In Int. Symp. on Trop. Root and Tuber crops. 1970. vol. 1 Hawaii. pp. 22-23. 1970.

24. KAY, D. E. Root crops. London Tropical Products. Institute. 1973. pp. 144-159.
25. 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. Jour. of the Am. Soc. for Hort. Sci. 96(6):718-720.
26. LI CHEM, S. Pruebas de rendimiento de variedades de camote (Ipomoea batatas L.) en la zona Atlántica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1964. 30 p.
27. LOWE, S. B. y WILSON, L. A. Yield and yield components of six sweet potato (Ipomoea batatas) Cultivars II. Variability and possible sources of variation. Experimental Agriculture 11(1):49-57. 1975.
28. _____. Comparative analysis of tuber development in six sweet potato (Ipomoea batatas (L) LAM) cultivars I. tuber initiation, tuber growth and partition of assimilate. Annals of Botany 38(155):307-317. 1974.
29. _____. Yield and yields components of six sweet potato (Ipomoea batatas) cultivars I. Contribution of yield components to tuber yield. Experimental Agriculture 11(1): 39-48. 1975.
30. MacDONALD, A. S. 1963. Sweet potatoes with particular reference to the tropics. Field Crop Abstracts 16(3): 220-225.
31. MILTHORPE, F. L. Some physiological principles determining the yield of root crops. Proc. Int. Symp. Trop. Root Crops. St. Augustine, Trinidad. 1967. 1(2):1-19. 1967.
32. MOJICA, F. Absorción de nutrimentos y producción en la asociación frijol (Phaseolus vulgaris L.), Maíz (Zea mays L.) y arroz (Oryza sativa L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 96 p.
33. MOLINYAWE, C. D. Status of root crop research in Philippines. In Proc. Int. Root Crops Symp. University of West Indies. St. Augustine, Trinidad, 2-8 April 1967. p. 69-83. Sec. III.
34. MONTALDO, A. Cultivos de raíces tropicales, Batata. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Instituto de Agronomía, Maracay, Venezuela (multigrafiado) 1971. pp. 13, 14.

35. PAL, M., PANDLEY, S. L. y MATHIN, B. P. Cropping patterns in multiple cropping system. *Agricultural Mechanization in Asia* 4(1):31-36. 1973.
36. REY TORDOYA, F. G. Análisis de crecimiento en un ensayo sobre densidad de siembra en un cultivo de camote. Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú, 1966. pp. 31-43.
37. RODRIGUEZ, P. y VILLANUEVA, P. H. The growth of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Poir). I. Rate of growth. *Araneta Journal Agriculture*. Malabon 1(2):60-64. 1954.
38. RUINARD, J. Crop rotation and manurial trial with sweet potatoes. In *New Guinea Agrarish Proef. Station. Manokwari. Report for the period 1 January 1961 to Sep. 1962.* (En Holandés). Manokwari 1962. S.P. FCA: 17:1860-2.
39. SHIA, F. y PAO, T. P. On the yield of sugar-cane interplanted with different varieties of sweet potatoes (en chino). Report of the Taiwan Sugar Exp. Station N°35-55-63. 1964. FCA 18:306.
40. SORIA, J. Los sistemas de agricultura en el Istmo Centroamericano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (multigrafiado). Febrero 1975. pp. 6.
41. SPENCE, J. A. y HUMPHRIES, E. C. Effect of moisture supply root temperature and growth regulations on photosynthesis of isolated rooted leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Annals of Botany* 36(114):115-121. 1972.
42. STEEL, R. E. y TORRIE, J. A. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
43. STEPHENS, D. Changes in yields and fertilizer responses with continuous cropping in Uganda. *Experimental Agriculture* 5(4):263-269. 1969.
44. STIEMBAWER, C. E., HOFFMAN, G. P. y EDMOND, J. B. Why are single plant yields of sweet potato high variable within plots. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 43:249. 1943.
45. STRYDOM, E. All about sweet potatoes. *Farming South Africa* (pretoria) 40(8):44-47, 56 40(9):28-32, 56. 1964.
46. TANG, C. K. A study on interplanting sweet potato with sugar-cane. I. Date of interplanting, variety of sweet potato, and row width of antumm plant cane. Report of the Taiwan Sugar Experiment Station N° 35:43-53. 1964. FCA: 18:305.

47. TOSI Jr., J. A. Mapa ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 1969. Escala: 1:750:000, color.
48. TRY this three crop combination. Coffee and cacao journal 8(8):156. 1965.

10. A P E N D I C E

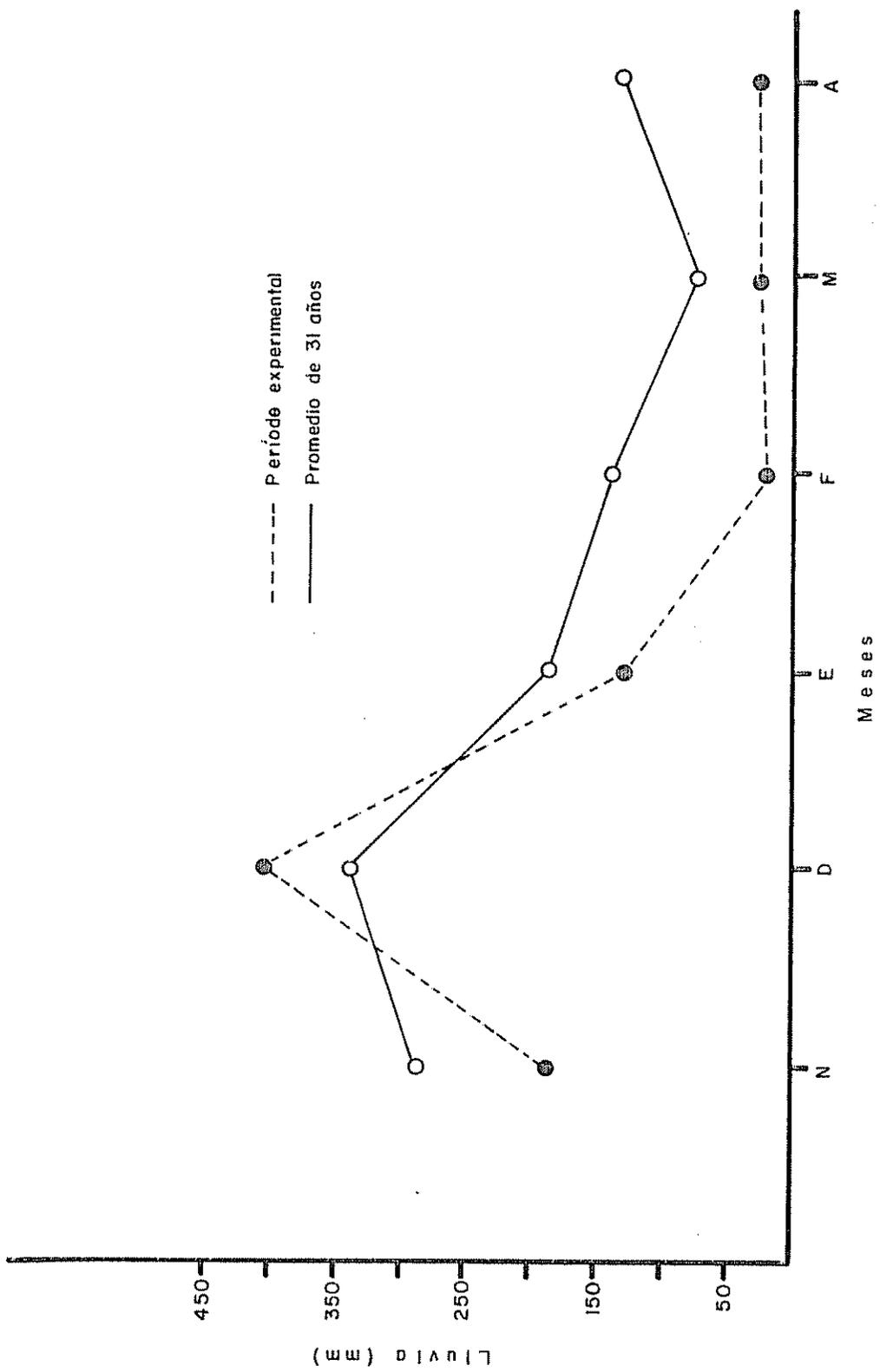


Fig. A1 Promedios mensuales de lluvia. Diferencias entre el período experimental y los datos de 31 años

Cuadro A1. Orden cronológico de las actividades agronómicas generales efectuadas durante la época seca en los monocultivos y en las asociaciones con camote.

| Día | A c t i v i d a d e s |
|---------|---|
| - 13 | Aplicación general de Furadan (20,24 kg/ha) para control de insectos del suelo. |
| 0 | Siembra de camote, frijol, maíz y yuca. En las asociaciones 1, 2, 3, 4, 5 (Fig. 3). Fertilización básica. |
| 20 | Aplicación general de Sevin (111 g/ha). Para controlar crisomelidos. |
| 23 | Fertilización suplementaria a todo el experimento. |
| 28 | Aplicación general de DDTOX (555-833-2000 cc/ha). Para el control de insectos cortadores de tallo. |
| 39 | Siembra de camote. En las asociaciones 2, 3, 5 (ver Fig. 3). |
| 44 | Aplicación general de DDTOX (555-833-2000 cc/ha) a los cultivos de maíz. Para el control de insectos cortadores de tallo. |
| 49 | Aplicación general de Cytrolane (555-4 222 g/ha), a los cultivos de maíz. Para el control del gusano cogollero (<u>Spodoptera frujiperda</u>). |
| 72 | Aplicación de DDTOX (555-833-2000 cc/ha). y de Metil Parathion (1333-1666 cc/ha) a los cultivos de camote. Para el control de <u>Megastes grandalis</u> . |
| 83 | Aplicación de Lannate (666 g/ha) a los cultivos de maíz, tecnología alta. Para el control del gusano elotero (<u>Eliotis sp.</u>). |
| 89 | Cosecha de frijol. Asociaciones 2 y 5 (ver Fig. 3). |
| 118 | Cosecha de camote. Asociación 1 (ver Fig. 3). |
| 120 | Aplicación de Furadan (202409 g/ha) a los cultivos de camote. Para el control de <u>Megastes grandalis</u> . |
| 142 | Cosecha de maíz. Asociaciones 3 y 5 (ver Fig. 3). |
| 145-150 | Cosecha de camote. Asociaciones 2, 3, 4 y 5 (ver Fig. 3). |

Cuadro A2. Ecuaciones matemáticas de las curvas graficadas.

| Figura | Biomasa | Asociaciones* | Ecuación | R ² |
|--------|----------------------|---------------|---|----------------|
| 4 | Hojas | C | $Y_1 = 0,76(10^{-20})X^7, 93.E^{-0,098}X$ | 98,42 |
| | | C+F | $Y_2 = 0,93(10^{-9})X^{6,71} E^{-0,071}X$ | 99,89 |
| | | C+M | $Y_3 = 0,31(10^{-6})X^{5,01} E^{-0,059}X$ | 99,96 |
| | | C+Y | $Y_4 = 0,11(10^{-9})X^{7,6} E^{-0,092}X$ | 96,57 |
| | | C+F+M | $Y_5 = 0,26(10^{-7})X^{5,3} E^{-0,04}X$ | 99,13 |
| 5 | Tallos + Pecíolos | C | $Y_6 = 0,12(10^{-12})X^{9,58} E^{-0,10}X$ | 99,09 |
| | | C+F | $Y_7 = 0,5(10^{-10})X^{7,37} E^{-0,06}X$ | 99,75 |
| | | C+M | $Y_8 = 0,81(10^{-6})X^{4,43} E^{-0,03}X$ | 99,98 |
| | | C+Y | $Y_9 = 0,89(10^{-9})X^{6,79} E^{-0,06}X$ | 99,04 |
| | | C+F+M | $Y_{10} = 0,17(10^{-5})X^{3,87} E^{-0,02}X$ | 99,98 |
| 6 | Raíces | C | $Y_{11} = 0,9655 - 0,241 X + 0,0062 X^3$ | 99,95 |
| | | C+F | $Y_{12} = 3,6731 - 0,1227X + 0,003798X^2$ | 99,67 |
| | | C+M | $Y_{13} = 0,00031 X^{2,11} E^{-0,14} (10^{-10})X$ | 99,67 |
| | | C+Y | $Y_{14} = 0,1701 - 0,05871X + 0,002994X^2$ | 99,66 |
| | | C+F+M | $Y_{15} = -13,9326 E^{-0,028} X^2, 825$ | 99,67 |

* C = Camote

F = Frijol

M = Maíz

Y = Yuca

(continúa.....)

Cuadro A2 (continuación)

| Figura | Biomasa | Asociaciones* | Ecuación | R ² |
|--------|---------|---------------|---|----------------|
| 7 | Total | C | $Y_{16} = 0,17(10^{-6}) X^{5,43} E^{-0,04X}$ | 99,80 |
| | | C+F | $Y_{17} = 0,20(10^{-9}) X^{7,14} E^{-0,06X}$ | 99,86 |
| | | C+M | $Y_{18} = 0,95(10^{-5}) X^4 E^{-0,03X}$ | 99,93 |
| | | C+Y | $Y_{19} = 0,10(10^{-5}) X^4 E^{-0,04X}$ | 99,93 |
| | | C+F+M | $Y_{20} = 0,13(10^{-3}) X^{2,55} E^{-0,006X}$ | 99,86 |

*C = Camote F = Frijol M = Maíz Y = Yuca

Cuadro A3. Significación de las pruebas de diferencia de medias^{1/} entre el monocultivo y diferentes asociaciones con camote a la edad de 60 y 90 días. Variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento.

| Variable | Edad (días) | Tratamientos | Asociaciones ^{2/} | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|----------------------------|-------|-------|--------|
| | | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Biomasa Hojas | 60 | C | 2,29 | 5,84* | 0,57 | 9,85* |
| | | C+M | - | - | - | 3,86* |
| | 90 | C | 2,35 | 7,24* | 1,17 | 7,99* |
| | | C+M | - | - | - | 2,03 |
| Biomasa tallos-pecíolos | 60 | C | 1,86 | 4,62* | 0,23 | 7,07* |
| | | C+M | - | - | - | 3,89* |
| | 90 | C | 2,91* | 7,62* | 1,91 | 9,02* |
| | | C+F | - | 4,88* | 0,91 | 6,65* |
| | | C+M | - | - | - | 2,76 |
| | | C+Y | - | - | - | - |
| Biomasa Raíces | 60 | C | 5,22* | 5,01* | 0,89 | 6,51* |
| | | C+F | - | 0,06 | - | 3,77* |
| | | C+M | - | - | - | 2,10* |
| | 90 | C | 2,46* | 5,14* | 2,11 | 5,55* |
| | | C+F | - | 4,31* | 0,54 | 5,08* |
| | | C+M | - | - | - | 2,35 |
| Biomasa Total | 60 | C | 3,04* | 6,01* | 0,58 | 8,53* |
| | | C+F | - | 2,43 | - | 5,57* |
| | | C+M | - | - | - | 4,23* |
| | 90 | C | 3,64* | 9,05* | 2,61* | 10,05* |
| | | C+F | - | 6,0* | 0,87 | 7,36* |
| | | C+M | - | - | 6,25* | 2,76* |
| | | C+Y | - | - | - | 7,46* |
| | | C+M | - | - | - | - |
| | | C+Y | - | - | - | - |
| | | C+M | - | - | - | - |

^{1/} Pruebas de "t"

^{2/} C = camote; F = frijol; M = maíz; Y = yuca

* Valor de t calculado, significativo al 0,05 comparado con valores tabulados o generados.

continúa.....

Cuadro A3 (continuación)

| Variable | Edad (días) | Trata- mientos | Asociaciones | | | |
|------------------|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|--------|
| | | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Longitud | 60 | C | 1,05 | 1,30 | 0,58 | 0,78 |
| Tallo central | 90 | C | 1,38 | 1,56 | 1,24 | 1,32 |
| Diámetro | | | | | | |
| Tallo central | 60 | C | 6,94* | 11,15* | 0,0 | 11,30* |
| | | C+F | - | 2,72 | - | 4,03* |
| | | C+M | - | - | - | 2,07 |
| | 90 | C | 1,06 | 5,93* | 2,31 | 6,64* |
| | | C+M | - | - | - | 0,087 |
| Razón Peso | 60 | C | 5,3* | 3,52* | 0,0 | 2,23* |
| Foliar | | C+F | - | 0,74 | - | 4,57* |
| | | C+M | - | - | - | 3,44* |
| | 90 | C | 0,40 | 3,30* | 0,65* | 1,25 |
| Razón Peso | 60 | C | 6,28* | 2,73* | 0,88 | 3,03* |
| Raíces | | C+F | - | 1,47 | - | 4,58* |
| | | C+M | - | - | - | 0,88 |
| | 90 | C | 1,37 | 5,02* | 1,19 | 5,20* |
| | | C+M | - | - | - | 0,45 |

Cuadro A4. Significación de las pruebas de diferencia de medias^{1/} entre el monocultivo y diferentes asociaciones con relación al rendimiento del camote.

| Variable | Tratamientos | Asociaciones ^{2/} | | | |
|---------------------------------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Rendimiento | C | 8,08* | 12,0* | 1,91 | 12,19* |
| Tm/ha | C+F | - | 10,06* | - | 10,8* |
| | C+M | - | - | - | 1,24 |
| Número de tubérculos por planta | C | 3,17* | 10,8* | 2,77* | 12,0* |
| | C+Y | 0,69 | 5,6* | - | 6,45* |
| | C+F | - | 4,37* | - | 5,15* |
| | C+M | - | - | - | 1,76 |
| Peso de tubérculos por planta | C | 7,58* | 10,92* | 1,89 | 11,65* |
| | C+F | - | 7,6* | - | 8,5* |
| | C+M | - | - | - | 1,76 |
| Índice de cosecha K | C | 2,56* | 7,14* | 0,86 | 3,39* |
| | C+F | - | 4,00* | - | 1,26 |
| | C+M | - | - | - | 1,88 |
| Sanidad % de plantas dañadas | C | 40,52* | 18,05* | 4,92* | 66,97* |
| | C+F | - | 26,25* | 56,71* | 23,75* |
| | C+M | - | - | 29,2* | 50,41* |
| | C+Y | - | - | - | 89,34* |

^{1/} Pruebas de "t".

^{2/} C = camote; F = frijol; M = maíz; Y = yuca

* Valor de "t" calculado, significativo al 0,05 comparado con valores tabulados o generados.

47. TOSI Jr., J. A. Mapa ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 1969. Escala: 1:750:000, color.
48. TRY this three crop combination. Coffee and cacao journal 8(8):156. 1965.

10. A P E N D I C E

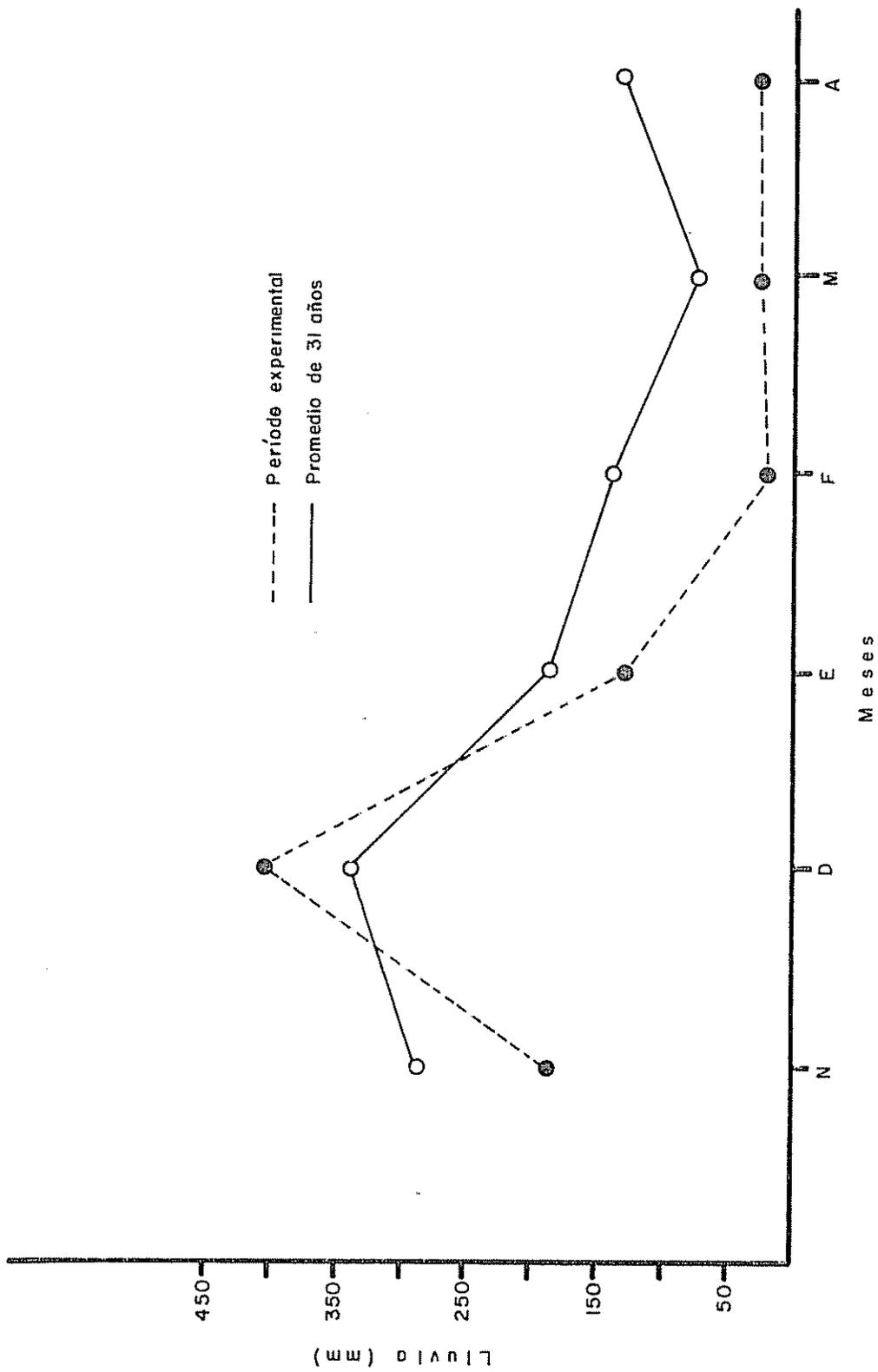


Fig. A1 Promedios mensuales de lluvia. Diferencias entre el período experimental y los datos de 31 años

Cuadro Al. Orden cronológico de las actividades agronómicas generales efectuadas durante la época seca en los monocultivos y en las asociaciones con camote.

| Día | A c t i v i d a d e s |
|---------|---|
| - 13 | Aplicación general de Furadan (20,24 kg/ha) para control de insectos del suelo. |
| 0 | Siembra de camote, frijol, maíz y yuca. En las asociaciones 1, 2, 3, 4, 5 (Fig. 3). Fertilización básica. |
| 20 | Aplicación general de Sevin (111 g/ha). Para controlar crisomelidos. |
| 23 | Fertilización suplementaria a todo el experimento. |
| 28 | Aplicación general de DDTOX (555-833-2000 cc/ha). Para el control de insectos cortadores de tallo. |
| 39 | Siembra de camote. En las asociaciones 2, 3, 5 (ver Fig. 3). |
| 44 | Aplicación general de DDTOX (555-833-2000 cc/ha) a los cultivos de maíz. Para el control de insectos cortadores de tallo. |
| 49 | Aplicación general de Cytrolane (555-4 222 g/ha), a los cultivos de maíz. Para el control del gusano cogollero (<u>Spodoptera frujiperda</u>). |
| 72 | Aplicación de DDTOX (555-833-2000 cc/ha). y de Metil Parathion (1333-1666 cc/ha) a los cultivos de camote. Para el control de <u>Megastes grandalis</u> . |
| 83 | Aplicación de Lannate (666 g/ha) a los cultivos de maíz, tecnología alta. Para el control del gusano elotero (<u>Eliotis sp.</u>). |
| 89 | Cosecha de frijol. Asociaciones 2 y 5 (ver Fig. 3). |
| 118 | Cosecha de camote. Asociación 1 (ver Fig. 3). |
| 120 | Aplicación de Furadan (202409 g/ha) a los cultivos de camote. Para el control de <u>Megastes grandalis</u> . |
| 142 | Cosecha de maíz. Asociaciones 3 y 5 (ver Fig. 3). |
| 145-150 | Cosecha de camote. Asociaciones 2, 3, 4 y 5 (ver Fig. 3). |

Cuadro A2. Ecuaciones matemáticas de las curvas graficadas.

| Figura | Biomasa | Asociaciones* | Ecuación | R ² |
|--------|----------------------|---------------|---|----------------|
| 4 | Hojas | C | $Y_1 = 0,76(10^{-20})X^7, 93.E^{-0,098X}$ | 98,42 |
| | | C+F | $Y_2 = 0,93(10^{-9})X^{6,71} E^{-0,071X}$ | 99,89 |
| | | C+M | $Y_3 = 0,31(10^{-6})X^{5,01} E^{-0,059X}$ | 99,96 |
| | | C+Y | $Y_4 = 0,11(10^{-9})X^{7,6} E^{-0,092X}$ | 96,57 |
| | | C+F+M | $Y_5 = 0,26(10^{-7})X^{5,3} E^{-0,04X}$ | 99,13 |
| 5 | Tallos + Pecíolos | C | $Y_6 = 0,12(10^{-12})X^{9,58} E^{-0,10X}$ | 99,09 |
| | | C+F | $Y_7 = 0,5(10^{-10})X^{7,37} E^{-0,06X}$ | 99,75 |
| | | C+M | $Y_8 = 0,81(10^{-6})X^{4,43} E^{-0,03X}$ | 99,98 |
| | | C+Y | $Y_9 = 0,89(10^{-9})X^{6,79} E^{-0,06X}$ | 99,04 |
| | | C+F+M | $Y_{10} = 0,17(10^{-5})X^{3,87} E^{-0,02X}$ | 99,98 |
| 6 | Raíces | C | $Y_{11} = 0,9655 - 0,241 X + 0,0062 X^3$ | 99,95 |
| | | C+F | $Y_{12} = 3,6731 - 0,1227X + 0,003798X^2$ | 99,67 |
| | | C+M | $Y_{13} = 0,00031 X^2,11 E^{-0,14} (10^{-10})X$ | 99,67 |
| | | C+Y | $Y_{14} = 0,1701 - 0,05871X + 0,002994X^2$ | 99,66 |
| | | C+F+M | $Y_{15} = -13,9326 E^{-0,028X} X^2,825$ | 99,67 |

* C = Camote

F = Frijol

M = Maíz

Y = Yuca

(continúa.....)

Cuadro A2 (continuación)

| Figura | Biomasa | Asociaciones* | Ecuación | R ² |
|--------|---------|---------------|---|----------------|
| 7 | Total | C | $Y_{16} = 0,17(10^{-6}) X^{5,43} E^{-0,04X}$ | 99,80 |
| | | C+F | $Y_{17} = 0,20(10^{-9}) X^{7,14} E^{-0,06X}$ | 99,86 |
| | | C+M | $Y_{18} = 0,95(10^{-5}) X^4 E^{-0,03X}$ | 99,93 |
| | | C+Y | $Y_{19} = 0,10(10^{-5}) X^{4,93} E^{-0,04X}$ | 99,93 |
| | | C+F+M | $Y_{20} = 0,13(10^{-3}) X^{2,55} E^{-0,006X}$ | 99,86 |

*C = Camote F = Frijol M = Maíz Y = Yuca

Cuadro A3. Significación de las pruebas de diferencia de medias^{1/} entre el monocultivo y diferentes asociaciones con camote a la edad de 60 y 90 días. Variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento.

| Variable | Edad (días) | Tratamientos | Asociaciones ^{2/} | | | |
|-------------------------|-------------|--------------|----------------------------|-------|-------|--------|
| | | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Biomasa Hojas | 60 | C | 2,29 | 5,84* | 0,57 | 9,85* |
| | | C+M | - | - | - | 3,86* |
| | 90 | C | 2,35 | 7,24* | 1,17 | 7,99* |
| | | C+M | - | - | - | 2,03 |
| Biomasa tallos-pecíolos | 60 | C | 1,86 | 4,62* | 0,23 | 7,07* |
| | | C+M | - | - | - | 3,89* |
| | 90 | C | 2,91* | 7,62* | 1,91 | 9,02* |
| | | C+F | - | 4,88* | 0,91 | 6,65* |
| | | C+M | - | - | - | 2,76 |
| | | C+M | - | - | - | 2,76 |
| Biomasa Raíces | 60 | C | 5,22* | 5,01* | 0,89 | 6,51* |
| | | C+F | - | 0,06 | - | 3,77* |
| | | C+M | - | - | - | 2,10* |
| | 90 | C | 2,46* | 5,14* | 2,11 | 5,55* |
| | | C+F | - | 4,31* | 0,54 | 5,08* |
| | | C+M | - | - | - | 2,35 |
| Biomasa Total | 60 | C | 3,04* | 6,01* | 0,58 | 8,53* |
| | | C+F | - | 2,43 | - | 5,57* |
| | | C+M | - | - | - | 4,23* |
| | 90 | C | 3,64* | 9,05* | 2,61* | 10,05* |
| | | C+F | - | 6,0* | 0,87 | 7,36* |
| | | C+M | - | - | 6,25* | 2,76* |
| | | C+Y | - | - | - | 7,46* |
| | | C+Y | - | - | - | 7,46* |
| | | C+Y | - | - | - | 7,46* |

^{1/} Pruebas de "t"

^{2/} C = camote; F = frijol; M = maíz; Y = yuca

* Valor de t calculado, significativo al 0,05 comparado con valores tabulados o generados.

continúa.....

Cuadro A3 (continuación)

| Variable | Edad (días) | Trata- mientos | Asociaciones | | | |
|----------------------|----------------|-------------------|--------------|--------|-------|--------|
| | | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Longitud Tallo | 60 | C | 1,05 | 1,30 | 0,58 | 0,78 |
| central | 90 | C | 1,38 | 1,56 | 1,24 | 1,32 |
| Diámetro Tallo | | | | | | |
| central | 60 | C | 6,94* | 11,15* | 0,0 | 11,30* |
| | | C+F | - | 2,72 | - | 4,03* |
| | | C+M | - | - | - | 2,07 |
| | 90 | C | 1,06 | 5,93* | 2,31 | 6,64* |
| | | C+M | - | - | - | 0,087 |
| Razón Peso Foliar | 60 | C | 5,3* | 3,52* | 0,0 | 2,23* |
| | | C+F | - | 0,74 | - | 4,57* |
| | | C+M | - | - | - | 3,44* |
| | 90 | C | 0,40 | 3,30* | 0,65* | 1,25 |
| Razón Peso Raíces | 60 | C | 6,28* | 2,73* | 0,88 | 3,03* |
| | | C+F | - | 1,47 | - | 4,58* |
| | | C+M | - | - | - | 0,88 |
| | 90 | C | 1,37 | 5,02* | 1,19 | 5,20* |
| | | C+M | - | - | - | 0,45 |

Cuadro A4. Significación de las pruebas de diferencia de medias^{1/} entre el monocultivo y diferentes asociaciones con relación al rendimiento del camote.

| Variable | Tratamientos | Asociaciones ^{2/} | | | |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | | C+F | C+M | C+Y | C+F+M |
| Rendimiento | C | 8,08* | 12,0* | 1,91 | 12,19* |
| Tm/ha | C+F | - | 10,06* | - | 10,8* |
| | C+M | - | - | - | 1,24 |
| Número de tubérculos por planta | C | 3,17* | 10,8* | 2,77* | 12,0* |
| | C+Y | 0,69 | 5,6* | - | 6,45* |
| | C+F | - | 4,37* | - | 5,15* |
| | C+M | - | - | - | 1,76 |
| Peso de tubércu- los por planta | C | 7,58* | 10,92* | 1,89 | 11,65* |
| | C+F | - | 7,6* | - | 8,5* |
| | C+M | - | - | - | 1,76 |
| Índice de cosecha K | C | 2,56* | 7,14* | 0,86 | 3,39* |
| | C+F | - | 4,00* | - | 1,26 |
| | C+M | - | - | - | 1,88 |
| Sanidad % de plantas dañadas | C | 40,52* | 18,05* | 4,92* | 66,97* |
| | C+F | - | 26,25* | 56,71* | 23,75* |
| | C+M | - | - | 29,2* | 50,41* |
| | C+Y | - | - | - | 89,34* |

^{1/} Pruebas de "t".

^{2/} C = camote; F = frijol; M = maíz; Y = yuca

* Valor de "t" calculado, significativo al 0,05 comparado con valores tabulados o generados.

