

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

EVALUACION DE PRODUCCION AGRONOMICA Y BIOMASA
EN SISTEMAS DE PRODUCCION QUE INCLUYEN YUCA
(Manihot esculenta Crantz)

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

Magister Scientiae

ROMULO RAMON GALLEGOS PARRA

Turrialba, Costa Rica

1976.

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

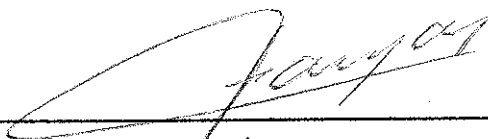
Magister Scientiae

JURADO:



Jorge Soria, Ph.D.

Consejero



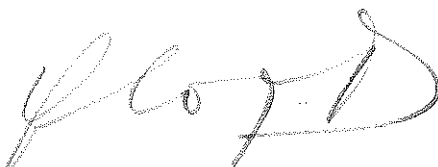
José Fargas, Ph.D.

Comité



Pablo Rosero, Mag. Sc.

Comité



Coordinador

Sistema de Estudios de Postgrado
de la Universidad de Costa Rica

iii
DEDICATORIA

A mis queridos padres:
Elías y Agustina

A mi adorada esposa:
María

A mi tío:
Genaro

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento al Dr. Jorge Soria, Consejero Principal, quien posibilitó la ejecución de este trabajo y a quien pertenecen muchas de las ideas originales.

A los miembros de mi comité formado por el doctor José Fargas y el Ing. M. S. Pablo Rosero por su colaboración en la revisión del original.

Al personal de la Unidad de Estadística y Computación del CATIE, especialmente al Ing. Víctor Quiroga y señor Manuel Zamora, quienes prestaron su colaboración en el análisis estadístico.

A mi esposa María, además de su comprensión, paciencia y estímulo debo agradecerle su constante y múltiple colaboración durante mis estudios graduados.

Al personal de campo del Experimento Central del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, por su colaboración en la recolección de la información básica.

Al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela por haber patrocinado la realización de dicha investigación.

A todos sus compañeros y a todas las personas que de una manera u otra brindaron su amistad y prestaron gentil colaboración al autor durante su permanencia en este Centro.

BIOGRAFIA

El autor nació en Píritu, Estado Portuguesa, Venezuela. Realizó sus estudios primarios en el Grupo Escolar Nacional Píritu. Los estudios de bachillerato los realizó en los Liceos José Antonio Páez en Acarigua y Lisandro Alvarado en Barquisimeto.

Cursó estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, con sede en Maracay, graduándose de Ingeniero Agrónomo en setiembre de 1970.

En 1971 se incorporó al Ministerio de Agricultura y Cría en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Centro Occidental (CIARCO) con sede en Araure, Venezuela, como miembro del Programa Nacional de Oleaginosas (Proyecto Palma Africana) del sub-programa de investigación MAC-PRIDA.

En Enero de 1974 fue admitido en el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales bajo el Programa de la Escuela para Graduados Universidad de Costa Rica- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), obteniendo el grado de Magister Scientiae en Marzo de 1976.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos generales del cultivo de la yuca ...	3
2.2 La yuca en monocultivo	4
2.3 La yuca como cultivo asociado	5
3. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Localización del experimento	13
3.2 Descripción del experimento central	13
3.3 Material vegetal empleado	15
3.4 Densidad, espaciamento y modalidad de siem- bra	21
3.5 Tratamientos	21
3.5.1 Yuca sin asociar/tecnología baja	26
3.5.2 Yuca sin asociar/tecnología alta	26
3.5.3 Yuca-Camote-Camote/tecnología baja ...	26
3.5.4 Yuca-Camote-Camote/tecnología alta ...	27
3.5.5 Yuca-Maíz-Maíz/tecnología baja	27
3.5.6 Yuca-Maíz-Maíz/tecnología alta	28
3.5.7 Yuca-Frijol-Maíz/tecnología baja	28
3.5.8 Yuca-Frijol-Maíz/tecnología alta	28
3.5.9 Yuca-Maíz-Frijol-Camote/tecnología - baja	29
3.5.10 Yuca-Maíz-Frijol-Camote/tecnología - alta	29
3.6 Recolección de la información	29
3.7 Variables analizadas	30
3.7.1 Producción de biomasa y sus componen- tes	30
3.7.1.1 peso seco de hojas	30
3.7.1.2 peso seco de tallos más pecío- los	31
3.7.1.3 peso seco de raíces de reser- va	31
3.7.1.4 peso seco total	31
3.7.2 Area foliar	31
3.7.3 Índice de área foliar	33
3.7.4 Medidas de campo	33

	Página	
3.7.4.1	velocidad de emergencia	33
3.7.4.2	altura de la planta	33
3.7.4.3	circunferencia del tallo	33
3.7.4.4	número de hojas	34
3.7.5	Rendimiento en raíces de reserva	34
3.7.6	Comparación de sistemas	34
3.8	Análisis de la información	36
4.	RESULTADOS	38
4.1	Aspectos generales de manejo	38
4.2	Variables analizadas	38
4.2.1	Producción de biomasa y sus componentes .	39
4.2.1.1	Biomasa total hasta los 242 días	39
4.2.1.2	Biomasa total hasta los 339 días	40
4.2.1.3	Biomasa de hojas hasta los 242 días	41
4.2.1.4	Biomasa de hojas hasta los 339 días	43
4.2.1.5	Biomasa de tallos más pecíolos hasta los 242 días	44
4.2.1.6	Biomasa de tallos más pecíolos hasta los 339 días	45
4.2.1.7	Biomasa de raíces de reserva hasta los 242 días	46
4.2.1.8	Biomasa de raíces de reserva hasta los 339 días	48
4.2.2	Componentes morfológicos del crecimiento.	49
4.2.2.1	Altura de la planta hasta los 242 días	49
4.2.2.2	Altura de la planta hasta los 339 días	50
4.2.2.3	Circunferencia del tallo hasta los 242 días	51
4.2.2.4	Circunferencia del tallo hasta los 339 días	53
4.2.2.5	Número de hojas hasta los 242 días	54
4.2.2.6	Número de hojas hasta los 339 días	55

	Página
4.2.2.7 Arca foliar hasta los 242 días	56
4.2.2.8 Area foliar hasta los 339 días	58
4.2.2.9 Índice de área foliar hasta los 242 días	59
4.2.2.10 Índice de área foliar hasta los 339 días	60
4.3 Rendimiento en raíces de reserva ,,,.....	61
4.4 Uso Equivalente de Tierra (UFT)	63
5. DISCUSION	65
5.1 Consideraciones generales	65
5.2 Variables biológicas	65
5.3 Rendimiento en raíces de reserva	75
5.4 Uso Equivalente de Tierra (UET)	76
6. CONCLUSIONES ,.....	79
7. RESUMEN	80
7a. SUMMARY	82
8. LITERATURA CITADA	84
9. APENDICE	89

LISTA DE CUADROS

<u>TEXTO</u> Cuadro No		<u>Página</u>
1	Cantidades de fertilizantes aplicados a los tratamientos seleccionados en el experimento central 1974-1975	25
2	Epocas de muestreo en yuca en el experimento central 1974-1975	30
3	Valores calculados de Area Foliar Específica (dm ² /g) a diferentes períodos de crecimiento de la yuca	32
4	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa total (g/planta) y pruebas de Duncan en yuca var. Valencia	40
5	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa total (g/planta) y pruebas de Duncan en yuca var. Valencia	41
6	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia	42
7	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia	43
8	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia	45
9	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia	46
10	Promedios de tratamientos con dos muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de raíces de reserva (g/planta) y pruebas de Duncan en yuca var. Valencia	47

TEXTO
Cuadro N^o

Página

11	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de raíces de reserva (g/planta) y pruebas de Duncan en yuca var. Valencia	48
12	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia	50
13	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia	51
14	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia	52
15	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia	53
16	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para número de hojas y prueba de Duncan en yuca var. Valencia	55
17	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para número de hojas en yuca var. Valencia .	56
18	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para área foliar (dm ²) por planta en yuca var. Valencia	57
19	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para área foliar (dm ²) por planta en yuca var. Valencia	58

<u>TEXTO</u>		<u>Página</u>
<u>Cuadro N°</u>		
20	Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia	60
21	Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia	61
22	Promedios de producción de raíces de reserva (Kg/ha) por tratamiento y dos niveles de tecnología en cinco sistemas con yuca y pruebas de Duncan	62
23	Índice de eficiencia de producción de alimentos (UET) por tratamientos y dos niveles de tecnología en todos los sistemas con yuca y pruebas de Duncan	63

LISTA DE CUADROS DEL APENDICE

<u>APENDICE</u>		<u>Página</u>
<u>Cuadro N°</u>		
A1	Condiciones climáticas que predominaron durante el experimento entre noviembre 1974 a octubre 1975	90
A2	Velocidad de emergencia (días) en yuca variedad Valencia en cinco sistemas de producción	93
A3	Biomasa total (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	94
A4	Biomasa de hojas (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	96

Cuadro N^oPágina

A5	Biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	98
A6	Biomasa de raíces reservantes (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	100
A7	Altura de la planta (cm) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	102
A8	Circunferencia del tallo (cm) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos .	104
A9	Número de hojas en yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	106
A10	Area foliar (dm ²) por planta de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos .	108
A11	Índice de área foliar (IAF) por planta de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan para tratamientos dentro de muestreos	110
A12	Análisis de la variancia de biomasa total (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	112
A13	Análisis de la variancia de biomasa total (g/planta) en yuca var. Valencia con seis muestreos	112

<u>Cuadro N^o</u>		<u>Página</u>
A14	Análisis de la variancia de biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	113
A15	Análisis de la variancia de biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia con seis muestreos	113
A16	Análisis de la variancia de biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	114
A17	Análisis de la variancia de biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia con seis muestreos	114
A18	Análisis de la variancia de biomasa de raíces de reserva (g/planta) en yuca var. Valencia con dos muestreos	115
A19	Análisis de la variancia de biomasa de raíces de reserva (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	115
A20	Análisis de la variancia de altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	116
A21	Análisis de la variancia de altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia con seis muestreos	116
A22	Análisis de la variancia de circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	117
A23	Análisis de la variancia de circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia con seis muestreos	117
A24	Análisis de la variancia de número de <u>ho</u> jas en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	118
A25	Análisis de la variancia de número de hojas en yuca var. Valencia con seis muestreos	118

<u>Cuadro N^o</u>		<u>Página</u>
A26	Análisis de la variancia de área foliar (dm ²) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	119
A27	Análisis de la variancia de área foliar (dm ²) en yuca var. Valencia con seis muestreos	119
A28	Análisis de la variancia de índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos	120
A29	Análisis de la variancia de índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia con seis muestreos	120
A30	Análisis de la variancia de velocidad de emergencia (días) en yuca var. Valencia	121
A31	Análisis de la variancia de producción de raíces (Kg/ha) en yuca var. Valencia	121
A32	Análisis de la variancia de índice de eficiencia de producción de alimentos (UET)	122

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N^o</u>		<u>Página</u>
1	Experimento central 1974-1975. Distribución de tratamientos	14
2	Biocronograma de cultivos. Experimento Central 1974-1975	16
3	Distancias de siembra	22
4	Biocronograma de los cultivos que integraron los sistemas seleccionados	25

LISTA DE FIGURAS DEL APENDICE

<u>Figura N^o</u>		<u>Página</u>
A1	Condiciones climatológicas que prevalecieron durante el experimento	91
A2	Curvas de crecimiento de la biomasa total de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	95
A3	Curvas de crecimiento de la biomasa de hojas de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	97
A4	Curvas de crecimiento de la biomasa de tallos más pecíolos de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	99
A5	Curvas de crecimiento de la biomasa de raíces de reserva de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	101
A6	Curvas de crecimiento de la altura de la planta de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	103
A7	Curvas de crecimiento de la circunferencia del tallo de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	105

<u>Figura N°</u>		<u>Página</u>
A8	Curvas de crecimiento del número de hojas de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	107
A9	Curvas de crecimiento del área foliar de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones	109
A10	Curvas de crecimiento del índice de área foliar de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones ..	111

1. INTRODUCCION

En la mayoría de los países de América Tropical, los productos de origen vegetal para alimentar la creciente población, provienen casi exclusivamente del cultivo que hace el campesino.

Entre los cultivos alimenticios más importantes del trópico americano figuran el frijol, el maíz, el camote y la yuca, los cuales son cultivados en pequeñas fincas como monocultivos o asociados y con muy poca tecnología.

El agricultor de pequeñas fincas trata de obtener el mayor provecho de su pedazo de tierra y para esto, en la mayoría de los casos, siembra los cultivos de subsistencia asociados. De esta manera, aunque ignorando las causas, pero por la tradición y experiencias de sus antepasados, aprovecha al máximo la incidencia de la energía solar para la producción de alimentos.

De los cultivos mencionados, la yuca reviste una gran importancia ya que es uno de los cultivos tradicionales y de uso más extensivo en el trópico americano y representa para la alimentación humana, una abundante e importante fuente de energía, producida a bajo costo por hectárea. La yuca podría alimentar ventajosamente, agregándole suplementos ricos en proteínas, grasa y vitaminas, a las grandes poblaciones deficientemente nutridas de América, Asia y Africa, especialmente si se consideran las grandes extensiones aptas para su cultivo en suelos tropicales bajos y húmedos (38, 46).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y

que existe poca información bibliográfica, sería de importancia estudiar el cultivo de la yuca desde los puntos de vista agronómicos, fisiológicos y socio-económicos, cuando es cultivada sola o en asociación con otras especies de importancia económica como el frijol, el maíz y el camote. Este tipo de Estudios podría aportar las bases técnicas adecuadas para lograr sistemas de producción con yuca que sean más eficientes y rentables.

Los objetivos del estudio son:

1. Evaluar el comportamiento de la yuca en producción agronómica y de biomasa bajo diferentes sistemas de cultivo.
2. Seleccionar los sistemas y tecnologías recomendables para obtener un aumento significativo en la producción de la yuca.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales del cultivo de la yuca

En el grupo de las llamadas "plantas de subsistencia" del trópico la yuca ocupa un puesto tan importante como el arroz o el maíz, teniendo como éstas una destacada significación económica, social e histórica en el trópico americano. Es notable la escasez de trabajos dedicados a la yuca en relación con arroz y maíz. Esto puede estar relacionado quizá con un menor volumen de investigación sobre la yuca, debido quizá a su rusticidad y facilidad de cultivo (2).

El continuo aumento de la población mundial y la falta de fuentes energéticas han hecho que la atención científica se concentre en los cultivos de alto potencial productivo de alimentos, entre ellos la yuca (40). Por ser ésta la mayor fuente de calorías consumido por un estimado de 300 millones de personas en las áreas tropicales del mundo, cualquier incremento en los rendimientos tendría un tremendo impacto en el esfuerzo para llenar las necesidades de alimentos (30).

Albuquerque (2) y Castro (8) señalan que en todas las regiones tropicales del mundo, la yuca se ha convertido en una de las principales fuentes de alimento energético. Su capacidad de adaptación a diferentes suelos y climas, su facilidad de cultivo y las múltiples formas de aprovechamiento, han sido responsables por su extraordinaria difusión.

La yuca en condiciones de campo, se cultiva comercial

mente dentro de amplios límites ambientales, desde el nivel del mar hasta 1500 m de altura y entre los 30° Latitud Norte a 30° Latitud Sur. Prospera mejor a temperaturas de alrededor de 24° C (10, 48, 56).

Siendo resistente a las sequías, puede crecer bajo condiciones muy áridas, pero también prospera en regiones de precipitación alta, siempre que las raíces no estén en agua estancada. Según Montaldo (46) este cultivo es muy valioso en regiones donde la lluvia anual es baja, o donde la distribución estacional es muy irregular y el agua de riego es escasa.

González (23), Montaldo (46) y Ortíz (50) anotan que los rendimientos más elevados se obtienen en suelos fértiles, sueltos, profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica y elementos minerales.

2.2 La yuca en monocultivo

Las estadísticas mundiales de producción (20) muestran que en 1973 la producción mundial de yuca fue de un total de 106.4 millones de toneladas de raíces producidas en 11.1 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 9.56 ton/ha. El continente africano es el mayor productor del mundo, seguido por América Latina; Brasil, individualmente, produjo 33 millones de toneladas de raíces, lo cual es unitariamente más que cualquier otro país del mundo.

A pesar de que el promedio mundial es de 9.56 ton/ha, el CIAT (10) reporta que algunos países como Brasil, Thailandia, Cambodia y Bolivia, tienen promedios nacionales que varían entre

14 y 18 ton/ha. Sin embargo, en lugares donde se siembra la yuca para uso comercial y se le atiende debidamente, es común encontrar rendimientos promedios de 24 ton/ha y se han registrado promedios hasta de 50 a 100 ton/ha en monocultivo.

2.3 La yuca como cultivo asociado

En la gran mayoría de las regiones tropicales, la yuca a menudo es cultivada en asocio con otros cultivos. Cerighelli (13) indica que en Africa, la yuca es frecuentemente cultivada en asociación con otras plantas como maíz, frijol y ñame, y en Indonesia se siembra intercalada entre plantaciones jóvenes de Hevea y de palma africana.

Schmitt (55) informa que la yuca acepta cultivos intercalados como tabaco, maíz y frijoles. Estos permanecen en el campo unos tres o cuatro meses, pero requieren de abonamiento intensivo. Según el mismo autor, la yuca ha sido usada como cultivo intermedio en plantaciones de hule y de palma africana. De esta manera se disminuyen los gastos en los primeros años improductivos.

Hunter (28) en Costa Rica, al trabajar con pejibaye propone que para obviar la espera de cuatro o cinco años, hasta obtener la primera cosecha de pejibaye, propone la siembra intercalada con maíz, banano o yuca.

En trabajos realizados en Costa Rica, Morales et al. (47) determinaron que el cultivo intercalado de maíz y yuca entre los arbolitos de hule era una práctica que resultaba lucrativa y que para obviar los efectos indeseables de la yuca sobre

las plantas de hule, ésta debía sembrarse cuando los arbolitos estuvieran firmemente establecidos. Los rendimientos obtenidos en 25 hectáreas de siembra intercalada con yuca fueron de 160.-954 Kg con una producción promedio de 6.438 Kg/ha y un ingreso total neto de \$1300,00.

Según Harper (25) la yuca fue probablemente introducida a Thailandia desde Malasia y sembrada como un cultivo intercalado en plantaciones pequeñas de caucho, lo que le permite al cultivador obtener una renta de la yuca mientras el caucho madura y produce.

Experimentos realizados en Malasia (52) indican que, tomando en cuenta los costos, la yuca puede ser un cultivo provechoso intercalado en plantaciones jóvenes de hule, ya que es posible obtener rendimientos de 60 ton/ha con variedades amargas y usando fertilización con estiércol, agregándole además 45-55 Kg N, 45-65 Kg P_2O_5 y 112-135 Kg K_2O por hectárea. Bajo estas condiciones se observó que el hule no es apreciablemente retardado en su crecimiento por competencia de la yuca. Sin embargo, otros experimentos realizados en este mismo país (43) demostraron que no es recomendable el intercalado de hule con yuca porque tiene efectos adversos sobre el crecimiento del hule.

Otros autores (36, 41) informan que la yuca se siembra intercalada con palma de aceite en Malasia y que se ha encontrado gran variación en los resultados de producción de raíces tuberosas y tallos. Sin embargo, se observó que el crecimiento

de las palmas era bueno en las parcelas con yuca.

Coletto (14) en Filipinas, propuso la utilización de la yuca como cultivo intercalado en plantaciones de cítricos, café y cacao, para minimizar el crecimiento de las malas hierbas y servir como cultivo de cobertura, además de producir renta adicional.

En Costa de Marfil, Kammacher (34) informa que el cultivo del algodón se hace con métodos primitivos y caracterizado por la asociación con algunos cultivos alimenticios como la yuca, maíz o ñame.

Según Velásquez (62) en Colombia, la yuca se cultiva intercalada con algodón, caña de azúcar, maíz, frijol, arracacha y ñame. Es muy común encontrar en una misma parcela maíz casi para cosecharlo, yuca de cuatro a cinco meses, algodón de tres meses, caña de azúcar de un mes, además de frijoles y otros cultivos.

Se sabe que la asociación de yuca con otros cultivos de subsistencia, en suelos fértiles, da buenos rendimientos. Condurú, citado por Albuquerque (2), investigó experimentalmente la asociación maíz-yuca en terrenos de meseta alta del estero amazónico (IPEAN-BRASIL), llegando a la conclusión de que constituye una práctica perfectamente aceptable, desde que, no se mostró antieconómico y permite al agricultor obtener en una misma área los productos que estima.

Experimentos realizados en la sede de IPEAN, en Belem, Ponte y Albuquerque, citados por Albuquerque (2), mostraron que

la práctica habitual de asociación yuca-frijol (vigna) en los tosoles amarillos de baja potencialidad química, no constituye una práctica antieconómica.

Parijs (51) interplantó yuca con otros cultivos y concluyó que los rendimientos más altos en peso seco o biomasa comestible y proteína podrían ser obtenidos interplantando yuca, frijol y maíz.

En 1969 se inició un experimento en Colombia (10) para determinar la posibilidad de asociar yuca con otros cultivos de rápido crecimiento como soya o maíz. Se sembró soya o maíz entre los surcos de yuca al mismo tiempo que la yuca. Para lograr una comparación más efectiva también se sembró yuca entre los surcos de soya, la cual había sido sembrada 45 días antes. No se han reportado los resultados de este experimento.

En Nigeria (29) se probó la asociación de yuca con tomate, maíz dulce, caupí y hortalizas. Los rendimientos de la yuca fueron considerados buenos y la calidad de las raíces tuberosas también alta. A pesar de que el sombreado por la yuca parcialmente causó un pobre desarrollo del maíz, caupí y las hortalizas, el sistema parece ser bien adecuado para la yuca y la primera asociación, pero un segundo o tercer cultivo puede no ser productivo, si la humedad y la fertilidad del suelo no son altos. Bajo estas condiciones el rápido crecimiento de la yuca produce también una densa sombra.

Hart (26) trabajando con sistemas policulturales en Costa Rica, encontró que la diferencia entre los rendimientos

de la yuca en monocultivo y en sucesión policultural fue debido al efecto de la competencia interespecífica del maíz y el frijol. No hubo diferencias significativas entre los rendimientos de yuca en monocultivo y policultivo bajo los mismos tratamientos de control de malezas y fertilizantes. En general, los trata^umientos con fertilizantes incrementaron la biomasa total de la planta de yuca, pero no aumentaron el rendimiento en raíces tuberosas.

Según Biard (6) y Sánchez (54) en América Tropical la yuca ha sido el principal cultivo en el sistema de agricultura migratoria. Muy a menudo yuca, maíz, frijol, arroz son plantados juntos en huecos hechos con espeque. Campos con cultivos múltiples simultáneos son muy comunes en los cuales se practica un cierto grado de deshierbe manual. Después de la primera o segunda cosecha se abandonan los campos, debido a un rápido rebrote del monte y a la pérdida de fertilidad del suelo.

En Tanganyika (42) se usan sistemas de cultivo que incluyen yuca, camote, guisantes y trigo y en Sierra Leona (58) se usan yuca, caupí, ñame y arroz.

Martínez, citado por Molinyawe (45) encontró que el intercalado de maíz con yuca entre los surcos dio un rendimiento bastante bueno de raíces, cuando los dos cultivos fueron plantados al mismo tiempo.

En estudios realizados en Togo por el Instituto de Investigaciones Agronómicas Tropicales (IRAT) (39) para buscar un sistema intensivo de producción adecuada para conservar y mejorar la fertilidad de los suelos, se probó la asociación de la

yuca con el maíz que es el cereal alimenticio tradicional y se demostró que la yuca no influyó sobre la productividad del maíz, pero redujo la producción de la yuca, aproximadamente un 30%. El balance económico fue sin embargo, favorable a este tipo de asociación.

Tardieu (61) propone que una asociación posible es la explotación del complejo yuca-vigna. Sin embargo, las modalidades de esta asociación deben ser cuidadosamente estudiadas porque el vigna con su desarrollo muy rápido puede tapar la estaca de yuca joven.

Guinard (24) informa que la yuca es uno de los cultivos de subsistencia más importantes en Costa de Marfil, y se siembra intercalada con el arroz, para cosecharla a partir del segundo año.

En 1958 se puso un experimento en Tanganyika (31) para determinar la influencia del intercalado del maní con yuca y ricino, que fue sembrado más tarde. Se observó que los rendimientos de la yuca y del ricino fueron drásticamente reducidos.

Kundu (35) reporta que en la India la yuca es normalmente cultivada sola, pero también puede cultivarse intercalada con hortalizas, banano ó camote, y en Brasil, se ha cultivado en asociación con arroz de secano.

Según Montaldo (46) en Venezuela, hasta hace muy pocos años la yuca era una explotación de agricultura migratoria y se cultivaba asociada con frijoles en pequeñas extensiones, abandonándose esa sección de suelo cuando mostraba síntomas de agotamiento en fertilidad.

La yuca demanda grandes cantidades de potasio para la producción de almidón. Experimentos conducidos por Irving (32) en Nigeria, mostraron que con el empleo de fertilizantes en ñame intercalado con yuca y maíz, se obtenían altos rendimientos, sobre todo de los dos últimos cultivos, que se beneficiaban del potasio y nitrógeno aplicados al cultivo principal.

En ensayos de rotación hechos en el Congo Belga (15, 16) la asociación de yuca con maíz intercalado pareció ser muy productiva, obteniéndose con el maíz un incremento en lípidos. Así mismo, la asociación de yuca con frijol incrementó la disponibilidad de proteínas.

Según Jones (33) en el Congo Central, la yuca juega un papel muy importante en los planes de desarrollo de la agricultura nativa. El mismo autor sugiere un esquema de rotación con yuca, interplantada con otros cultivos para ayudar a proteger el suelo y al restablecimiento del bosque.

Ofori (49) en Ghana, cultivó un suelo tropical durante 19 años con yuca, maíz y maní para determinar el efecto del cultivo continuado. Los rendimientos de los cultivos fueron mantenidos a un nivel bastante alto con baja aplicación de fertilizantes. El rendimiento promedio de la yuca después de 17 años de cultivo fue de 16.563 Kg/ha de raíces frescas, comparado con el promedio nacional de 5.421 Kg/ha. Este resultado comparado con 16.437 Kg/ha reportado por Djokota y Stephens, citados por Ofori (49), mostró que el rendimiento promedio de la yuca no disminuyó como consecuencia del cultivo continuado con moderada aplicación de fertilizantes. Se concluyó que con una rotación

conveniente de cultivos y aplicación de fertilizantes, los campesinos podían cultivar la misma tierra con altos rendimientos de los cultivos y así alcanzar los mismos o mejores resultados que el cultivo bajo agricultura migratoria.

Otros ensayos de rotación son reportados por Hecq y Lefebvre (27) en Africa para estudiar el valor, basado en calorías producidas y retorno financiero, de seis rotaciones derivadas de las que usualmente son practicadas en Kivu. Se concluyó que el lugar adecuado para la yuca es al final de la rotación; el camote es excelente como primer cultivo y el maíz seguido por frijoles o viceversa, son cultivados ventajosamente después del camote.

El Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3, 5) está desarrollando sistemas de agricultura intensivos con especies alimenticias de primera importancia como frijol, arroz, maíz, camote y yuca, sembradas como monocultivos y asociaciones con varios grados de sobreposición de especies a la vez

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El área experimental se encuentra localizada dentro de los límites del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, y a una elevación aproximada de 602 msnm.

En el Cuadro A1 y Figura A1 se presentan los promedios mensuales de los principales factores climáticos que prevalecieron durante el período de este estudio.

Los suelos son de origen aluvial fluvio-lacustre, pertenecientes a la serie Instituto Arcilloso, fase normal (Inceptisol, Typic Distropepts) (4, 5, 9).

3.2 Descripción del Experimento Central

El experimento central del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE llevado a cabo en el período agrícola de Noviembre de 1974 a Octubre de 1975 comprendió 24 tratamientos principales con cuatro repeticiones; cada tratamiento tenía dos subtratamientos, totalizando 192 subtratamientos (Fig. 1).

Los tratamientos representan una amplia gama de sistemas que van desde el monocultivo hasta las asociaciones de dos y tres cultivos, distribuidos en secuencia o superpuestos en grado variable, de acuerdo con el índice de asociación existente entre los cultivos a realizarse en el período de un año. A su vez, la distribución de cultivos en los tratamientos, representa el posible grado de utilización de la tierra; es decir,

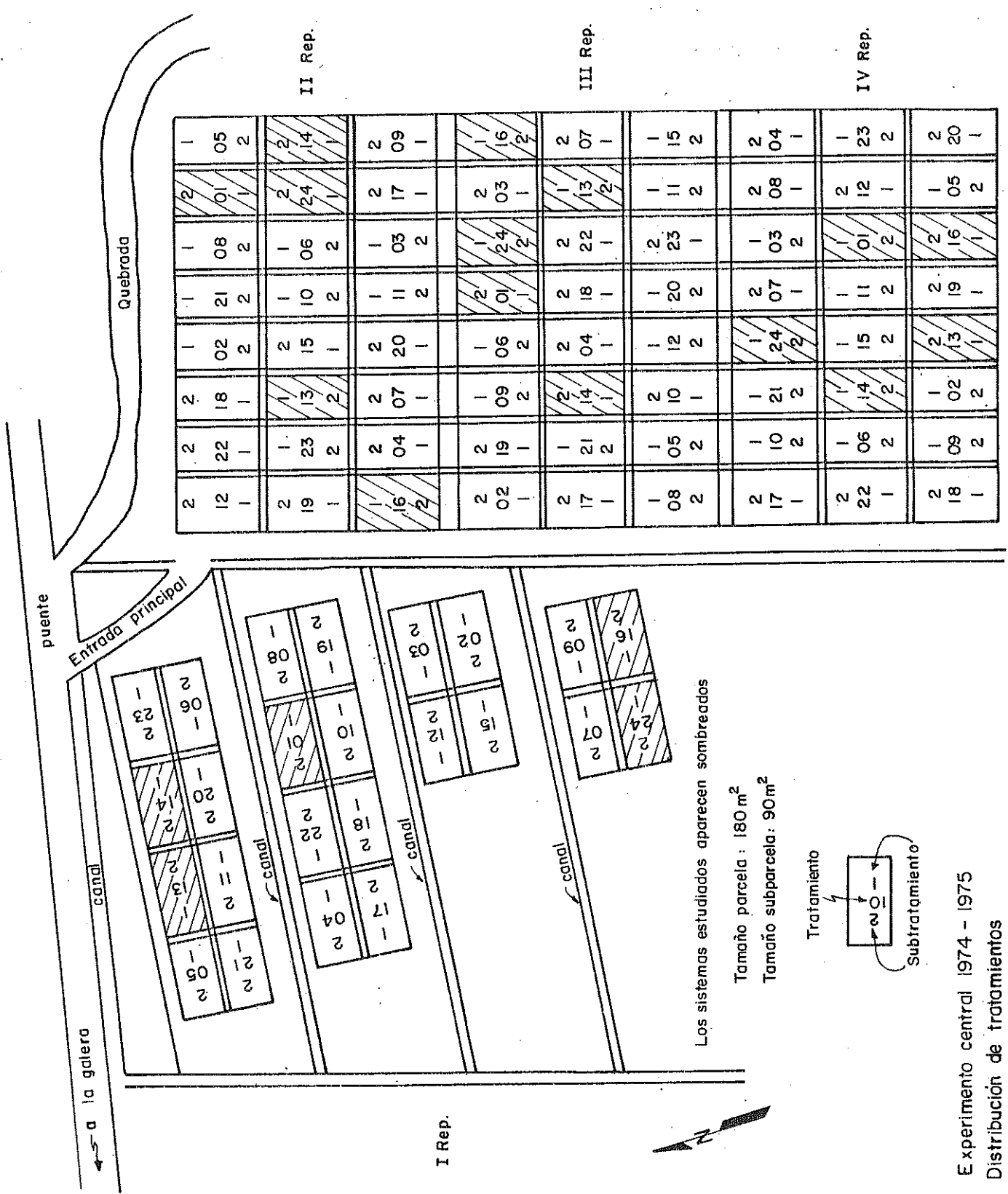


Fig.1 Experimento central 1974 - 1975
Distribución de tratamientos

la asociación de cultivos simula un aumento de área bajo cultivo (Fig. 2).

Los subtratamientos representan grados de tecnología aplicada a los sistemas de producción.

La superficie de la parcela experimental es de 180 m^2 con subparcelas de 90 m^2 , y la forma es rectangular con dimensiones de 10 m por 9 m para cada subparcela.

3.3 Material vegetal empleado

Los cultivos utilizados en el experimento central son los siguientes: Frijol (Phaseolus vulgaris L.) var. CATIE 1; de crecimiento indeterminado, proviene de una selección pura de un cultivar tradicional local, de grano negro y ciclo de tres meses**. Maíz (Zea mays L.) var. Tuxpeño 1; población de maíz de grano blanco proveniente del CIMMYT, Méjico**. Camote (Ipomoea batatas (L.) IAM) var. C-15, proveniente de una selección de la variedad Cuarenteno, de tallos color morado y tubérculos de piel color rojo; el ciclo vegetativo es alrededor de seis meses**. Yuca (Manihot esculenta Crantz) var. Valencia; las características de esta variedad son descritas por González (22) como una planta de hojas color verde claro con pecíolos cortos y de color vinoso; tallos color gris oliva, entrenudos cortos y ramificación irregular.

** Comunicación personal del Dr. Antonio Pinchinat, genetista del CATIE.

N D E F M A M J J A S O
 1974 1975

T ST

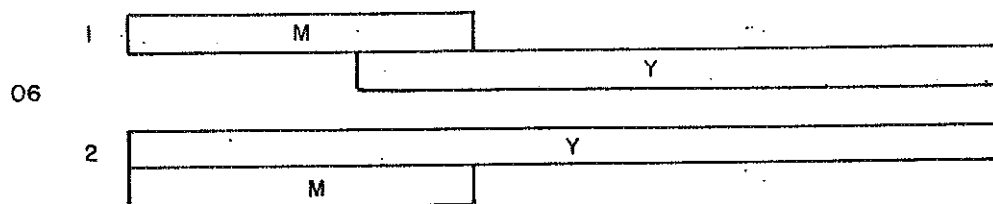
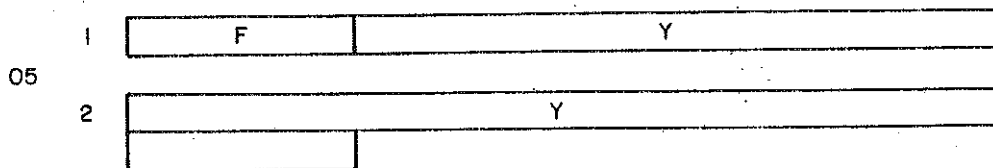
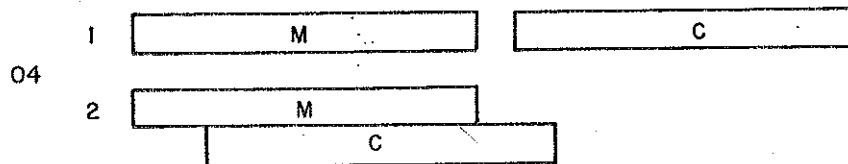
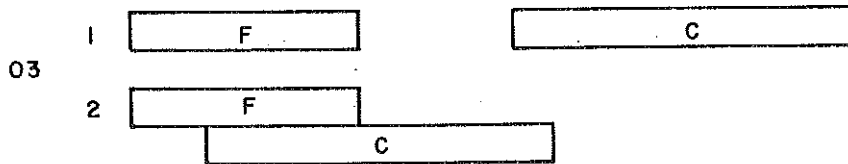
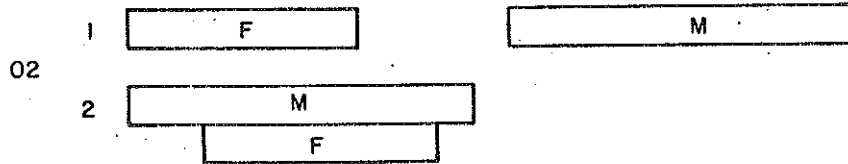
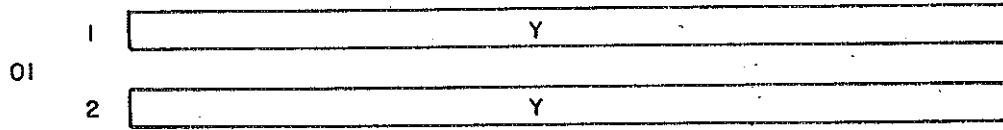


Fig. 2 Biocronograma de cultivos. Experimento central 1974-1975

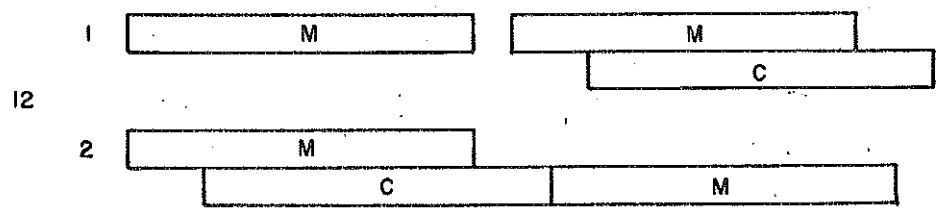
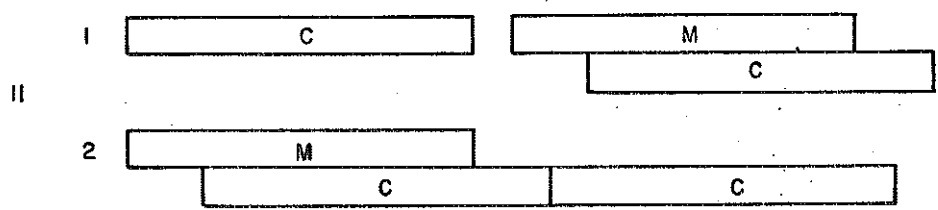
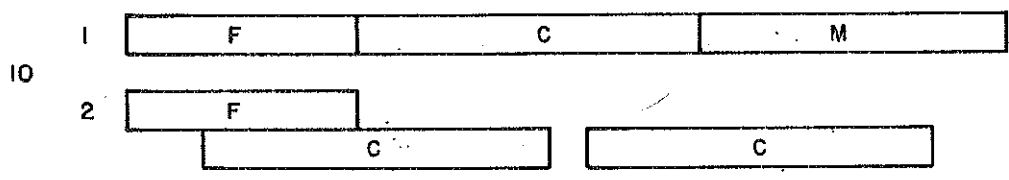
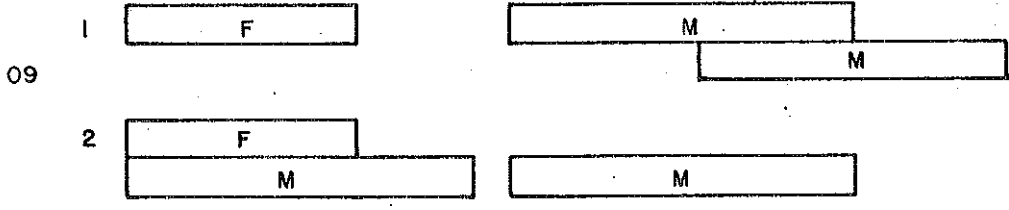
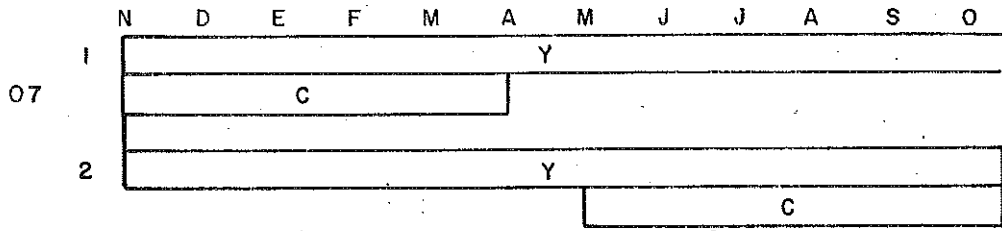


Fig. 2 Cont.

N D E F M A M J J A S O

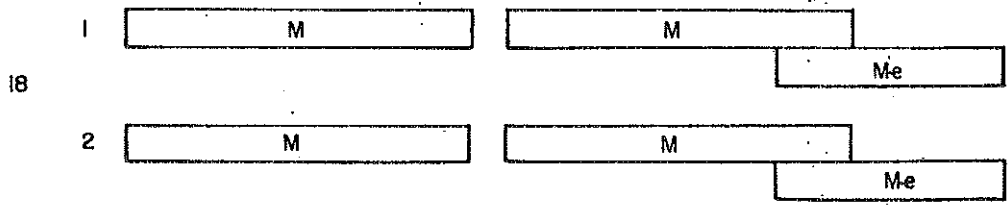
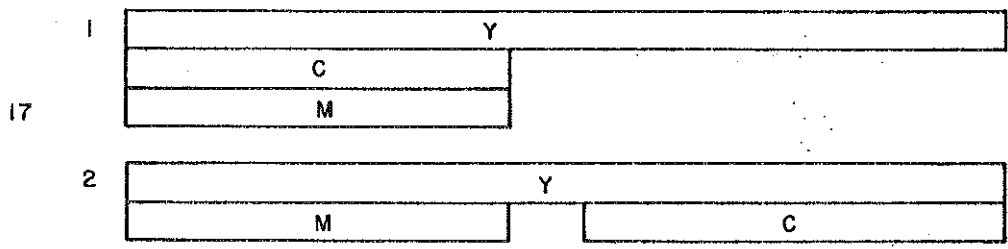
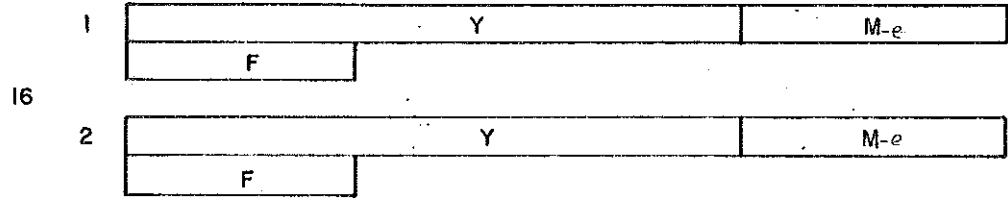
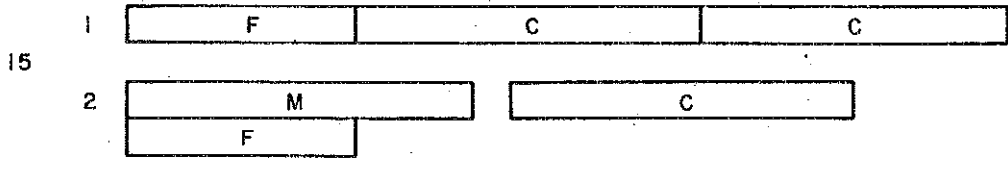
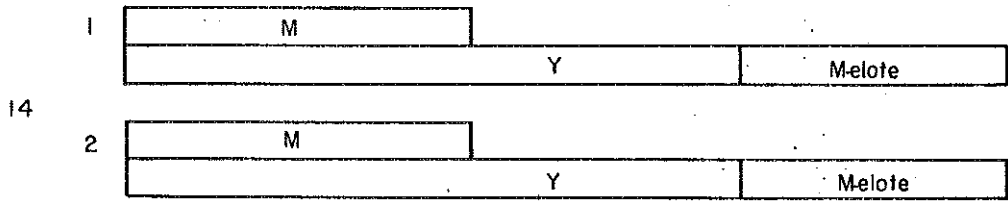
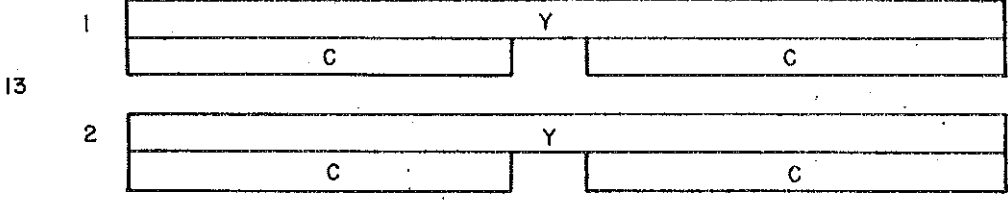


Fig. 2 Cont.

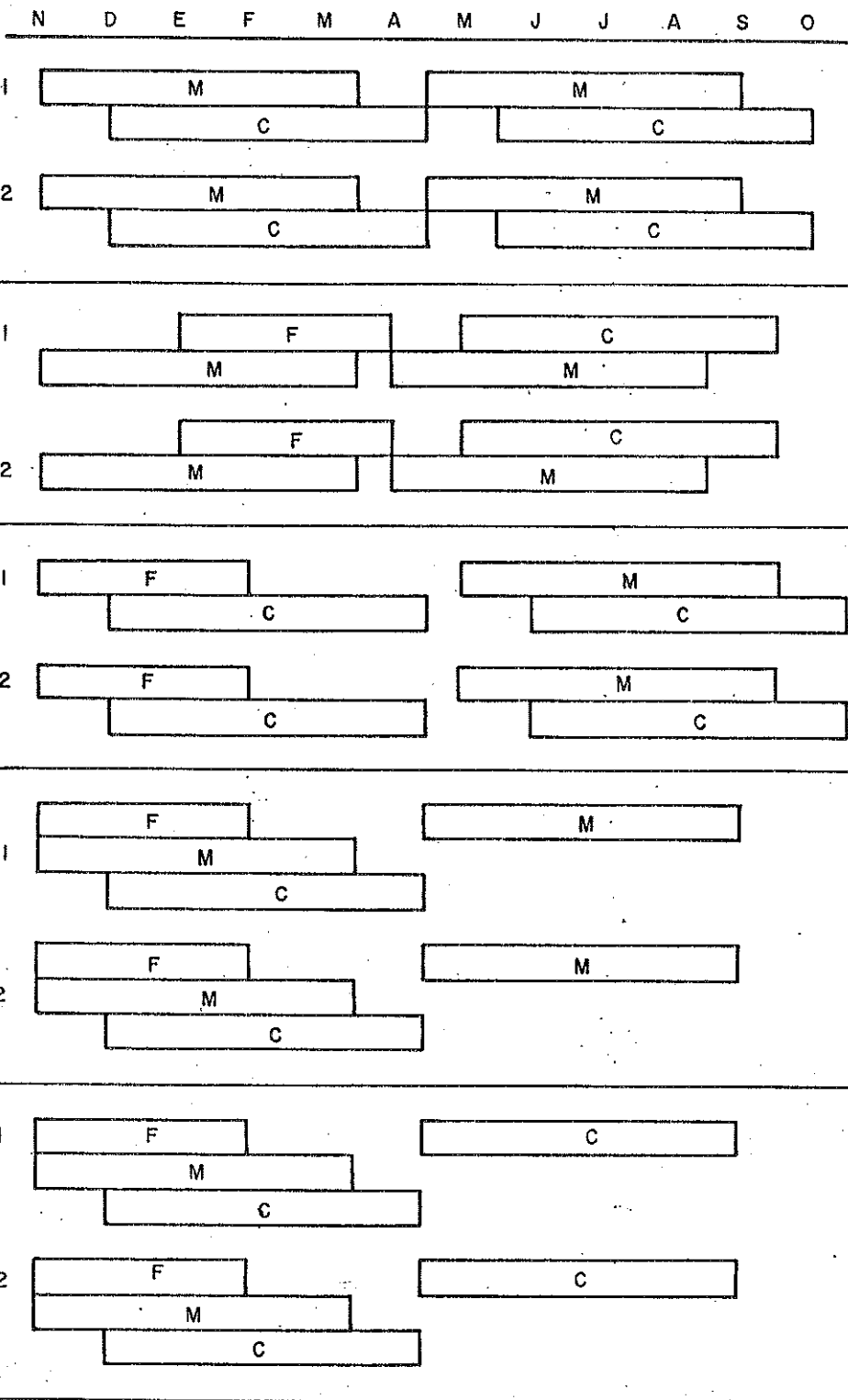
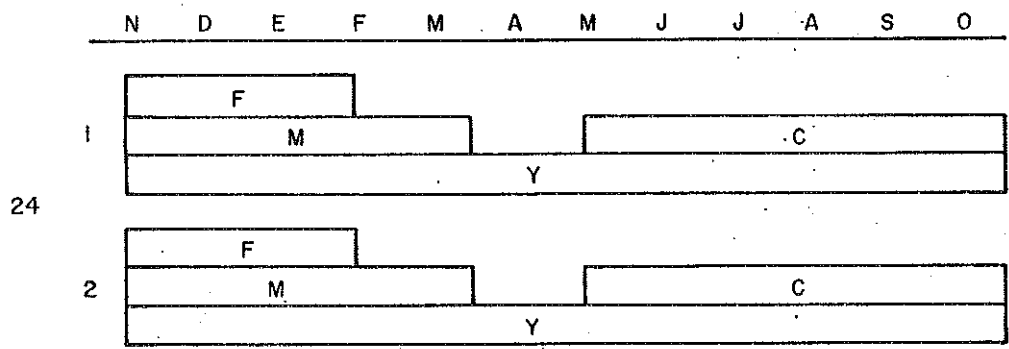


Fig. 2 Cont.



F = Frijol
 M = Maíz
 Me = Maíz en elote
 C = Camote
 Y = Yuca

Fig. 2 Cont.

3.4 Densidad, espaciamiento y modalidad de siembra

En general, se adoptaron densidades promedios tratando de evitar, en lo posible, excesos de población que podría producir grado excesivo de competencia y consecuentemente un efecto detrimental en el desarrollo de los cultivos (44).

Las distancias de siembra (Fig. 3), corresponden igualmente, en algunos casos, a distancias promedios y en otros se ajustan a distancias efectivas y en uso actual por el agricultor.

Las modalidades ó técnicas de siembra son aquellas actualmente en práctica por el agricultor (p.e. siembra con espeque, etc.).

En el caso del frijol, la siembra se efectuó con espeque a la distancia de 0,50 m entre líneas y 0,20 m sobre la línea, para una población de 100.000 plantas por hectárea.

La densidad de siembra para el maíz fue de 40.000 plantas por hectárea; las distancias de siembra fueron de 1 m entre líneas y 0,50 m sobre la línea, siembra con espeque y colocando dos semillas por golpe.

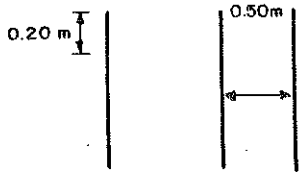
Las distancias de siembra para el camote fueron de 0,50 m entre líneas y 0,40 m sobre la línea, para una población de 50.000 plantas por hectárea.

La yuca se plantó a 1 m entre líneas y 0,50 m sobre la línea, para una densidad de 20.000 plantas por hectárea.

3.5 Tratamientos

Para este estudio se han seleccionado dentro del expe-

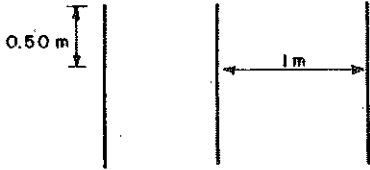
Frijol monocultivo



Densidad de siembra
100.000 plantas/ha

entre líneas 0.50 m
sobre líneas 0.20 m

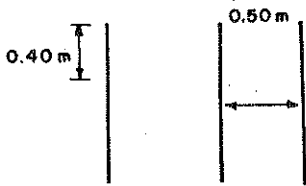
Maíz monocultivo



40.000 plantas/ha

entre líneas 1 m
sobre líneas 0.50 m

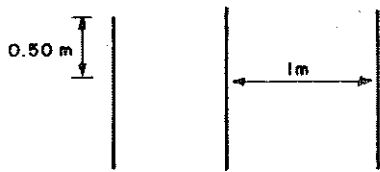
Camote monocultivo



50.000 plantas/ha

entre líneas 0.50 m
sobre líneas 0.40 m

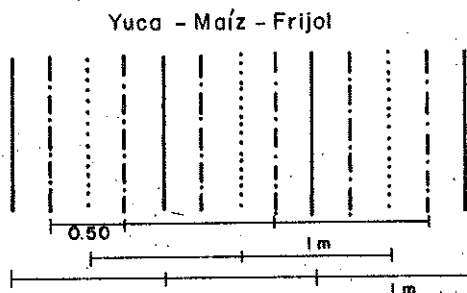
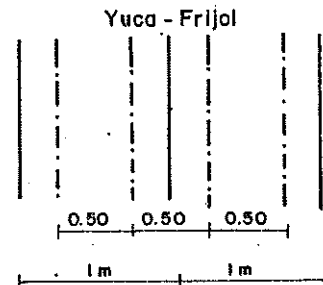
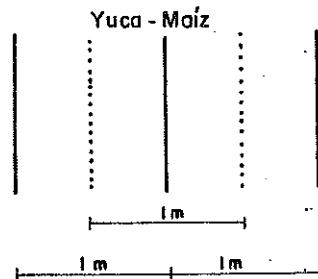
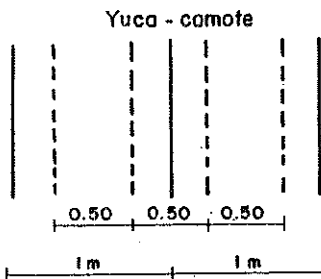
Yuca monocultivo



20.000 plantas/ha

entre líneas 1 m
sobre líneas 0.50 m

Cultivos asociados



- Yuca
- Maíz
- - - Frijol
- - - Camote

Fig. 3 Distancias de siembra

mento central aquellos sistemas que incluyen yuca como monocultivo o asociada con frijol, maíz y camote, totalizando cinco tratamientos en cada repetición.

En general, estos tratamientos contemplan subtratamientos con dos tecnologías:

Tecnología baja (S_1): comprende una fertilización base y una fertilización mínima suplementaria. Control fitosanitario de semillas de maíz y frijol desinfección de las puntas de camote. Control mínimo de malas hierbas, plagas y enfermedades.

Tecnología alta (S_2): comprende una fertilización base y fertilizaciones suplementarias más altas. Control fitosanitario de semillas de maíz y frijol y desinfección de las puntas de camote. Control permanente de malas hierbas, plagas y enfermedades.

Las cantidades de fertilizantes aplicados a los tratamientos considerados, se presentan en el cuadro N^o 1.

El biocronograma de los cultivos que integraron los sistemas seleccionados, aparecen en la Fig. 4.

Cuadro N^o 1. Cantidades de fertilizantes aplicados a los tratamientos seleccionados en el experimento central 1974-1975.

T	ST	Fert. base (a la siembra) Kg/ha(15-30-8) nov. 1974	2 ^a Fert. Kg/ha (20-10-6-5) dic. 1974	3 ^a Fert. Kg/ha (15-30-8) mayo 1975	4 ^a Fert. Kg/ha NH ₄ NO ₃ + K ₂ O Agosto 1975	Total Kg.
	1	300	100	---	--	400
01	2	300	400	---	--	700
	1	300	100	---	--	400
13	2	300	500	33	--	833
	1	300	100	--	---	400
14	2	300	500	33	88 + 33	954
	1	300	100	--	---	400
16	2	300	500	33	88 + 33	954
	1	300	200	---	---	500
24	2	300	500	33	--	833

N D E F M A M J J A S O
 1974 1975

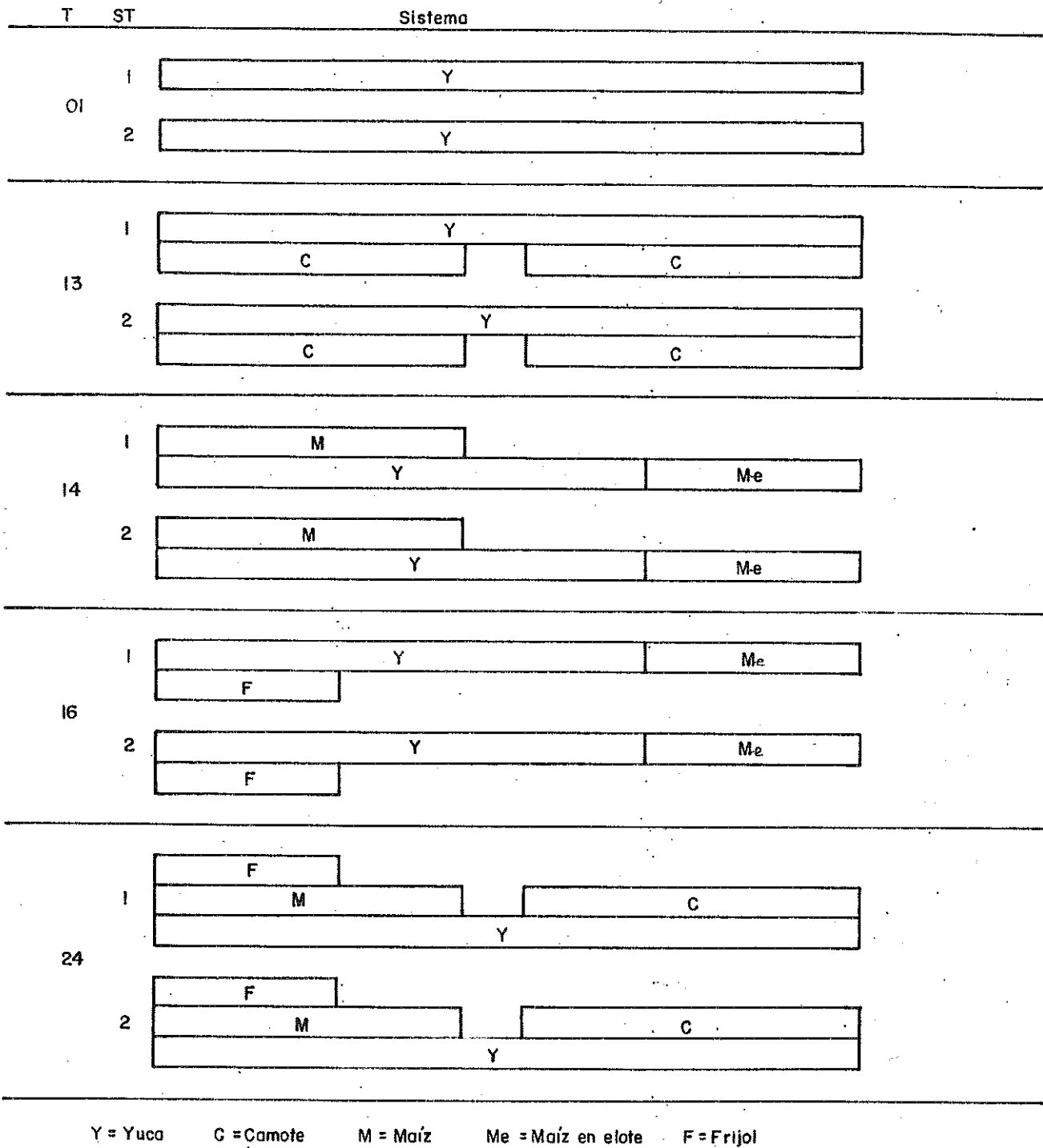


Fig. 4 Biocronograma de los cultivos que integraron los sistemas seleccionados

- 3.5.1 01 Yuca/tecnología baja: yuca sola durante todo su ciclo; se fertilizó con 300 Kg/ha de 15-30-8 al momento de la siembra y 100 Kg/ha de 20-10-6-5, veinte días después de la siembra. Se le hizo tres limpiezas de malas hierbas; la cosecha se efectuó a los 12 meses de plantada.
- 3.5.2 01 Yuca/tecnología alta: siembra de estacas y cosecha a los 12 meses. Fertilización con 300 Kg/ha de 15-30-8 a la siembra y 400 Kg/ha de 20-10-6-5 a los 20 días después de la siembra. Se le hizo un total de 4 limpiezas de malas hierbas y una aplicación de Kocide para control de Sphaceloma sp.
- 3.5.3 13 Yuca-Camote-Camote/tecnología baja: la yuca y el camote se plantaron asociados; el camote se cosechó a los cinco meses. Se fertilizó con 300 Kg/ha de 15-30-8 a la siembra y una segunda fertilización con 100 Kg/ha de 20-10-6-5 a los 20 días después de la siembra se le hizo control de Sphaceloma con aplicaciones de Kocide.
- A comienzos de las lluvias, en el mes de mayo, se intercaló un segundo camote entre la yuca; se aplicó una dosis baja de aldrín 25% al suelo antes del segundo camote. La cosecha se efectuó simultáneamente, o sea a los 12 meses para la yuca y a los seis meses para el camote. Durante todo el ciclo se hizo con-

troles de Megastes spp. en camote con parathion y diazinón, y de crisomélidos y cortadores con sevín y DDTOX respectivamente. Además se efectuaron dos controles de malas hierbas con machete.

- 3.5.4 13 Yuca-Camote-Camote/tecnología alta: fue idéntica al tratamiento anterior, pero la segunda fertilización de yuca-camote fue mayor con 500 Kg/ha de 20-10-6-5 a los 20 días después de la siembra; hubo además una tercera fertilización con 33 Kg/ha de 15-30-8 que coincidió con la siembra del segundo camote. El control de plagas y enfermedades se efectuó con mayor intensidad, y se hizo dos desyerbas con machete.
- 3.5.5 14 Yuca-Maíz-Maíz/tecnología baja: el maíz y la yuca se cultivaron asociados. La siembra y la plantación se realizó simultáneamente; la fertilización inicial fue de 300 Kg/ha de 15-30-8 y la segunda se hizo 20 días después de la siembra con 100 Kg/ha de 20-10-6-5. El maíz se cosechó a los 5 meses y la yuca a los 8 meses. Inmediatamente después de la cosecha de yuca en julio se sembró maíz que se cosechó para consumo fresco a los cuatro meses de sembrado. Se aplicó una dosis baja de Aldrín 25% al suelo antes de sembrar el segundo maíz.
- Se hizo un control mínimo de plagas y enfermedades, además de dos desyerbas con machete.

- 3.5.6 14 Yuca-Maíz-Maíz/tecnología alta: este subtratamiento es idéntico al anterior, pero la segunda fertilización de la asociación maíz-yuca fue de 500 Kg/ha 20-10-6-5. Posteriormente se hizo una tercera fertilización con 33 Kg/ha de 15-30-8 y una cuarta aplicación con 88 Kg/ha de nitrato de amonio mezclado con 33 Kg/ha de muriato de potasio. El control de plagas y enfermedades fue más intenso que en el caso anterior; además se hizo dos desyerbas con machete.
- 3.5.7 16 Yuca-Frijol-Maíz/tecnología baja: la yuca y el frijol se sembraron asociados en forma simultánea. La fertilización base fue de 300 Kg/ha de 15-30-8 al momento de la siembra y 100 Kg/ha de 20-10-6-5, veinte días después. Se hizo control mínimo de plagas y enfermedades, y además se efectuaron tres desyerbas con machete. La yuca se cosechó a los ocho meses e inmediatamente se sembró maíz para cosechar en fresco.
- 3.5.8 16 Yuca-Frijol-Maíz/tecnología alta: idéntico al subtratamiento anterior, pero la segunda dosis de fertilizantes de la asociación yuca-frijol fue de 500 Kg/ha de 20-10-6-5. Posteriormente se hizo una tercera fertilización con 33 Kg/ha de 15-30-8 y una cuarta aplicación con 88 Kg/ha de nitrato de amonio, mezclado con 33 Kg/ha de muriato de potasio. El control de malas hierbas fue óptimo con cinco desyerbas

con machete, además de que hubo un mejor control de plagas y enfermedades.

- 3.5.9 24 Yuca-Maíz-Frijol-Camote/tecnología baja: el frijol, el maíz y la yuca se sembraron al mismo tiempo y se cultivaron asociados. El frijol se cosechó a los tres meses y el maíz a los cinco meses. Se dejó un breve barbecho de un mes y se intercaló camote entre la yuca. La fertilización inicial fue de 300 Kg/ha de 15-30-8 y veinte días después de la siembra se aplicó 200 Kg/ha de 20-10-6-5. Después de la primera cosecha se trató el suelo con una dosis baja de Aldrín 25%; se hizo un solo desyerbe y el control de plagas y enfermedades fue mínimo.
- 3.5.10 24 Yuca-Maíz-Frijol-Camote/tecnología alta: igual al tratamiento anterior, pero la segunda fertilización fue de 500 Kg/ha de 20-10-6-5. Antes de intercalar el camote entre la yuca, se trató el suelo con una dosis alta de insecticida para prevenir un ataque de Phyllophaga. Se hizo una tercera aplicación de fertilizantes a razón de 33 Kg/ha de 15-30-8; el control de malezas y de plagas y enfermedades fue mayor que en el subtratamiento anterior.

3.6 Recolección de la información

Se tomaron varias muestras al azar de plantas de yuca

para determinar su comportamiento dentro de cada sistema. Los muestreos se efectuaron en diversas épocas para determinar la transformación de energía radiante en biomasa, y para observar la posible variación del área foliar cuando el cultivo pasa de una condición de monocultivo a la de asociación.

El muestreo se hizo cada dos meses sobre una sola hilera que se encontraba en perfecta competencia con las restantes. Esto garantizaba que se hacía una mínima compactación del suelo al caminar sobre una sola hilera.

Se tomaron dos plantas de cada subparcela. Las épocas de muestreo fueron las siguientes (Cuadro Nº 2).

Cuadro Nº 2. Épocas de muestreo en yuca en el experimento central 1974-1975.

Fecha de siembra:	M U E S T R E O Nº					
Noviembre 19-24/1974	1	2	3	4	5	6
	Enero 19-24/75	Marzo 19-24/75	Mayo 19-24/75	Julio 19-24/75	Set. 19-24/75	Oct. 24-27/75

3.7 Variables analizadas

3.7.1 Producción de biomasa y sus componentes

3.7.1.1 peso seco de hojas

Se determinó el peso seco de las hojas de yuca cada dos meses, a partir de la fecha de plantación de la misma, para lo cual se tomaron dos plantas de cada subparcela. Se les despren-

dieron las hojas y colocadas en bolsas se secaron en estufa a 70 C hasta peso constante. El peso seco de las hojas fue el promedio de dos plantas.

3.7.1.2 peso seco de tallos y pecíolos

El peso seco de tallos y pecíolos se determinó cada dos meses con las mismas plantas utilizadas para determinar la biomasa de hojas. Los tallos y pecíolos fueron secados en estufa a 70 C hasta peso constante. El peso seco fue el promedio de las dos plantas.

3.7.1.3 peso seco de raíces de reserva

Se determinó el peso seco de raíces tuberosas cada dos meses, a partir del sexto mes de plantada, puesto que se encontró que hasta el cuarto mes la producción de éstas no era significativa. Para tal efecto se tomaron las raíces de las mismas dos plantas muestreadas para biomasa y se pesó en fresco; luego se pesó una alícuota de éstas mismas raíces, se secó en estufa a 70 C hasta peso constante y se pesó nuevamente. Se determinó el porcentaje de humedad para cada muestra, el cual se utilizó para clacular la biomasa total de las raíces. El peso seco de raíces de la muestra es el promedio de las dos plantas.

3.7.1.4 peso seco total

Es la suma de los tres componentes considerados anteriormente.

3.7.2 Area Foliar

La determinación del área foliar se hizo cada dos meses

mediante cálculo de la variación de la superficie foliar (dm^2) por gramo de hoja (g), denominada área foliar específica (AFE). Para encontrar el AFE se tomaron hojas de diferente tamaño y en forma individual se determinó su área foliar por el método del papel (4) y luego se obtuvo su peso seco. Ambos valores se dividieron para obtener los respectivos AFE.

En el cuadro 3 puede observarse que esa relación varió poco, manteniéndose alrededor de 2 durante casi todo el ciclo de la yuca.

Cuadro N° 3. Valores calculados de Area Foliar Específica (dm^2/g) a diferentes períodos de crecimiento de la yuca.

Período (meses)	AFE (dm^2/g)
0 - 2	2,48
2 - 4	2,17
4 - 6	1,80
6 - 8	2,27
8 - 10	2,59
10 - 11	2,36

Multiplicando estos valores por el peso seco en gramos de follaje de cada planta se obtuvo su correspondiente área foliar.

3.7.3 Índice de Area Foliar (IAF)

El índice de área foliar a determinar es relativo, o sea, determinar el efecto de la asociación de cultivos sobre el área foliar de la yuca. Para determinar el IAF se consideró que, con una población de yuca de 20.000 plantas por hectárea, cada planta ocupó teóricamente la misma área en todos los sistemas, por lo tanto, dividiendo el área foliar de cada planta entre el área teórica de suelo ocupada por ella misma (50 dm² de suelo), se obtuvo su correspondiente índice de área foliar.

3.7.4 Medidas de campo

3.7.4.1 velocidad de emergencia

La observación directa en el campo cada día después de plantada la yuca, sirvió para determinar la velocidad de emergencia expresada en número de días.

3.7.4.2 altura de la planta

Se determinó la altura de las plantas de cada tratamiento cada dos meses a partir de la fecha de plantación. Esta medición se hizo desde el nivel del suelo hasta la máxima altura que alcanzaban las hojas en el tallo más alto.

3.7.4.3 circunferencia del tallo

Las mediciones fueron hechas cada dos meses a partir de la fecha de plantación. Se utilizó una cinta métrica de tela tomando las medidas aproximadamente a 10 cm de la base del tallo más grande.

3.7.4.4 número de hojas

Esta determinación se hizo cada dos meses contando el número de hojas total del tallo más grande.

3.7.5 Rendimiento de raíces de reserva

La producción de raíces de reserva se pesó al final del ciclo del cultivo de la yuca en cada sistema. Por efectos del muestreo sistemático el cual se hizo sobre una sola hilera, hubo que hacer un ajuste de los rendimientos en cada sub-parcela.

3.7.6 Comparación de sistemas

Para estimar la producción por sistema se acude a medidas que sirven para hacer comparaciones entre sistemas. En vista de la dificultad de evaluar los sistemas por parte comestible (granos, raíces tuberosas, etc.), la medida más aceptable de utilizar es la del Uso Equivalente de Tierra (UET).

El Uso Equivalente de Tierra (UET) es el índice (%) que determina la superficie que habría que emplear bajo el sistema de referencia (monocultivo) para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema evaluado (17, 21).

Se determinó el UET para la producción de alimentos en cada sistema

$$UET = \left(\sum_{i=1}^n \frac{Y_{is}}{Y_{im}} \right) \times 100$$

UET = uso equivalente de tierra en porcentaje

n = número de cultivos en asociación

Y_{is} = producción del cultivo en el sistema evaluado
(asociación)

Y_{im} = producción del cultivo en el sistema de referencia (monocultivo)

Para hacer los cálculos del UET se ajustaron las producciones de los cultivos que fueron muestreados con mayor intensidad, en este caso, la yuca y el camote. La producción de raíces de la yuca se ajustó para eliminar el efecto del muestreo sistemático, restando el espacio que se había dejado en la hileras del total del área efectiva de cosecha.

La corrección de la producción de camote para la primera época de cosecha, se hizo por covariancia; la segunda época de cosecha no se corrigió.

En los sistemas que incluyeron maíz para cosechar en elote en la segunda época, hubo que hacer una transformación del maíz verde a maíz seco, tomando como referencia el número de mazorcas y peso de los granos del maíz del tratamiento 18 con ambas tecnologías que correspondía a la segunda época del maíz en monocultivo.

El frijol no se corrigió.

Los cultivos de referencia (monocultivos) utilizados fueron los siguientes:

yuca : tratamiento 01 con ambas tecnologías.

camote: tratamiento 08 en las dos épocas y con las dos tecnologías.

maíz : tratamiento 18 en las dos épocas y con las dos tecnolo-

gías.

frijol: como no había frijol con tecnología baja, se utilizó como testigo para ésta tecnología al frijol que estuvo asociado con yuca en el sistema 16-1, ya que se consideró que la yuca no afectó mucho la producción del frijol, por estar al inicio del crecimiento. Para la alta tecnología se utilizó como cultivo de referencia (monocultivo) al frijol del tratamiento 02-1.

3.8 Análisis de la información

Con el objeto de estudiar el efecto de los tratamientos y sus interacciones sobre los datos biológicos y componentes morfológicos del crecimiento, se realizó un análisis de la variancia general para cada variable estudiada.

Se interpretaron los resultados de las pruebas de Duncan al nivel del 5%, realizadas con promedios de tratamientos para cada variable.

Los datos biológicos y componentes morfológicos del crecimiento fueron analizados según el modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = u + T_i + R_j + (TR)_{ij} + S_k + (TS)_{ik} + (RS)_{jk} + (TRS)_{ikj} + \\ M_l + (TM)_{il} + (SM)_{kl} + (RM)_{jl} + (TRM)_{ijl} + (RSM)_{jkl} + \\ (TSM)_{ikl} + (TRSM)_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = variable de respuesta

u = media general

T_i = efecto de tratamiento i

- R_j = efecto de repetición j
 $E(a)_{ij}$ = error experimental (a) del tratamiento i
 con la repetición j
 S_k = efecto de tecnología k
 $(TS)_{ik}$ = interacción de tratamiento i con tecnología
 k
 $E(b)_{ijk}$ = error experimental (b) de $(TRS)_{ijk} + (RS)_{jk}$
 M_l = efecto de muestreo l
 $(TM)_{il}$ = interacción de tratamiento i con muestreo l
 $(SM)_{kl}$ = interacción de tecnología k con muestreo l
 $E(c)_{ijkl}$ = error experimental (c) de $(RM)_{jl} + (TRM)_{ijl} +$
 $(RSM)_{jkl} + (TSM)_{il} + (TRSM)_{ijkl}$

La velocidad de emergencia, los rendimientos en raíces de reserva y Uso Equivalente de Tierra (UET), fueron analizados según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = u + T_i + R_j + (TR)_{ij} + S_k + (TS)_{ik} + (RS)_{jk} + (RTS)_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable de respuesta

u = media general

T_i = efecto de tratamiento i

R_j = efecto de repetición j

$E(a)_{ij}$ = error experimental (a) del tratamiento i
 con la repetición j

S_k = efecto de tecnología k

$(TS)_{ik}$ = interacción de tratamiento i con tecnología k

$E(b)_{ijk}$ = error experimental (b) de $(RS)_{jk} + (TRS)_{ijk}$

4. RESULTADOS

4.1 Aspectos generales de manejo

Después de la plantación de las estacas, la emergencia de las primeras hojas, aunque no uniforme, ocurrió alrededor del undécimo día a la plantación en todas las repeticiones. La poca cantidad de agua de lluvia caída en los días anteriores a la siembra, ocasionaron un retraso en la emergencia de las hojas así como en el establecimiento de las plantas de yuca. En el Cuadro A2 se muestran los promedios para velocidad de emergencia (días) de las primeras hojas.

El Cuadro A30 muestra los resultados del análisis de de la variancia para velocidad de emergencia; no se detectó diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías, ni entre efectos combinados.

Las fuertes lluvias caídas a comienzos de diciembre produjeron inundaciones graves sobre todo en la tercera y cuarta repeticiones; esto hizo que se construyeran zanjas para drenaje de emergencia a fin de evitar mayor daño a las parcelas más afectadas. Posteriormente la precipitación fue disminuyendo y se presentó un verano intenso que se acentuó más en el período de enero a mayo lo que ocasionó un retraso en el crecimiento de los cultivos.

4.2 Variables analizadas

Los muestreos de yuca en el Experimento Central fueron

ajustados al planeamiento original, ya que se presentaron dos épocas de cosecha en los tratamientos considerados, por lo tanto, se hacen comparaciones de todas las variables biológicas a cuatro y seis muestreos respectivamente (242 y 339 días a la plantación).

4.2.1 Producción de biomasa y sus componentes

4.2.1.1 Biomasa total hasta los 242 días

En el Cuadro 4 se presentan los promedios de biomasa total (g/planta) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A3 se presentan además los promedios de biomasa total por tratamientos y tecnologías en todos los muestreos.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A12, indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos, muestreos y sus interacciones. No hubo diferencias significativas entre tecnologías ni entre sus efectos combinados.

La prueba de Duncan, presentada en el Cuadro 4, mostró que el tratamiento 01 (yuca en monocultivo) y el 16 (yuca más frijol) tuvieron los mejores promedios en biomasa total en comparación con los otros tratamientos, mientras que el menor promedio lo presentó la yuca en el tratamiento 24 (yuca asociada con maíz, frijol y camote).

En el Cuadro A3 se muestra las pruebas de Duncan para los muestreos en que el análisis de la variancia detectó diferencias significativas para tratamientos.

La Fig. A2 ilustra las tendencias de las variaciones en

Cuadro 4. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa total (g/planta) y pruebas de Duncan^{1/} en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		X
	S ₁	S ₂	
01	236.85	243.18	240.01a
13	104.72	141.15	122.93bc
14	176.25	149.18	162.71bc
16	155.80	217.61	186.70ab
24	80.43	119.77	100.09c
\bar{X}	150.81	174.18	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

producción de biomasa total de yuca en los diferentes sistemas.

4.2.1.2 Biomasa total hasta los 339 días

En el Cuadro 5 aparecen los promedios de biomasa total (g/planta) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que estuvieron en el campo hasta los 339 días.

El análisis de la variancia, (Cuadro A13), indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías, muestreos y efectos combinados de tratamiento y muestreo.

La prueba de Duncan, (Cuadro 5), mostró que la yuca en monocultivo presentó el mejor promedio para biomasa total, mientras que los otros dos tratamientos, el 13 y el 24, tuvieron

Cuadro 5. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa total (g/planta) y pruebas de Duncan^{1/} en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	341.31	379.55	360.43a
13	207.92	219.31	213.62b
24	146.94	218.87	182.90b
\bar{X}	232.05	272.57	

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

menores promedios y fueron estadísticamente similares. También se puede observar que la tecnología superó significativamente a la baja tecnología en la producción de biomasa total.

Los promedios de los muestreos de mayor edad fueron superiores a los promedios de los muestreos de menor edad.

4.2.1.3 Biomasa de hojas hasta los 242 días

El Cuadro 6 muestra los promedios de biomasa de hojas (g/planta) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A4 se muestra además la biomasa de hojas por tratamientos y tecnologías en todos los muestreos.

El Cuadro A1⁴ muestra el análisis de la variancia para biomasa de hojas, donde se puede constatar que hubo diferencias significativas entre tecnologías, muestreos y la interacción tratamiento x muestreo. No se detectó diferencias significativas

Cuadro 6. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de hojas (g/planta en yuca var. Valencia).

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	24.22	24.02	24.13
13	15.35	19.81	17.58
14	19.49	18.47	18.97
16	19.28	26.91	23.09
24	10.95	16.84	13.90
\bar{X}	17.86	21.21	

entre tratamientos.

En el Cuadro 6 se puede observar que la tecnología alta presenta promedios de biomasa de hojas significativamente superiores que la tecnología baja. También se puede observar que, aunque no alcanzaron significancia estadística, los mayores promedios absolutos para peso seco foliar, correspondieron al tratamiento 01 (monocultivo) y a la yuca que estuvo asociada con frijol al inicio (trat. 16), mientras que los valores más bajos los presentó la yuca que estuvo asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24).

En el Cuadro A4 se muestra la biomasa de hojas obtenida en diferentes tratamientos y tecnologías para todos los muestreos y las pruebas de Duncan en los muestreos en que se detectó diferencias significativas para tratamientos.

En la Fig. A3 se puede observar la tendencia de las variaciones en producción de biomasa de hojas de yuca en los dife-
rentes sistemas.

4.2.1.4 Biomasa de hojas hasta los 339 días

El Cuadro 7 presenta los datos de biomasa de hojas (g/planta) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para los sistemas que se cosecharon hasta los 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A15, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías, muestreos y la interacción tratamiento x muestreo

En el Cuadro 7 se muestra que la tecnología alta presentó el promedio significativamente mayor en biomasa de hojas que la tecnología baja.

Los promedios de los muestreos intermedios fueron superiores a los iniciales y finales.

Cuadro 7. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	19.88	20.38	20.18
13	15.98	18.95	17.46
24	10.64	16.62	13.63
\bar{X}	15.53	18.65	

Aunque sin diferencias significativas, el mayor promedio absoluto para biomasa de hojas, (Cuadro 7), correspondió a la yuca en monocultivo, mientras que el menor promedio lo presentó la yuca que estuvo en competencia con maíz, frijol y camote (trat. 24). El tratamiento 13 se colocó en posición intermedia.

4.2.1.5 Biomasa de tallos más pecíolos hasta los 242 días

En el Cuadro 8 se presentan los datos de biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A5 se presentan además los promedios de biomasa de tallos más pecíolos de los tratamientos y tecnologías para todos los muestreos.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A16, indica que hubo diferencias significativas entre muestreos y entre efectos combinados de tratamiento y muestreo. No se detectó diferencias significativas entre tratamientos ni tecnologías.

Sin alcanzar significancia estadística, los mayores promedios para peso seco de tallos más pecíolos, (Cuadro 8), los presentó la yuca en monocultivo (trat. 01) y la yuca asociada con maíz (trat. 14), mientras que los promedios más bajos correspondieron a la yuca asociada con camote en dos épocas (trat. 13) y a la yuca asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24).

El Cuadro A5 presenta las pruebas de Duncan en los muestreos en que hubo diferencias significativas para tratamientos. Los promedios de los muestreos de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

Cuadro 8. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	78.35	76.07	77.21
13	41.58	57.11	49.34
14	70.81	60.24	65.52
16	49.32	69.95	59.64
24	39.97	60.88	50.42
\bar{X}	56.00	64.85	

La Fig. A4 ilustra las tendencias de las variaciones en producción de biomasa de tallos más pecíolos de yuca en los diferentes sistemas.

4.2.1.6 Biomasa de tallos más pecíolos hasta los 339 días

El Cuadro 9 muestra los promedios de biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que fueron cosechados a los 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A17, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías y entre muestreos. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

En el Cuadro 9 se puede observar que, la tecnología

Cuadro 9. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	107.61	111.55	113.08
13	75.81	87.04	81.42
24	71.75	103.74	87.74
\bar{X}	85.05	103.11	

alta presentó el promedio significativamente mayor en biomasa de tallos más pecíolos que la tecnología baja.

Con respecto a los muestreos, los de mayor edad fueron significativamente superiores a los de menor edad.

Sin existir diferencias significativas, el mayor promedio para biomasa de tallos más pecíolos, (Cuadro 9), correspondió a la yuca en monocultivo y el promedio más bajo lo presentó la yuca que estuvo en competencia con camote durante dos épocas de cultivo. En el tratamiento 24 la yuca mostró valores intermedios.

4.2.1.7 Biomasa de raíces de reserva hasta los 242 días

El Cuadro 10 muestra los promedios de la biomasa de raíces de reserva (g/planta) por tratamientos con dos muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A6 se presentan además los promedios de tratamientos y tecnologías para cada

Cuadro 10. Promedios de tratamientos con dos muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de raíces de reserva (g/planta y pruebas de Duncan^{1/} en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	250.42	286.16	268.29a
13	95.57	128.46	112.02d
14	171.94	140.94	156.44c
16	174.40	241.56	207.98b
24	59.13	85.08	72.11e
\bar{X}	150.29	176.74	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5% muestreo.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A18, indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías, muestreos y efectos combinados de tratamiento y muestreo.

La prueba de Duncan, presentada en el Cuadro 10, mostró que la yuca en monocultivo fue superior en peso seco promedio de raíces a todos los demás tratamientos. La yuca que estuvo asociada con frijol (trat. 16) obtuvo el segundo mejor promedio, mientras que los valores más bajos los presentaron la yuca asociada con camote (trat. 13) y la yuca asociada con maíz, frijol

y camote (trat. 24), respectivamente. En el mismo Cuadro puede verse que el mayor promedio por tecnología correspondió a la tecnología alta.

El Cuadro A6 muestra las pruebas de Duncan en los muestreos en que se detectaron diferencias significativas para tratamientos en el análisis de la variancia.

En la Fig. A5 se puede ver que la tendencia del crecimiento en raíces de reserva se ajusta a una curva de tipo cuadrático.

4.2.1.8 Biomasa de raíces de reserva hasta los 339 días

El Cuadro 11 presenta los datos de biomasa de raíces de reserva (g/planta) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que estuvieron en el campo hasta los 339 días.

Cuadro 11. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para biomasa de raíces de reserva (g/planta) y pruebas de Duncan^{1/} en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	311.52	360.93	336.23a
13	174.20	169.99	172.10b
24	96.89	148.25	122.57b
\bar{X}	194.20	226.25	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A19, indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías y muestreos.

La prueba de Duncan, (Cuadro 11), mostró que la yuca en monocultivo fue superior en peso seco de raíces de reserva a los otros dos tratamientos. En valores absolutos, el tratamiento 13 fue mejor que el 24, aunque no hubo diferencia estadística entre ellos. La tecnología alta rindió significativamente más biomasa de raíces de reserva que la tecnología baja.

Los promedios de los muestreos de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

4.2.2 Componentes morfológicos del crecimiento

4.2.2.1 Altura de la planta hasta los 242 días

En el Cuadro 12 se presentan los promedios de altura de la planta (cm) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología, y en el Cuadro A7 se muestra además los promedios de todos los muestreos por tratamientos y tecnologías.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A20, indica que hubo diferencias significativas entre muestreos y también entre la interacción tratamiento x muestreo. No existió diferencias significativas entre tratamientos y tecnologías, ni entre sus efectos combinados.

Aunque no hubo diferencias significativas, los mayores promedios en altura de la planta, (Cuadro 12), correspondieron a yuca asociada con maíz (trat. 16) y al monocultivo (trat. 01), respectivamente; la yuca asociada con maíz, frijol y camote

Cuadro 12. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	103.48	109.04	106.27
13	82.84	91.27	87.05
14	117.02	109.98	113.50
16	88.06	107.23	97.65
24	96.34	107.93	102.14
\bar{X}	97.54	105.09	

(trat. 24) obtuvo valores intermedios, mientras que la yuca asociada con camote en las dos épocas (trat. 13) presentó el promedio más bajo en altura.

El Cuadro A7 muestra las pruebas de Duncan para los muestreos en que se detectaron diferencias significativas para tratamientos. Los promedios de los muestreos de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

En la Fig. A6 se ilustra la tendencia de las variaciones en altura de la planta en las diferentes edades.

4.2.2.2 Altura de la planta hasta los 339 días

En el Cuadro 13 se muestran los promedios de altura de la planta (cm) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que estuvieron en el

Cuadro 13. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para altura de la planta (cm) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	134.97	138.70	136.83
13	118.73	123.62	121.71
24	126.54	142.41	134.48
\bar{X}	126.74	134.91	

campo hasta los 339 días.

El análisis de la variancia, Cuadro A21, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías, muestreos y entre efectos combinados de tratamiento y muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

La tecnología alta rindió significativamente más que la tecnología baja y los muestreos de mayor edad tuvieron promedios significativamente mayores que los de menor edad.

A pesar de que no existieron diferencias significativas, los mayores promedios en altura de la planta, (Cuadro 13), fueron de los tratamientos 01 y 24, respectivamente.

4.2.2.3 Circunferencia del tallo hasta los 242 días

El Cuadro 14 muestra los datos de circunferencia del tallo (cm) para tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A8 se presenta además la circunfe-

Cuadro 14. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	5.58	5.95	5.77
13	5.24	5.28	5.26
14	5.55	5.59	5.57
16	5.39	5.83	5.61
24	5.00	5.30	5.15
\bar{X}	5.35	5.59	

rencia del tallo por tratamientos, tecnologías y todos los muestreos.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A22, detectó diferencias significativas entre muestreos y entre la interacción tratamiento por muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías, ni en sus efectos combinados.

Los mayores promedios absolutos en circunferencia del tallo hasta el cuarto muestreo, (Cuadro 14), correspondieron a la yuca en monocultivo (trat. 01) y a la yuca asociada con frijol (trat. 16). Los tratamientos que tuvieron más competencia de otros cultivos durante todo el ciclo, como el 24 y el 13 respectivamente, presentaron los menores promedios.

El Cuadro A8 presenta las pruebas de Duncan para los muestreos en que se detectaron diferencias significativas para tratamientos. Los promedios de los muestreos de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

En la Fig. A7 se puede ver la tendencia de las variaciones en la circunferencia del tallo en los diferentes sistemas.

4.2.2.4 Circunferencia del tallo hasta los 339 días

El Cuadro 15 muestra los promedios de circunferencia del tallo (cm) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que se cosecharon a los 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A23, indica que hubo diferencias significativas entre muestreos.

Cuadro 15. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	6.08	6.50	6.29
13	5.88	5.74	5.81
24	5.63	5.93	5.78
\bar{X}	5.77	6.05	

No hubo diferencias significativas entre tratamientos, tecnologías ni en efectos combinados.

Con respecto a muestreos, los de mayor edad tuvieron promedios significativamente mayores que los de menor edad.

Aunque sin llegar a diferir estadísticamente, el mayor promedio absoluto en circunferencia del tallo, (Cuadro 15), correspondió al tratamiento 01; los otros dos tratamientos presentaron muy poca diferencia entre sus valores promedios.

4.2.2.5 Número de hojas hasta los 242 días

En el Cuadro 16 aparecen los promedios del número de hojas por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A9 se presentan además los datos de tratamientos y niveles de tecnología en todos los muestreos.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A24, indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos, muestreos y sus efectos combinados. No hubo diferencias significativas entre tecnologías.

La prueba de Duncan, presentada en el Cuadro 16, mostró que la yuca asociada con frijol al inicio (trat. 16) es superior a los restantes en número de hojas; sin embargo, no difiere estadísticamente de los demás sistemas con excepción de la yuca asociada con camote (trat. 13) que presentó el menor promedio.

El Cuadro A9 muestra las pruebas de Duncan para los muestreos en que hubo diferencias significativas para tratamientos en el análisis de la variancia. Los promedios de muestreos

Cuadro 16. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para número de hojas y pruebas de Duncan^{1/} en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	28.31	28.75	28.53ab
13	20.62	19.65	20.14 d
14	29.81	26.37	28.09abc
16	24.81	33.18	29.00a
24	18.25	25.37	21.80abcd
\bar{X}	24.36	26.67	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

La Fig. A8 ilustra las tendencias de las variaciones en el número de hojas en los diferentes sistemas.

4.2.2.6 Número de hojas hasta los 339 días

En el Cuadro 17 aparecen los promedios del número de hojas por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que estuvieron en el campo hasta los 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A25, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías, muestreos y efectos combinados de tratamiento y muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 17. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para número de hojas en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	29.90	32.92	31.40
13	25.52	24.38	24.95
24	20.02	28.42	24.22
\bar{X}	25.14	28.57	

La tecnología alta tuvo en forma significativa más hojas que la baja tecnología y los promedios de los muestreos de mayores edades fueron significativamente superiores a los de menor edad.

Sin alcanzar significancia estadística, el mayor promedio absoluto en número de hojas, (Cuadro 17), correspondió a la yuca en monocultivo, mientras que los otros dos tratamientos presentaron promedios muy similares entre sí.

4.2.2.7 Area foliar hasta los 242 días

En el Cuadro 18 aparecen los promedios de área foliar (dm^2) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A10 se muestran los promedios de tratamientos y tecnologías en cada muestreo.

En el análisis de la variancia para área foliar, presentado en el Cuadro A26, se detectó diferencias significativas

Cuadro 18. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para área foliar (dm^2) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	49.20	49.60	49.40
13	32.51	42.36	37.43
14	40.74	38.99	39.86
16	41.41	56.44	48.92
24	23.30	35.32	29.31
\bar{X}	37.43	44.54	

entre tecnologías, muestreos y la interacción tratamiento x muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

En lo que se refiere a niveles de tecnología, la tecnología alta tuvo en forma significativa mayor área foliar que la tecnología baja, y los muestreos de mayor edad fueron superiores a los de menor edad.

Aunque sin alcanzar diferencia estadística, los mayores promedios absolutos de área foliar, (Cuadro 18), correspondieron al monocultivo (trat. 01) y a la yuca asociada con frijol al inicio (trat. 16). Los tratamientos 13 y 14 tuvieron valores intermedios, mientras que la yuca asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24) obtuvo el promedio más bajo.

En el Cuadro A10 se muestra las pruebas de Duncan para

los muestreos que mostraban diferencias significativas para tratamientos.

Los valores de área foliar están relacionados directamente con la biomasa de hojas, por lo tanto, cualquier variación en ésta característica se refleja en los valores del área foliar.

En la Fig. A9 se puede observar las tendencias de las variaciones del área foliar en los diferentes sistemas.

4.2.2.8 Area foliar hasta los 339 días

En el Cuadro 19 aparecen los promedios de área foliar (dm^2) por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología en los sistemas 01, 13 y 24 que estuvieron en el campo hasta 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A27, indica que hubo diferencias significativas entre tecnolo-

Cuadro 19. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para área foliar (dm^2) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01	42.30	43.93	43.11
13	35.85	42.45	39.13
24	23.82	36.89	30.56
\bar{X}	33.99	41.09	

gías, muestreos y efectos combinados de tratamiento y muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

La tecnología alta fue significativamente superior a la baja tecnología y los promedios de las áreas foliares de los muestreos intermedios, (Cuadro A10), fueron superiores a los promedios de los muestreos iniciales y finales.

Sin alcanzar significancia estadística, el mayor promedio absoluto en área foliar, (Cuadro 19), correspondió a la yuca en monocultivo, mientras que el menor promedio lo presentó la yuca en el tratamiento 24.

4.2.2.9 Índice de área foliar (IAF) hasta los 242 días

El Cuadro 20 presenta los promedios de índice de área foliar (IAF) por tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología. En el Cuadro A11 se muestran los promedios de índice de área foliar por tratamientos y tecnologías en cada muestreo.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A28, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías, muestreos y efectos combinados de tratamiento y muestreo. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

La tecnología alta fue significativamente mayor que la baja y como es lógico hubo diferencias significativas entre muestreos, siendo superiores los muestreos de mayor edad.

En el Cuadro A11 se muestran las pruebas de Duncan para los muestreos en que hubo diferencias significativas para tratamientos.

Cuadro 20. Promedios de tratamientos con cuatro muestreos y dos niveles de tecnología para índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S_1	S_2	
01 γ	0.98	0.99	0.99
13 γ -e-c	0.65	0.85	0.75
14 γ -M-M	0.82	0.78	0.80
16 γ -F-M	0.83	1.13	0.98
24 γ -M-F-e.	0.47	0.71	0.59
\bar{X}	0.75	0.89	

Aunque no alcanzaron significancia estadística, los mayores promedios en índice de área foliar, (Cuadro 20), correspondieron a los tratamientos 01 y 16, mientras que el promedio más bajo lo presentó la yuca en el tratamiento 24.

En la Fig. A10 se pueden observar las tendencias de las variaciones en el IAF en los diferentes sistemas.

4.2.2.10 Índice de área foliar (IAF) hasta los 339 días

En el Cuadro 21 se presentan los promedios de índice de área foliar por tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para los sistemas 01, 13 y 24 que fueron cosechados a los 339 días.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A29, indica que hubo diferencias significativas entre tecnologías,

Cuadro 21. Promedios de tratamientos con seis muestreos y dos niveles de tecnología para índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	0.85	0.88	0.86
13	0.72	0.85	0.78
24	0.48	0.74	0.61
\bar{X}	0.68	0.82	

muestreos y la interacción tratamiento x muestreo. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

El índice de área foliar bajo la tecnología alta fue significativamente superior al de la tecnología baja, y los promedios de los IAF de los muestreos intermedios, (Cuadro All), fueron superiores a los iniciales y finales.

Aunque no hubo diferencias significativas, el mayor promedio absoluto en índice de área foliar, (Cuadro 21), correspondió a la yuca en monocultivo, mientras que el menor promedio lo presentó la yuca en el sistema 24.

4.3 Rendimiento en raíces de reserva

El Cuadro 22 muestra los promedios de producción de raíces de reserva (Kg/ha) por tratamientos y por dos niveles de tecnología en todos los sistemas con yuca.

Cuadro 22. Promedios de producción de raíces de reserva (Kg/ha) por tratamientos y dos niveles de tecnología en cinco sistemas con yuca y pruebas de Duncan^{1/}.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	18629.03	23629.03	21129.03a
13	11169.35	12379.03	11774.19b
14	9531.25	8906.25	9218.75b
16	11230.47	17812.50	14521.49b
24	6330.65	9596.77	7963.71c
\bar{X}	11378.15	14464.72	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A31, muestra que hubo diferencias significativas entre tratamientos, entre tecnologías y sus efectos combinados.

La prueba de Duncan (Cuadro 22) mostró que la yuca en monocultivo (trat. 01) rindió significativamente más peso de raíces que los demás tratamientos. Los tratamientos 13, 14 y 16 tuvieron valores intermedios que no difirieron estadísticamente entre sí; sin embargo, entre estos tres tratamientos, el número 16 tuvo el mayor promedio absoluto en peso de raíces. Los menores promedios de rendimiento en raíces de reserva los obtuvo la yuca en el tratamiento 24.

Respecto a los niveles de tecnología, la tecnología alta fue significativamente superior en rendimiento de raíces a

la tecnología baja.

4.4 Uso Equivalente de Tierra (UET)

En el Cuadro 23 se presentan los promedios de Uso Equivalente de Tierra (UET) por tratamientos y por dos niveles de tecnología en todos los sistemas con yuca.

El análisis de la variancia, presentado en el Cuadro A32, indica que hubo diferencias significativas entre tratamientos. No hubo diferencias significativas entre tecnologías ni en sus efectos combinados.

La prueba de Duncan, (Cuadro 23), mostró que los cuatro tratamientos asociados fueron significativamente superiores

Cuadro 23. Índice de eficiencia de producción de alimentos (UET)^{1/} por tratamientos y dos niveles de tecnología en los sistemas con yuca y pruebas de Duncan^{2/}.

Tratamiento	T e c n o l o g í a		\bar{X}
	S ₁	S ₂	
01	100.00	100.00	100.00e
13	228.75	186.25	207.50abcd
14	235.25	204.00	219.63abc
16	261.75	275.65	268.70ab
24	272.75	265.75	269.25a
\bar{X}	219.60	206.33	

^{1/} Uso Equivalente de Tierra

^{2/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

que la yuca en monocultivo y no mostraron diferencia estadística entre sí. Sin embargo, se obtuvo el UET máximo con el sistema 24 (yuca-maíz-frijol-camote). El sistema 16 (yuca-frijol-maíz en elote) logró un valor muy similar al 24 y ocupó la segunda posición, mientras que los promedios de los sistemas 13 y 14 respectivamente fueron relativamente menores.

La yuca en monocultivo (trat. 01) sirve como cultivo de referencia (comparador) de los tratamientos asociados.

5. DISCUSION

5.1 Consideraciones generales

El crecimiento de la yuca y los otros cultivos del Experimento Central en el año Noviembre 74 - Octubre 75 fue afectado por varios factores. Entre los más importantes se pueden citar el exceso o la falta de lluvias en varios períodos y la incidencia de plagas y enfermedades. Fuertes lluvias ocurrieron a comienzos de diciembre (Fig. A1) y afectaron la germinación en áreas de drenaje superficial defectuoso. Posteriormente se produjo una condición adversa para el crecimiento de los cultivos, debido a la falta de lluvias que se prolongó desde fines de enero hasta mayo. El período de lluvias de este año agrícola fue anormal si se compara con los promedios de lluvia caída sobre la misma zona en 31 años, como se observa en la Fig. A1, para los mismos meses en que se realizó el experimento. Esta disminución en precipitación estuvo acompañada por un incremento en radiación solar y temperatura máxima, así como de una baja en humedad relativa.

5.2 Variables biológicas

Biomasa total

Los mayores promedios de biomasa total en la yuca en monocultivo (trat. 01) para cuatro y seis muestreos y la yuca asociada con frijol (trat. 16) para cuatro muestreos, pueden deberse a la falta de competencia de otros cultivos con la yuca en el primer caso y por la poca competencia del frijol con la yuca

en el segundo caso, especialmente por luz y hasta cierta medida por nutrientes. El frijol desarrolla sus requisitos máximos de nutrientes entre los 30 y 40 días (53), época en que la yuca apenas inicia el desarrollo de raíces y yemas foliares, sin que ésta competencia inicial afecte sensiblemente el crecimiento posterior de la yuca. El frijol se cosechó a los tres meses de la siembra y la yuca continuó como monocultivo hasta el fin del año agrícola y no tuvo competencia en el resto del período.

El maíz produce un volumen de raíces y biomasa mayores que el frijol y sus máximos requisitos de nutrientes, según Sannabria de Mojica (53), está a los 50 y a los 90 días aproximadamente, época en que la yuca asociada con maíz sufre ya fuerte competencia por nutrientes (trat. 14). Por ésta razón, la yuca asociada con maíz presentó promedios de biomasa total más bajos que la yuca en monocultivo y la yuca asociada con frijol hasta los 242 días, en que se cosechó ésta. Sin embargo, pese a la competencia del maíz por nutrientes, agua y luz, la yuca tuvo oportunidad de recuperar peso al quedar en monocultivo, una vez que el maíz fue cosechado a comienzos de abril y mostró promedios de biomasa total mayores que la yuca que estuvo asociada con camote en dos épocas (trat. 13). Esto hace suponer que el camote también ofrece bastante competencia a la yuca por agua y nutrientes.

La menor producción de biomasa total de la yuca asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24), podría deberse a la competencia interespecífica más fuerte que ejercieron los cuatro

cultivos durante todo el período de desarrollo de la yuca, lo que se tradujo en que la planta de yuca tuviera poco desarrollo vegetativo.

En cuanto a las diferencias de biomasa total entre muestreos, fue claro que las plantas de yuca que crecieron tanto en monocultivo como en las asociaciones, no presentaron diferencias notables hasta los 62 y 122 días de crecimiento (primero y segundo muestreos del Cuadro A3). Las diferencias se acentuaron probablemente antes de los 184 días, debido a que a estas edades, la competencia por nutrientes de las otras especies componentes de los sistemas fue evidente.

Los niveles de tecnología no mostraron influencia sobre la biomasa total hasta la edad de ocho meses (242 días a la plantación), pero hacia el final del ciclo del cultivo se encontró diferencias significativas entre tecnologías. Las diferencias en tecnología se deben principalmente a la aplicación de fertilizantes más que a cualquier otro factor tecnológico. La falta de respuesta a tecnología hasta los ocho meses puede deberse a que las plantas no tuvieron oportunidad de reaccionar al efecto de los fertilizantes por la falta de agua, ya que de febrero a mayo, no hubo lluvias.

Por otro lado, los mayores incrementos en biomasa total se consiguieron entre cuatro y ocho meses (Fig. A2), lo cual concuerda también con algunos experimentos conducidos en Colombia (11) con la variedad CMC 84, plantada a 1m x 1m. A partir de ésta edad los incrementos se hacen cada vez más pequeños.

La disminución en los incrementos de biomasa total pareciera estar en relación con la disminución del área foliar que sucedió entre los seis y siete meses aproximadamente (Fig. A9), ya que a medida en que las plantas comienzan a perder hojas, la curva de producción de biomasa total comenzó a declinar. La yuca en monocultivo alcanzó el pico de producción de área foliar antes que en los otros sistemas, pero también tuvo una caída más rápida de las hojas; en cambio cuando la yuca estuvo asociada con otros cultivos, parece que el grado de competencia retardó la caída de las hojas. Es posible que la competencia de los cultivos asociados retarde la edad fisiológica de la yuca en comparación con el monocultivo, favoreciendo en éste una prematura caída de las hojas y del proceso de tuberización.

Los tratamientos en que la yuca mostró mayor área foliar, también tuvieron mayor producción de biomasa total. Estos datos concuerdan con los encontrados en Colombia (A12) con variedades de yuca en monocultivo, plantadas a 1m x 1m.

El peso seco foliar, área foliar e IAF (Figs. A3, A9 y A10) presentaron la misma tendencia entre ellos, puesto que las dos últimas variables están relacionadas directamente con el peso seco foliar. Por tanto, cualquier variación en los valores del peso seco de hojas afecta los valores de los otros dos. Los valores máximos de IAF alcanzados por la yuca fueron de 1.44 para el monocultivo a los seis meses y 1.51 a los ocho meses para la yuca asociada con frijol al inicio, (Cuadro A11), los cuales estuvieron por debajo del IAF máximo encontrado en Colombia (11),

que fue de 2.00 a los seis meses para la variedad CMC 84, plantada en monocultivo a distancias de 1 metro entre plantas. Estos valores están también por debajo de los IAF reportados por Enyi (19) en Nigeria, de 5, 6 y 7.5, para las variedades Amani 4026/16, Aipin Valenca y Msitu Zanzibar, plantadas en monocultivo a distancias de 90 cm x 60 cm, 90 cm x 90 cm y 90 cm x 120 cm, respectivamente.

Los valores bajos de IAF encontrados en este estudio para la yuca podrían deberse a la competencia de los otros cultivos dentro de los sistemas tanto por luz como por nutrientes, lo que reduciría el peso seco de las hojas. Esto es evidente en la yuca que estuvo asociada con maíz y frijol (trat. 24), donde por competencia por luz, el tallo de la yuca se alargó más en perjuicio de la producción de hojas que fue más baja, por lo que el índice de área foliar fue muy bajo (Fig. A10). Otra posible causa de la baja producción de hojas fue la temporada de sequía de enero a mayo que incidió en la primera etapa de crecimiento de las plantas. A pesar de que la yuca es una planta resistente al déficit hídrico (46), es muy probable que la competencia por agua y al bajo aprovechamiento de los nutrientes por falta de agua hayan contribuido a la baja producción de follaje y a la caída del mismo.

Los mayores promedios de biomasa de raíces de reserva en monocultivo de la yuca se deben posiblemente a la falta de competencia de otros cultivos. La yuca asociada con frijol (trat. 16) presentó también valores altos en peso seco de raíces,

quizá debido a menor competencia por nutrientes y luz por parte del frijol y porque probablemente la respuesta al fertilizante fue mayor una vez que se cosechó el frijol y la yuca quedó en monocultivo. Los tratamientos en que la yuca tuvo mayor competencia por otros cultivos presentaron promedios menores en biomasa de raíces de reserva.

La acumulación de materia seca en las raíces puede estar determinada por la cantidad de productos fotosintetizados disponibles para el crecimiento de las raíces o por la capacidad de las mismas para absorber los asimilados (18). Los resultados y curvas de área foliar y de raíces de reserva reportados en este trabajo, muestran que el área foliar aumenta progresivamente hasta los seis meses de edad época en que comienza a declinar (Fig. A9) y la biomasa de raíces de reserva en cambio aumenta rápidamente a partir del sexto mes de observaciones visuales (Fig. A4). Esta situación especial que los fisiólogos llaman "efecto de depósito" (sinking effect) muestra que en algunos cultivos la producción de biomasa foliar no está relacionada directamente y al mismo tiempo, con la producción y almacenamiento de carbohidratos en las raíces. Esto sugiere que la cantidad de follaje no es tan importante como el transporte de los productos fotosintetizados, y que la biomasa de hojas puede estar jugando un papel importante en la formación de número y longitud de raíces y que la acumulación de carbohidratos en las raíces puede estar relacionada con efectos hormonales más la acción de la fotosíntesis.

Los promedios más altos en biomasa de tallos y pecíolos en la yuca en monocultivo (trat. 01), en la yuca asociada con maíz (trat. 14) y la asociada con frijol (trat. 16), para cuatro muestreos, se explican por la falta de competencia en el caso del monocultivo, y en los otros, por no haber competencia al cosecharse el maíz a los $4\frac{1}{2}$ meses y el frijol a los tres meses, lo que le permitió a la yuca quedar en monocultivo y recuperarse en peso seco de tallos y pecíolos. Los promedios de esta característica para el tratamiento 13 fueron más bajos que los anteriores y aún más bajos que los de la yuca que estuvo asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24). Esto hace suponer que la yuca en el tratamiento 24, a pesar de tener mayor competencia, fue más eficiente en la utilización de los fertilizantes para formar biomasa aérea que la yuca en el tratamiento 13, pero a su vez fue en detrimento en la producción de raíces tuberosas.

Los niveles de tecnología no influyeron sobre el peso seco de tallos y pecíolos hasta los 242 días a la plantación. Sin embargo, los tratamientos que llegaron al final del ciclo mostraron diferencias significativas de la alta tecnología sobre la baja, debido principalmente al efecto diferencial de los fertilizantes. La falta de respuesta hasta los 242 días puede estar relacionada con la ausencia de lluvias entre los meses de Febrero a Mayo.

La yuca que estuvo asociada con maíz desde el inicio, presentó los mayores valores absolutos en altura de planta,

probablemente a competencia por luz con el maíz. A pesar de que el maíz presenta dos picos de exigencias máximas de absorción de agua y nutrimentos, a los 50 y 90 días (53), es probable que luego que se cosechó el maíz, cuando la yuca quedó en monocultivo tuvo oportunidad de recuperarse, al crecer sin competencia. Algo parecido pudo haber sucedido con la yuca en el tratamiento 24, pero en este caso tuvo mayor competencia de maíz y frijol al inicio, lo que posiblemente redujo la altura; de todas maneras, las plantas presentaron un tallo bastante elongado pero con poco follaje.

La ausencia de diferencia significativa de altura de planta entre monocultivo y los tratamientos con mayor altura (14 y 24) puede deberse a que el crecimiento vegetativo en monocultivo se estimuló por falta de competencia a nivel de raíces o por auto-competencia entre las plantas de yuca debido a que las distancias usadas entre plantas e hileras, son menores que las usadas en la mayoría de las zonas de cultivo.

La yuca asociada con frijol (trat. 16) presentó promedios que no difirieron estadísticamente de los demás, ya que la competencia del frijol no fue muy fuerte en la primera época, es probable que una vez cosechado éste y quedar como cultivo puro, su comportamiento haya sido parecido a la yuca en el tratamiento 01.

La yuca asociada con camote en dos épocas (trat. 13), presentó los menores promedios en altura, lo cual puede deberse a la competencia que tuvo a nivel de raíces con el camote durante todo el ciclo.

Los niveles de tecnología no parecen haber influido sobre el crecimiento en altura de la planta hasta los 242 días de edad. Sin embargo, cuando se comparan en el final del ciclo, si hubo efecto de tecnología, obteniéndose los mayores valores significativos con la tecnología alta, más que todo debido a respuesta a los mayores niveles de fertilizantes.

La circunferencia del tallo probablemente estuvo afectada por la competencia entre los cultivos en cada sistema. El mayor promedio de la yuca en monocultivo tanto a 242 como a 339 días a la plantación, se debió a su situación de cultivo puro. No sucede lo mismo con la yuca en los otros sistemas, los cuales presentaron promedios de circunferencia del tallo más bajos. Se puede citar el caso de la yuca en el tratamiento 16, donde la poca competencia del frijol, hizo que la planta tuviera promedios cercanos al monocultivo

La yuca asociada con maíz (trat. 14) presentó valores intermedios debido a que quedó en monocultivo por cuatro meses, una vez cosechado el maíz y esto le dio oportunidad de recuperar se. Los tratamientos que presentaron promedios más bajos fueron el 13 y el 24. La fuerte competencia con el camote por nutrientes a nivel de raíces durante casi todo el ciclo del cultivo, produjo un atraso en el crecimiento diametral del tallo de la yuca. Lo mismo pudo haber sucedido en el tratamiento 24, donde la competencia por nutrientes y luz fue aún más fuerte y hubo más bien elongación que un aumento en circunferencia.

El número de hojas es una característica que desde el

punto de vista práctico no tiene mucha importancia ya que no correlaciona con el área foliar, puesto que se contaron como unidades hojas de tamaño muy pequeño que existían en gran cantidad; de todas maneras, los promedios de tratamientos para número de hojas, (Cuadro 16), son similares estadísticamente, a excepción de la yuca que estuvo asociada con camote. Es probable que los valores más bajos que presenta la yuca asociada con camote en dos épocas, estén relacionados con los mismos factores que la mantuvieron en los últimos lugares en las mediciones anteriores, es decir, competencia por nutrientes y agua a nivel de raíces.

En términos generales, la eficiencia de producción biológica en forma de biomasa aérea y sus componentes, como peso seco de hojas, tallos y pecíolos, índice de área foliar, circunferencia y altura del tallo, muestran que la yuca produce más, mientras menos competencia interespecífica tenga por nutrientes en el suelo y por luz y espacio aéreo. Además, que el microambiente externo e interno de los sistemas puede afectar también al cultivo cuando en estos sistemas o combinaciones de cultivos se favorece el desarrollo de ciertas enfermedades en la yuca, como las reportadas por Larios (37). Según el mismo autor la precipitación, humedad relativa y temperatura son las variables climáticas más estrechamente asociadas al progreso de las enfermedades de la yuca, las cuales por orden de importancia fueron: mildiu (Oidium manihotis), roña (Sphaceloma sp.), roya (Uromyces manihotis), mancha parda (Cercospora henningsii) y mancha blanca (Cercospora caribaea).

5.3 Rendimiento en raíces de reserva

Los rendimientos de la yuca en monocultivo fueron significativamente superiores a los rendimientos de la yuca en las asociaciones, debido principalmente a la falta de competencia con otras especies. Estos rendimientos a distancias de 1 m x 0.50 m, son muy similares a los reportados por Suárez (60) en Costa Rica, con la misma variedad y a las mismas distancias, en que se obtuvo rendimientos de 21446 Kg/ha. y por Serrano (57) en Nicaragua, con la variedad Cubana produciendo 21530 Kg/ha.

El promedio de los rendimientos (Kg/ha) de la yuca en monocultivo fue 1,79 veces superior al obtenido por la yuca asociada con camote (trat. 13), 2,29 veces superior al obtenido por la yuca asociada con maíz (trat. 14), 1,45 veces superior al obtenido por la yuca asociada con frijol (trat. 16) y 2,65 veces a los rendimientos de la yuca asociada con maíz, frijol y camote (trat. 24).

Los rendimientos absolutos más bajos en raíces de reserva se obtuvieron en las asociaciones donde intervino el maíz, el cual redujo la producción de la yuca en el tratamiento 14, aproximadamente 56% respecto al monocultivo. debido a la competencia por nutrientes que impone este cultivo, y también en la asociación yuca-maíz-frijol-camote (trat. 24) donde la competencia fue más fuerte y la producción de raíces de reserva se redujo un 62% respecto al monocultivo. Estas cifras son aún más elevadas que las reportadas por el IRAT (39), los cuales probaron que la asociación de yuca con maíz redujo la producción de

raíces aproximadamente un 30%.

La disminución en los rendimientos de la yuca en cultivo asociados concuerda con los datos reportados por Hart (26) en Costa Rica, quien comprobó que la diferencia entre los rendimientos de la yuca en el monocultivo y el policultivo se debió a la competencia interespecífica del maíz y el frijol.

Calheiros (7) en sus estudios con cultivos asociados de camote y maíz, identificó el maíz como la especie de mayor competencia.

Las diferencias entre tecnologías, detectadas en el análisis de la variancia, se debieron principalmente al efecto de los fertilizantes, y los promedios de rendimientos de raíces con alta tecnología fueron superiores a los promedios con baja tecnología.

En resumen, los resultados de este trabajo muestran que la yuca es mucho más eficiente en producción de raíces de reserva cuando crece en forma de monocultivo y reduce su producción cuando crece en asocio con otros cultivos.

5.4 Uso Equivalente de Tierra (UET)

Las producciones sumadas en todas las asociaciones expresadas en forma de índice Uso Equivalente de Tierra fueron estadísticamente superiores al monocultivo que se utilizó como base de comparación.

Los datos de UET confirman los informes de que los sistemas policulturales son más eficientes en producción de alimentos que los monocultivos (21, 59).

Incluyendo las limitaciones de carácter ecológico y agronómico que afectaron al presente estudio, la asociación yuca-maíz-frijol-camote (trat. 24) resultó con el mayor índice de producción total de alimentos (UET). El sistema 16 (yuca-frijol-maíz) tuvo también una alta eficiencia, muy similar al sistema 24. Con menor eficiencia se presentan los sistemas 14 y 13 respectivamente. Sin embargo, sus promedios de UET fueron más de dos veces que el monocultivo.

Aunque como se mostró en la sección anterior, la yuca en monocultivo produjo el mayor tonelaje de raíces que en los otros sistemas; sin embargo, cuando se considera la producción relativa total de alimentos aportados por todos los cultivos de los sistemas en que intervino la yuca, el monocultivo en alta y baja tecnología fue menos eficiente en contribución de alimentos. Esto muestra que los agricultores que usan sistemas asociados de cultivos con maíz y/o frijol (47, 51, 59) conocen las ventajas relativas de sus prácticas, tanto en producción de alimentos, en ingresos netos y en mantener un margen de seguridad de cosechas.

El sistema ensayado de yuca con camote muestra también muy buenas perspectivas para el agricultor, debido a que presenta ventajas tales como proveer mayor disponibilidad de alimentos energéticos para mejorar su dieta; tiene además la ventaja de que se remueve el suelo al ser cosechado el camote facilitando una mejor aereación del suelo y también que cuando ambos cultivos se cosechan conjuntamente, el terreno va quedando con una buena

preparación para la próxima siembra.

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se establecen las siguientes conclusiones:

1. La yuca es mucho más eficiente en producción de raíces de reserva y biomasa cuando crece en forma de monocultivo y reduce sensiblemente su producción cuando crece en asocio con otros cultivos.
2. Considerando la producción de todos los componentes de los sistemas que incluyeron yuca, el monocultivo de yuca fue menos eficiente en producción relativa de alimentos que los sistemas en que la yuca participó asociada con otros cultivos.
3. En base al índice Uso Equivalente de tierra los mejores sistemas fueron las asociaciones de yuca con maíz, frijol y camote (trat. 24) y yuca con frijol y maíz en elote (trat. 16).
4. La alta tecnología es más eficiente que la baja tecnología

7. RESUMEN

El presente trabajo constituyó una parte del Experimento Central conducido por el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, en suelos de la serie Instituto Arcilloso, fase normal (Inceptisol, Typic Dystropepts). El período de investigación abarcó de Noviembre 1974 a Octubre 1975.

Los objetivos del estudio fueron evaluar el comportamiento de la yuca en producción agronómica y de biomasa en diferentes sistemas de cultivo, y seleccionar los sistemas y tecnologías recomendables para obtener un aumento significativo en la producción de la yuca.

Las especies y variedades empleadas fueron: yuca (Manihot esculenta var. Valencia), camote (Ipomoea batatas var. C-15), maíz (Zea mays var. Tuxpeño 1) y frijol (Phaseolus vulgaris var. CATIE-1).

Los tratamientos fueron cinco sistemas de producción: yuca monocultivo (trat. 01), Yuca-Camote-Camote (trat. 13), Yuca- Maíz- Maíz (trat. 14), Yuca-Frijol-Maíz (trat. 16) y Yuca-Maíz-Frijol-Camote (trat. 24).

Los datos fueron obtenidos por observaciones periódicas en parcelas de 90 m^2 en un experimento en bloques completamente randomizados con cuatro repeticiones.

Las variables fisiológicas y morfológicas de crecimiento fueron determinadas cada dos meses durante la permanencia de

la yuca en el campo y comprendieron la determinación de la biomasa total, de hojas, de tallos y peciolo y de raíces de reserva. Además, se hicieron determinaciones de altura y circunferencia del tallo, número de hojas, área foliar e índice de área foliar. Al final del ciclo de la yuca en cada sistema se pesó la producción de raíces de reserva. Las producciones sumadas de todas las asociaciones se expresaron como índice Uso Equivalente de Tierra (UET).

De los resultados obtenidos se concluyó lo siguiente: la mayor producción de biomasa total la obtuvo la yuca cuando creció en monocultivo y asociada con frijol.

En cuanto a producción de raíces, los resultados de este trabajo muestran que la yuca es mucho más eficiente en producción de raíces de reserva, cuando crece en forma de monocultivo y reduce sensiblemente su producción cuando crece en asociación con otros cultivos, y los promedios de rendimiento con alta tecnología fueron superiores a los promedios con baja tecnología.

En las asociaciones, la producción de raíces tiende a ser mayor en el sistema yuca-frijol que en los sistemas yuca-maíz, yuca-camote y yuca-maíz-frijol-camote.

Según el índice Uso Equivalente de Tierra (UET) los sistemas policulturales fueron agrónomicamente más eficientes que el monocultivo de yuca en producción de alimentos.

SUMMARY

The Research was part of the Central Experiment carried out by the Department of Tropical Crops and Soils of the Tropical Agricultural Research and Training Center, CATIE, at Turrialba, Costa Rica, during the period from November 1974 to October 1975.

The soil of the experimental area belongs to the normal phase of Instituto Clay series (Inceptisol, Typic Dystropepts).

The objectives were to evaluate the performance of cassava on agronomic and biomass production in different cropping systems, and to select recommended cropping^{systems} and technologies for obtaining a significant increase in Cassava edible root production.

The species tested were: cassava (Manihot esculenta var. Valencia), sweet potato (Ipomoea batatas var. C-15), corn (Zea mays var. Tuxpeño-1) and beans (Phaseolus vulgaris var. CATIE)-1).

The treatments involved five production systems, namely: Cassava as monocrop (treatment 01); Cassava and sweet potato planted at same time, with a second crop of sweet potato (treatment 13); Cassava and corn planted at same time followed by corn (treatment 14); Cassava and beans planted at same time followed by corn (treatment 16) and Cassava, corn and beans planted at same time followed by sweet potato (treatment 24).

Data were recorded through periodical observations in 90 square meter (m^2) plots, arranged in a completely randomized block design with four replications.

For cassava only, physiological and morphological growth

variables were recorded every two months as long as the plants remained in the field: total, leaf, stem, petiole and reserve root biomass were measured. Stem height and circumference, leaf number, leaf area and leaf area index were also determined. Reserve root production was weighed at the end of the cycle of each production system. Productions from all associations were totalled and expressed as Land Equivalent Ratio (LER).

Results conducted to the following conclusions: the largest total biomass production in cassava was obtained in cassava grown as monoculture and when associated with beans.

Cassava was much more efficient in reserve root production when it grew as a monoculture and its production was highly reduced when it grew associated with other crops. Average yields were higher under high technology than under low technology.

Root production tends to be higher in the cassava bean system than in the cassava-corn, cassava sweet potato, and cassava-corn-beans-sweet potato^{system}. According to the LER the policultural systems were agronomically more efficient than cassava monoculture as far as food production is concerned.

8. 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. 138 p.
2. ALBUQUERQUE, M. DE. A mandioca na Amazonia. Belem. Sudam. 1969. 277 p.
3. ANDRADE, M. E. IICA adelanta sistemas de producción agrícola para el trópico. Agroindustria (Costa Rica) 3(15):8-9. 1974.
4. ASCENCIO, J. Análisis del crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol (Phaseolus vulgaris L. var. Turrialba 4") cultivado en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1972. 98 p.
5. BAZAN, R., SORIA, J., PAEZ, G., PINCHINAT, A. y MATEO, N. Desarrollo de sistemas de producción agrícola, una necesidad para el trópico. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1974. 12 p.
6. BIARD, J. y WAGENAAR, G. A. W. Report to the Government of Brazil on crop production in selected areas of the Amazon Valley. FAO/ETAP. Report 1254. 1960. 47 p. FCA 15:510.
7. CALHEIROS, B. Alguns indices bioeconomicos associados as combinacoes multiculturais, feijao (Phaseolus vulgaris L.), Milho (Zea mays L.) e batata doce (Ipomoea batatas (L) Law.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1974. 110 p.
8. CASTRO, C. El cultivo de la yuca. Rev. Nac. Agric. (Colombia) 46(571):11-18. 1952.
9. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Desarrollo de sistemas de producción agrícola para el trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 55 p.
10. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual 1969. Cali, Colombia, CIAT, 1970. 71 p.
11. _____. Informe Anual 1973. Cali, Colombia, CIAT, 1974. 283 p.
12. _____. Informe Anual 1974. Cali, Colombia, CIAT, 1975. 286 p.

13. CERIGHELLI, R. Cultures Tropicales. T.I. París, Bailliére, 1955. 635 p.
14. COLETO, V. S. Let us practice catch cropping. Agricultural and Industrial Life. 26(2):30. 1964. PA 5:198.
15. CONGO BELGE. INSTITUT NATIONAL POUR L'ETUDE AGRONOMIQUE. Rapport annuel por l'exercice 1955. Gembloux, 1952. 436 p.
16. _____. Rapport annuel pour l'exercice 1955. Gembloux, 1965. 567 p.
(36)
17. DESIR, S. Producción de maíz y frijol común asociados según hábito de crecimiento y población de plantas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1975. 41 p.
18. ENYI, B. A. C. Effect of shoot number and time of planting on growth, development and yield of cassava (Manihot esculenta Crantz). Journal of Agricultural Science 47(4):457-466. 1972.
19. _____. Growth rates of three cassava varieties (Manihot esculenta Crantz) under varying population densities. Journal of Agricultural Science 81(1):15-28. 1973.
20. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production Yearbook 1973. Roma, FAO, 1974. v. 523 p.
21. GARCIA, J. Producción de camote, maíz y soya a diferentes combinaciones y presiones de cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1975. 42 p.
22. GONZALEZ, C. W. Estudios sobre evaluación de variedades de yuca (Manihot utilissima Pohl-Manihot dulcis (Gmel) Pax); influencia del tamaño y posición de la estaca sembrada y efecto fitohormonal en el enraizamiento. Estación Experimental Agrícola San Fernando. San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 1961. 86 p.
23. GONZALEZ, V. O. Algunas recomendaciones sobre el cultivo de la yuca y el camote. Agricultor Costarric. (Costa Rica) 30(11):368-370. 1972.
24. GUINARD, A. Le système cultural de région de Man (Cote d'Ivoire). Agronomie Tropicale 16(2):148-178. 1961.
25. HARPER, R. S. Cassava growing in Thailandia. World Crops 25(2):94-97. 1973.

26. HART, D. R. The design and evaluation of bean, corn and manioc policulture cropping system for the humid tropics. Ph.D. Thesis. Gainesville, University of Florida, 1974. 158 p.
27. HECQ, J. y LEFEBVRE, A. Rotations au Kivu. Bull. Agric. Congo 1961, 52, Nº 1, 1-8. FCA 15:1114, 1962.
28. HUNTER, J. R. The lack of acceptance of the pejibaye palm and a relative comparison of its productivity to that of maize. Economic Botany 23(3):237-244. 1969.
29. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Farming systems Program. Report 1973. Ibadan, Nigeria, IITA, 1973. 82 p.
30. _____. Report 1972-73. Ibadán, Nigeria, IITA, 1974. 48 p.
31. INTERCROPPING. En TANGANYIKA. Department of Agriculture. Annual Report for 1959. II. Dar es Salaam, 1960. p 11.
32. IRVING, H. Fertiliser studies in Eastern Region of Nigeria 1947-51. East Region of Nigeria. Technical Bulletin Nº 1. s. f. 34 p.
33. JONES, W. O. Manioc in Africa. Stanford, Calif., Stanford University Press. 1959. 315 p.
34. KAMMACHER, P. Cotton cultivation in the Ivory Coast. Coton et Fibres Tropicales 16(3):337-345. 1961.
35. KUNDU, B. C. Some edible rhizomatous and tuberous crops of India. En International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. Proceedings 1. I-124-130. 1969.
36. LAMBOURNE, J. A. A preliminary report on tapioca as a catch crop with oil palms. Malayan Agricultural Journal 15:104-113. 1927.
37. LARIOS, J. F. Epifitiología de algunas enfermedades foliares de la yuca (Manihot esculenta Crantz) en diferentes sistemas de cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR, 1975. 115 p.
38. LEON, J. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica, 1968. 478 p.
39. LES TUBERCULES: Le manioc. L'agronomie Tropicale 26(1):101-104. 1971.

40. LOZANO, J. C. y BOOTH, R. H. Enfermedades de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Folleto técnico N° 5. 1974. 47 p.
41. LULOFS, R. B. A study of method and costs for commercial planting of tapioca in Kedah. En Crop diversification in Malaysia. Editado por E. K. y J. W. Blencowe, Kuala Lumpur (Malaysia), 1970. pp. 149-166. Trop. Abs. 26:1515
42. LUNAN, M. Mound cultivation in Ufipa, Tanganyika. East African Agr. J. 16:88-89. 1950
43. MALAYA RUBBER RESEARCH INSTITUTE. Banana and tapioca as intercrops in immature rubber. Planters' Bulletin of the Rubber Research Institute of Malaya, N° 123:202-212. 1972. HA 43:8178, 1973.
44. 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. 116 p.
45. MOLINYAWE, C. C. Status of Root Crops Research in the Philippines. En International Symposium on Tropical Root Crops, St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. Proceedings 1 sect. 33:69-83. 1969.
46. MONTALDO, A. Cultivos de raíces y tubérculos tropicales: YUCA. Maracay, Universidad, Facultad de Agronomía, 1971. 108 p.
47. MORALES, J. O., BANGHAM, W. N. y BARROS, M. F. Cultivos intercalados en plantaciones de Hevea. Turrialba, Costa Rica, IICA, Boletín técnico N° 1, 1949. 26 p.
48. MURILLO, A. C. Estudios sobre yuca (Manihot utilissima Pohl). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1962. 105 p.
49. OFORI, C. S. Decline in fertility status of a tropical forest ochrosol under continuous cropping. Exp. Agr. 9(1):15-22, 1973. Trop. Abs. 501.
50. ORTIZ, M. A. Cultivo de la yuca. Tierra (México) 27(9):651-653,686. 1972.
51. PARIJS, A. VAN. Rotations des plantes vivrières dans la région de Nioka (Haut-Ituri). Bull. Agr. de Congo Belge 48(6):1515-1544. 1957.
52. PUSHPARAJAH, E. y TAN SEE YEOK. Tapioca as an intercrop in rubber. En Crop diversification in Malaysia. Editado por E. K. y J. W. Blencowe. Kuala Lumpur, Malaysia. 1970. pp 128-138. Trop. Abs. 26:1514.

53. SANABRIA DE MOJICA, E. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación frijol-maíz cultivada en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 63 p.
54. SANCHEZ, P. A. Manejo de los suelos bajo el sistema de roza. En Un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Editado por Pedro A. Sánchez. Tech. Bull. N. Carolina Agr. Exp. Stat. 219. pp 51-74. 1973.
55. SCHMITT, J. Cultivo abundante y explotación industrial de la yuca. Suelo Tico (Costa Rica) 8:152-158. 1955.
56. SCHWERIN, K. H. Apuntes sobre la yuca y sus orígenes. Tropical Root and Tuber Crops Newsletter No 3:4-12, 1970.
57. SERRANO, F. B. Estudio de la densidad de población en el cultivo de la yuca Manihot utilissima (Pohl). Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua, 1971. 28 p.
58. SIERRA LEONE. Department of Agriculture. Report for the year 1953. Freetown. 1964 36 p. FCA 9:296, 1956.
59. SORIA, J., BAZAN, R., PINCHINAT, A. M., PAEZ, G., MATEO, N., MORENO, R., FARGAS, J. y FORSYTHE, W. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba, 25(3):283-293. 1975.
60. SUÁREZ, B. G. Ensayo comparativo del rendimiento agrícola e industrial de variedades de yuca (Manihot utilissima Pohl-Manihot dulcis var. AIPI (J. F. GMELL) PAX) en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad Facultad de Agronomía, 1969, 91 p.
61. TARDIEU, M. Impératips culturaux et dolique de chine. L'agronomie Tropicale 16(4):378-392. 1961.
62. VELAZQUEZ, L. J. Modalidades sobre el cultivo del algodón en las zonas de Santander y Boyacá. Boletín de Divulgación (Colombia) No 5:3-5. 1958.

9. A P E N D I C E

Cuadro Al. Datos climáticos que predominaron durante el período del experimento, entre noviembre 1974 a octubre 1975.

Mes	Precip. (mm)	Temperatura			Radiación total cal/cm ² /mes	Humedad relativa	
		\bar{x} máx.	\bar{x} mín.	media		\bar{x} mín.%	\bar{x} diario%
nov.	175,19	25,68	18,05	20,82	10662,00	56,30	89,24
dic.	402,89	25,54	16,70	20,29	12323,00	55,80	87,50
ene.	131,39	24,86	16,11	19,79	11943,00	60,38	90,01
feb.	19,69	25,21	15,91	19,88	12888,00	54,78	87,08
mar.	27,69	26,86	17,68	21,40	15956,00	53,45	84,52
abr.	32,99	26,63	17,48	21,30	14026,00	53,33	86,21
may.	112,29	27,18	18,58	22,18	14367,00	54,09	87,54
jun.	226,59	26,76	18,34	21,41	11325,00	59,26	91,23
jul.	326,79	26,26	17,68	20,98	12723,00	59,93	90,96
ago.	329,69	26,58	18,13	21,06	11640,00	57,51	91,13
set.	418,29	27,40	18,30	21,52	12333,00	55,56	89,54
oct.	329,59	27,23	18,34	21,48	13242,00	57,61	90,70
\bar{x} anual	210,84	26,40	17,61	21,00	12585,66	56,50	88,81

Fuente: Estación meteorológica del CATIE

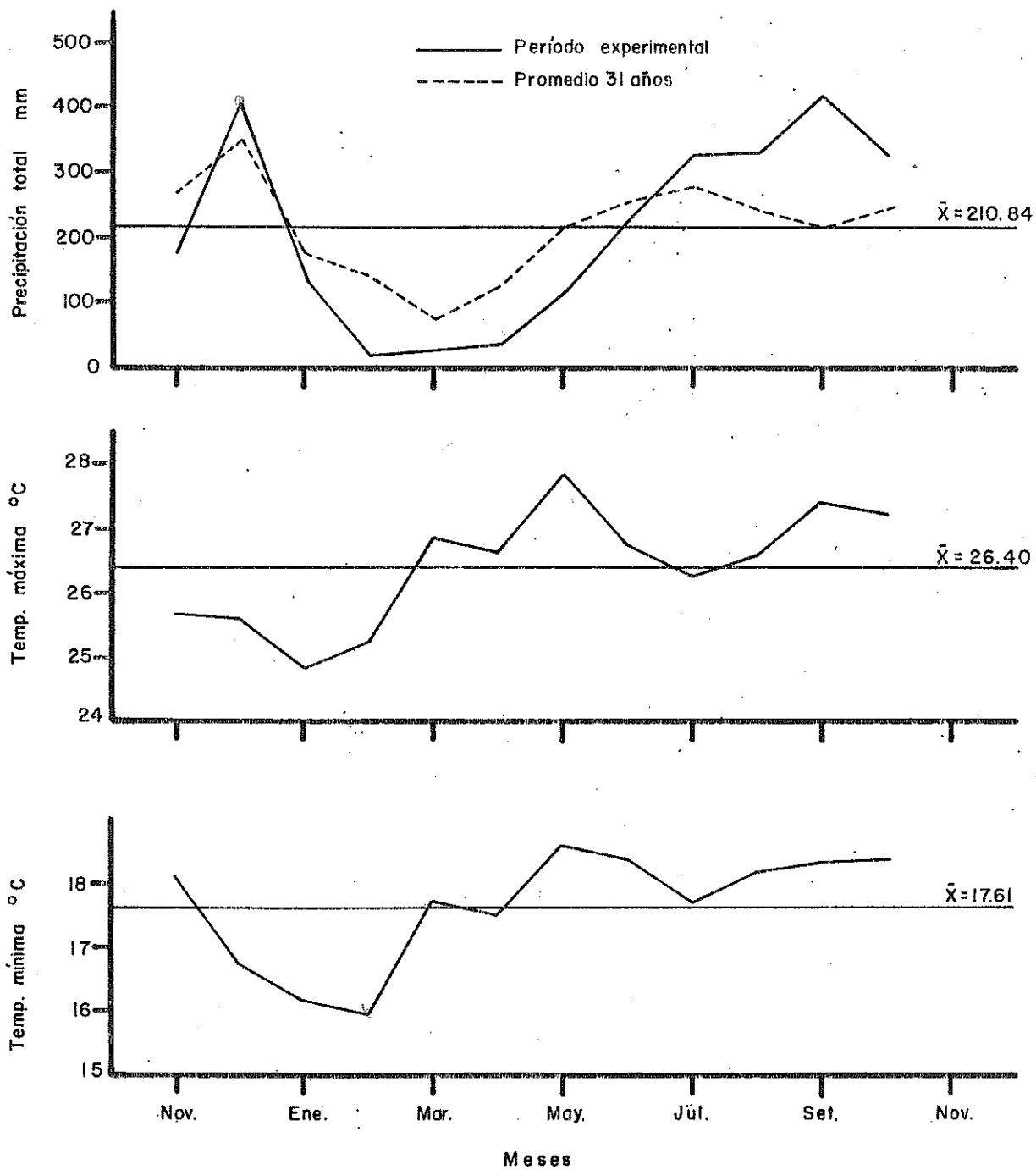


Fig. A1 Condiciones climatológicas que prevalecieron durante el experimento

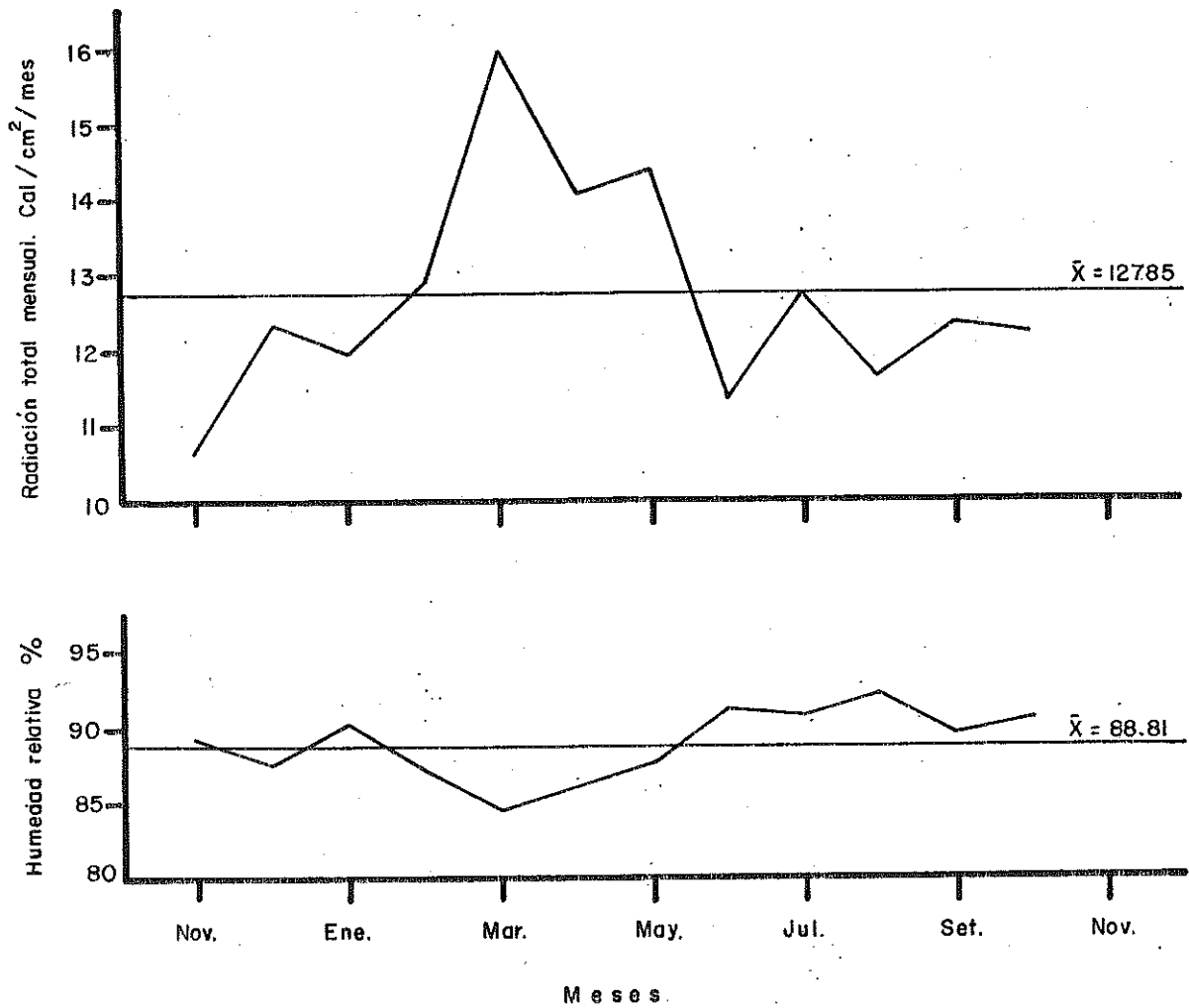


Fig. A1 Cont.

Cuadro A2. Velocidad de emergencia (días)^{1/} en yuca variedad
Valencia en cinco sistemas de producción.

Tratamiento	Días a la emergencia
01-1	12.00
01-2	12.00
13-1	11.25
13-2	11.25
14-1	12.00
14-2	12.00
16-1	11.25
16-2	11.25
24-1	12.00
24-2	12.00

^{1/} número de días a la aparición de las primeras hojas

Cuadro A3. Biomasa total (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

Trat.	Tecnol.	M U E S T R E O						\bar{x}
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	
07	S ₁	11,24	63,42	367,22	505,49	546,39	554,05	341,30
	S ₂	9,19	75,84	406,04	481,64	623,24	680,71	379,55
	\bar{x}	10,22	69,64	386,64a	493,47a	585,12a	617,58a	360,43
13	S ₁	7,53	38,19	147,68	225,46	369,94	458,72	207,92
	S ₂	11,03	54,39	195,45	303,70	717,85	433,43	219,31
	\bar{x}	9,28	46,50	151,57cd	264,59a	343,90b	446,08b	213,62
14	S ₁	8,80	50,09	212,95	433,16	-	-	176,25
	S ₂	12,10	43,75	214,18	326,68	-	-	149,18
	\bar{x}	10,46	46,93	213,57bc	379,92c	-	-	162,72
16	S ₁	7,78	45,08	212,02	358,31	-	-	155,80
	S ₂	8,45	70,24	286,76	504,97	-	-	217,61
	\bar{x}	8,12	57,66	249,39b	431,64ab	-	-	186,70
24	S ₁	6,79	23,64	105,58	185,68	256,27	303,66	146,94
	S ₂	7,63	34,59	171,75	265,08	380,15	453,97	218,87
	\bar{x}	7,21	29,12	138,67d	225,39d	318,21b	378,82c	182,90
	\bar{X}	9,06	49,93	227,97	359,02	415,74	480,76	

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

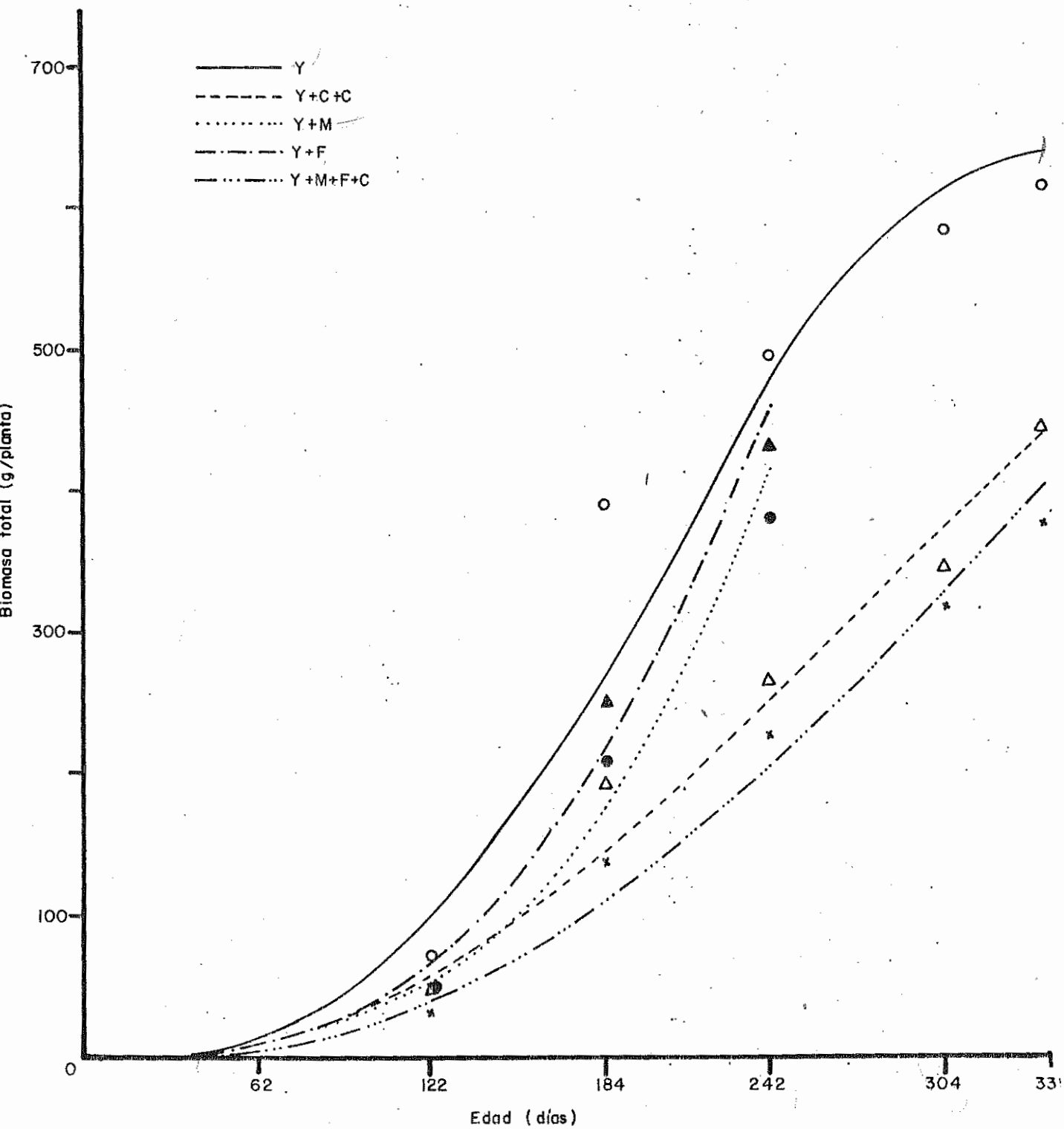


Fig. A2 Curvas de crecimiento de la biomasa total de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A4. Biomasa de hojas (g/planta) de yuca var. Valencia obtenida para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

		M U E S T R E O						
Trat.	Tecnol.	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	\bar{x}
01	S ₁	6,92	27,73	41,21	21,03	12,19	10,76	19,98
	S ₂	5,74	29,10	38,67	22,59	14,82	11,35	20,38
	\bar{x}	6,33	28,42a	39,94a	21,81b	13,51	11,06	20,18
13	S ₁	4,42	13,75	19,18	24,06	16,51	17,94	15,98
	S ₂	6,62	19,54	21,08	31,96	17,13	17,32	18,95
	\bar{x}	5,53	16,65c	20,13d	28,02ab	16,82	17,63	17,46
14	S ₁	5,52	17,24	28,53	26,59	-	-	19,47
	S ₂	7,39	15,88	25,18	25,42	-	-	18,47
	\bar{x}	6,46	16,57cd	26,86bc	26,01b	-	-	18,97
16	S ₁	4,68	20,32	24,08	28,02	-	-	19,28
	S ₂	4,95	29,97	35,71	37,02	-	-	26,91
	\bar{x}	4,81	25,15ab	29,90b	32,52a	-	-	23,09
24	S ₁	3,80	7,87	12,23	19,91	10,57	9,46	10,64
	S ₂	4,36	11,46	24,53	27,02	16,13	16,21	16,62
	\bar{x}	4,08	9,67e	18,38d	23,47b	13,36	12,84	13,63
	\bar{X}	5,44	19,29	27,04	26,37	14,56	13,84	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

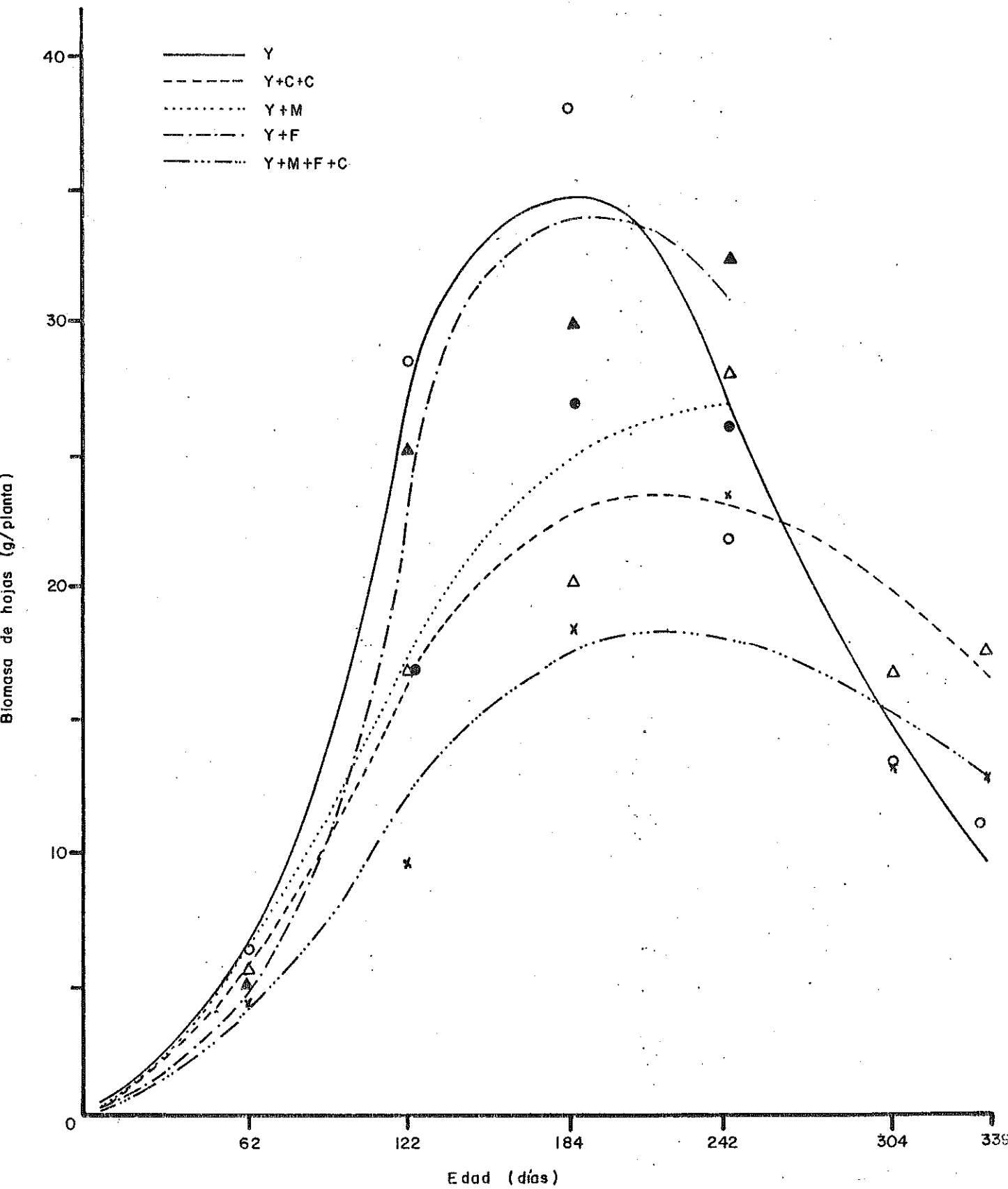


Fig. A3 Curvas de crecimiento de la biomasa de hojas de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A5. Biomasa de tallos más pecíolos (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

Trat.	Tecnol.	M U E S T R E O						\bar{x}
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	
01	S ₁	4,31	35,69	129,60	143,80	159,51	172,71	107,61
	S ₂	3,45	46,74	136,06	118,04	197,25	209,73	118,55
	\bar{x}	3,88	41,22	132,84a	130,92ab	178,38	191,23	113,08
13	S ₁	3,10	24,44	58,79	79,96	127,56	161,01	75,81
	S ₂	4,40	34,84	81,15	108,04	127,02	166,74	87,04
	\bar{x}	3,75	29,65	69,97b	99,00c	127,29	163,88	81,42
14	S ₁	3,27	32,84	98,84	148,26	-	-	70,81
	S ₂	4,71	27,86	93,75	114,62	-	-	60,24
	\bar{x}	3,99	30,35	96,30b	131,45a	-	-	65,52
16	S ₁	3,10	24,76	68,38	101,05	-	-	49,32
	S ₂	3,50	40,27	93,69	142,34	-	-	69,95
	\bar{x}	3,30	32,52	81,04b	121,69abc	-	-	59,64
24	S ₁	2,99	15,77	58,71	82,39	130,94	139,66	71,75
	S ₂	3,26	23,13	91,70	125,41	172,90	206,02	103,74
	\bar{x}	3,13	19,45	75,21b	103,90c	151,92	172,84	87,74
	$\bar{\bar{x}}$	3,61	30,64	91,07	117,39	152,53	175,98	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

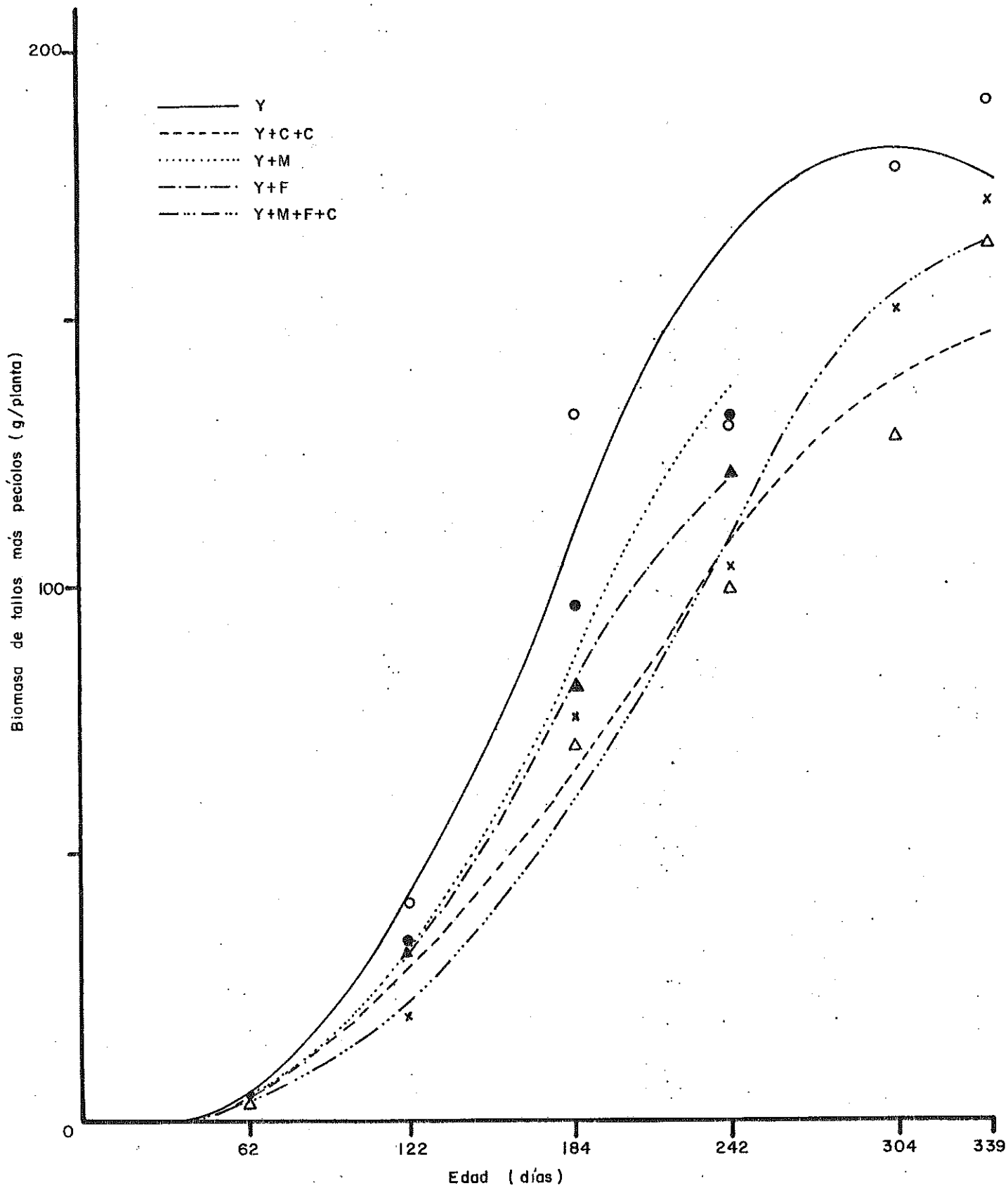


Fig. A 4 Curvas de crecimiento de la biomasa de tallos más pecíolos de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A6. Biomasa de raíces reservantes (g/planta) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

Trat.	Tecnol.	M U E S T R E O						\bar{x}
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	
01	S ₁	-	-	160,16	340,66	374,69	370,57	311,52
	S ₂	-	-	231,31	341,02	411,77	459,62	360,93
	\bar{x}	-	-	195,74a	340,84a	393,23a	415,10a	336,23
13	S ₁	-	-	69,70	121,43	225,86	279,77	174,20
	S ₂	-	-	93,22	163,70	173,70	249,36	169,99
	\bar{x}	-	-	81,47cd	142,57d	199,78b	264,57b	172,10 ^h
14	S ₁	-	-	85,57	258,30	-	-	171,94
	S ₂	-	-	95,24	186,63	-	-	140,94
	\bar{x}	-	-	90,41c	222,47c	-	-	156,44
16	S ₁	-	-	119,56	229,23	-	-	174,40
	S ₂	-	-	157,36	325,76	-	-	241,56
	\bar{x}	-	-	138,46b	277,50b	-	-	207,98
24	S ₁	-	-	34,63	83,63	114,75	154,54	96,89
	S ₂	-	-	55,51	114,64	191,11	231,73	148,25
	\bar{x}	-	-	45,08d	99,14d	152,94b	193,14c	122,57
	\bar{X}	-	-	110,23	216,50	240,65	290,94	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

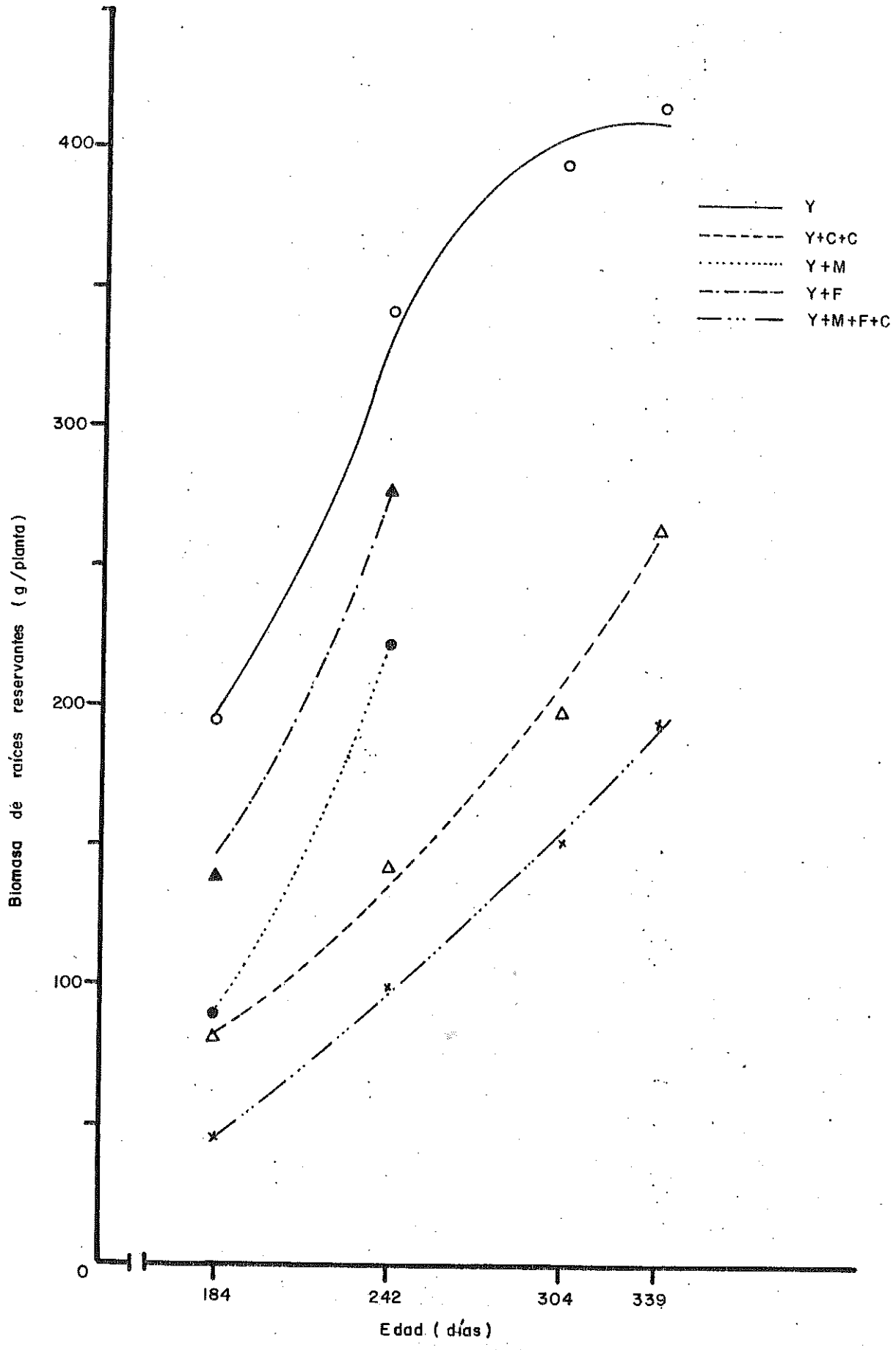


Fig. A5 Curvas de crecimiento de la biomasa de raíces reservantes de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A7. Altura de planta (cm) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

		M U E S T R E O						
Treat.	Tecnol.	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	\bar{x}
01	S ₁	30,69	99,66	119,70	163,87	191,87	204,00	134,97
	S ₂	32,89	109,91	130,12	163,25	193,37	202,62	138,70
	\bar{x}	31,79	104,79ab	124,92ab	163,56ab	192,63	203,31	136,83
13	S ₁	32,40	69,41	85,29	144,25	185,50	195,50	118,73
	S ₂	39,04	85,33	93,33	147,37	182,50	194,12	123,62
	\bar{x}	35,72	77,37d	89,31e	145,81e	184,00	194,81	121,71
14	S ₁	33,49	108,25	141,95	184,37	-	-	117,02
	S ₂	37,53	104,08	131,41	166,87	-	-	109,98
	\bar{x}	35,51	106,17a	136,69a	175,63a	-	-	113,50
16	S ₁	31,16	75,83	94,50	150,75	-	-	88,06
	S ₂	34,97	102,08	122,25	169,62	-	-	107,23
	\bar{x}	33,07	88,96cd	108,37cd	160,19cd	-	-	97,65
24	S ₁	35,88	90,25	108,37	150,87	183,62	190,25	126,54
	S ₂	35,77	93,58	130,87	171,50	207,75	215,00	142,41
	\bar{x}	35,83	91,92abc	119,62bc	161,19bc	195,69	202,63	134,48
	\bar{X}	34,38	93,84	115,78	161,28	190,77	200,25	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

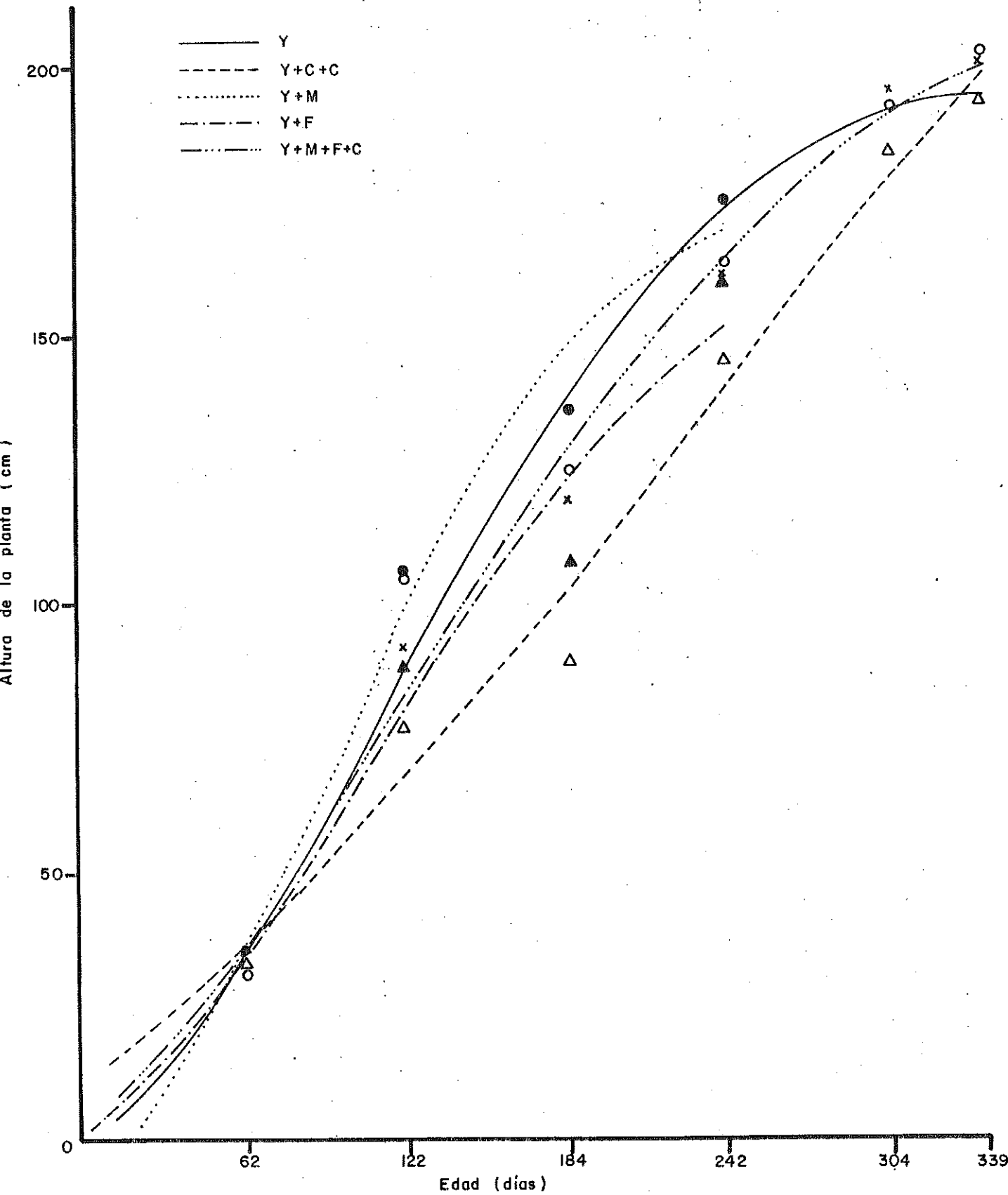


Fig. A6 Curvas de crecimiento de la altura de la planta de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A8. Circunferencia del tallo (cm) de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

Trat.	Tecnol.	M U E S T R E O						\bar{x}
		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	
01	S ₁	3,52	5,70	6,18	6,91	7,05	7,15	6,08
	S ₂	3,65	6,26	6,63	7,23	7,27	7,90	6,50
	\bar{x}	3,59	5,98a	6,41ab	7,08ab	7,16	7,53	6,29
13	S ₁	3,57	4,75	5,93	6,70	7,06	7,25	5,88
	S ₂	3,71	5,15	5,66	6,60	6,58	6,68	5,74
	\bar{x}	3,64	4,95c	5,80c	6,65b	6,83	6,97	5,81
14	S ₁	3,48	5,25	6,31	7,16	-	-	5,55
	S ₂	3,56	5,04	6,56	7,17	-	-	5,59
	\bar{x}	3,52	5,15bc	6,44a	7,17ab	-	-	5,57
16	S ₁	3,48	5,25	5,67	7,16	-	-	5,39
	S ₂	3,40	5,89	6,33	7,68	-	-	5,83
	\bar{x}	3,44	5,57ab	6,01abc	7,43a	-	-	5,61
24	S ₁	3,32	4,55	5,39	6,75	6,93	6,85	5,63
	S ₂	3,13	4,67	6,18	7,21	7,18	7,18	5,93
	\bar{x}	3,23	4,61c	5,79c	6,98ab	7,06	7,02	5,78
	\bar{X}	3,48	5,25	6,09	7,06	7,02	7,17	

1/ Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

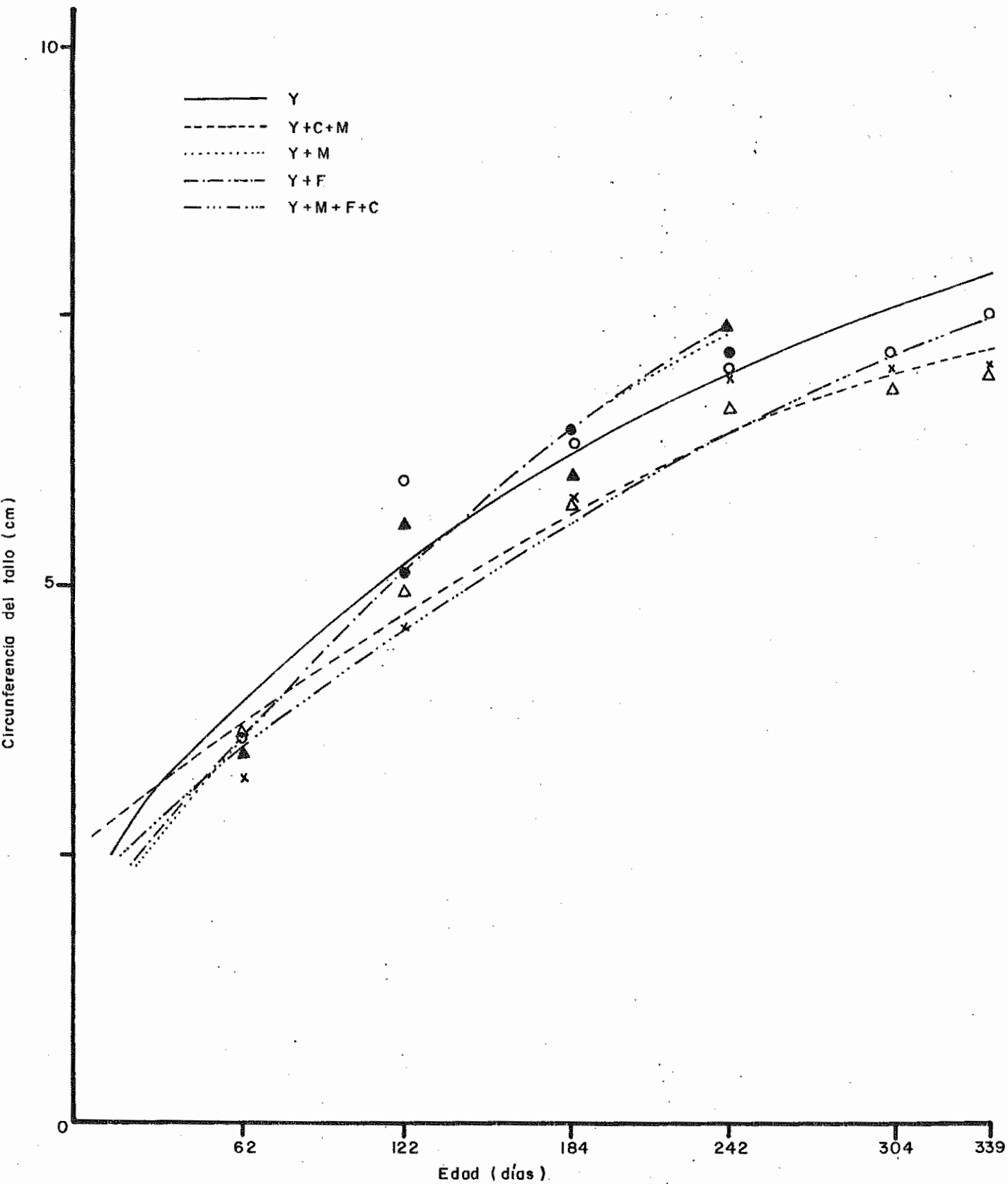


Fig. A7 Curvas de crecimiento de la circunferencia del tallo de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A9. Número de hojas en yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

		M U E S T R E O						
Tret.	Tecnol.	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	\bar{x}
01	S ₁	11,25	27,50	33,25	41,25	33,87	32,25	29,90
	S ₂	13,25	29,75	28,75	43,25	44,50	38,00	32,92
	\bar{x}	12,25	28,63a	31,00ab	42,25abc	32,10a	35,13	31,40
13	S ₁	9,75	19,00	26,00	27,75	28,12	42,50	25,52
	S ₂	10,25	20,00	19,75	28,62	27,12	40,50	24,38
	\bar{x}	10,00	19,50bc	22,88b	28,19d	27,63b	41,50	24,95
14	S ₁	11,50	19,50	43,00	45,25	-	-	29,81
	S ₂	11,75	20,25	34,00	39,50	-	-	26,37
	\bar{x}	11,63	19,88bc	38,50a	42,38ab	-	-	28,09
16	S ₁	10,25	24,25	26,25	38,50	-	-	24,81
	S ₂	10,25	28,50	36,75	57,25	-	-	33,18
	\bar{x}	10,25	26,38ab	31,50ab	47,87a	-	-	29,00
24	S ₁	10,25	13,25	22,25	27,25	21,12	26,00	20,02
	S ₂	9,75	16,50	32,75	42,50	27,25	41,75	28,42
	\bar{x}	10,00	14,88c	27,50b	34,87bcd	24,19b	33,88	24,22
	\bar{x}	10,83	21,85	30,28	39,11	30,34	36,84	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

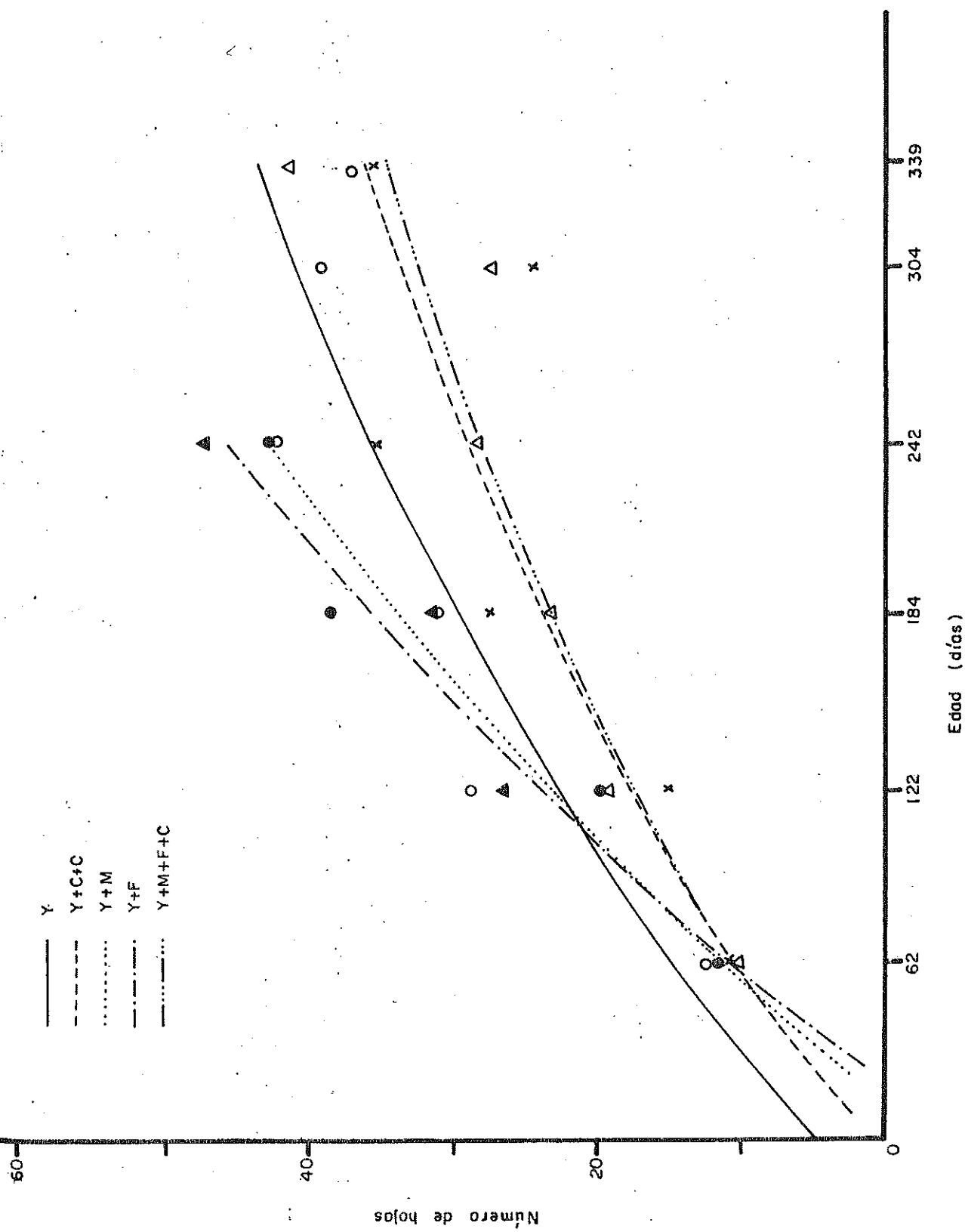


Fig. A8 Curvas de crecimiento del número de hojas de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro A10. Area foliar (dm²) por planta de yuca var. Valencia para tratamientos, tecnolo-
gías y muestreos y pruebas de Tuncen^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

		M U E S T R E O						
Treat.	Tecnol.	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	\bar{x}
01	S ₁	17,18	57,46	74,41	47,73	31,57	25,40	42,30
	S ₂	14,23	63,15	69,74	51,28	38,39	26,78	43,93
	\bar{x}	15,71	60,31a	72,08a	49,51c	34,99	26,09b	43,11
13	S ₁	10,98	29,83	34,59	54,62	42,76	42,33	35,86
	S ₂	16,43	42,41	38,01	72,56	44,36	40,88	42,45
	\bar{x}	13,71	36,12c	36,30cd	63,60ab	43,57	41,61a	39,15
14	S ₁	13,71	37,42	51,45	60,36	-	-	40,74
	S ₂	18,32	34,49	45,41	57,72	-	-	38,99
	\bar{x}	16,02	35,96cd	48,43bc	59,04c	-	-	39,86
16	S ₁	11,60	44,10	43,43	66,51	-	-	41,41
	S ₂	12,28	65,04	64,42	83,99	-	-	56,44
	\bar{x}	11,94	54,57ab	52,93b	75,25a	-	-	48,92
24	S ₁	9,43	17,08	22,05	44,64	27,38	22,33	23,82
	S ₂	10,82	24,86	44,24	61,35	41,79	38,26	36,89
	\bar{x}	10,13	20,98e	33,15d	52,99bc	34,59	30,30ab	30,56
	\bar{x}	13,50	41,59	48,58	60,08	37,72	32,67	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

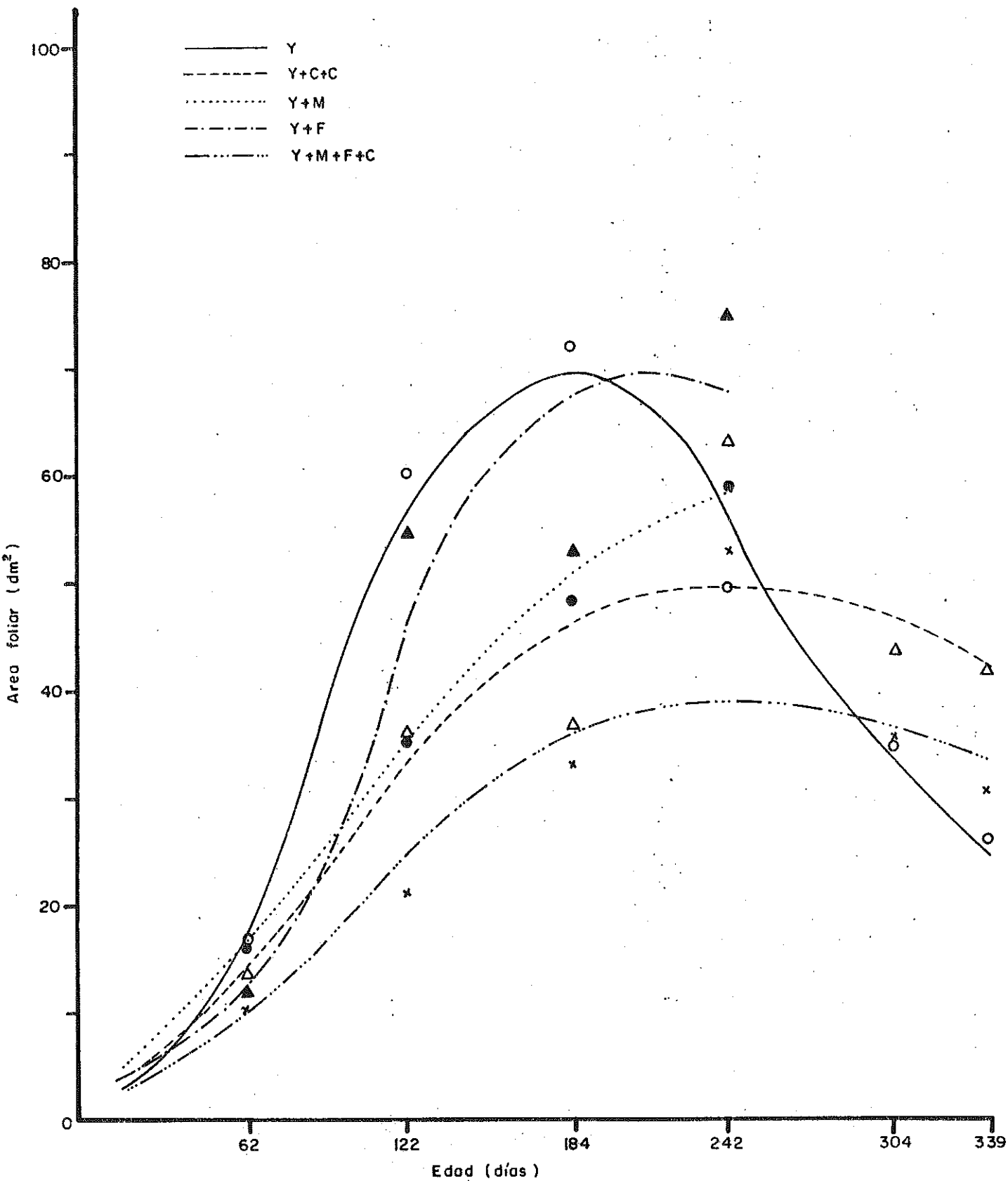


Fig. A9 Curvas de crecimiento del área foliar de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro All. Índice de área foliar por planta en yuca var. Valencia para tratamientos, tecnologías y muestreos y pruebas de Duncan^{1/} para tratamientos dentro de muestreos.

		M U E S T R E O						
Treat.	Tecnol.	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	\bar{x}
01	S ₁	0,34	1,15	1,49	0,95	0,63	0,50	0,85
	S ₂	0,28	1,26	1,39	1,02	0,77	0,54	0,88
	\bar{x}	0,31	1,21a	1,44a	0,99a	0,70	0,52	0,86
13	S ₁	0,22	0,59	0,69	1,09	0,85	0,84	0,72
	S ₂	0,32	0,84	0,76	1,45	0,88	0,81	0,78
	\bar{x}	0,27	0,72c	0,73cd	1,27ab	0,87	0,83	0,78
14	S ₁	0,27	0,75	1,03	1,20	-	-	0,82
	S ₂	0,36	0,68	0,90	1,15	-	-	0,78
	\bar{x}	0,32	0,71cd	0,97bc	1,18bc	-	-	0,80
16	S ₁	0,23	0,88	0,87	1,33	-	-	0,83
	S ₂	0,24	1,30	1,28	1,68	-	-	1,13
	\bar{x}	0,24	1,09ab	1,08b	1,51a	-	-	0,98
24	S ₁	0,19	0,34	0,44	0,89	0,54	0,44	0,48
	S ₂	0,22	0,50	0,88	1,22	0,83	0,76	0,72
	\bar{x}	0,21	0,42e	0,67d	1,06bc	0,69	0,61	0,61
	\bar{x}	0,27	0,83	0,98	1,20	0,75	0,65	

^{1/} Letras diferentes indican diferencias significativas al 5%

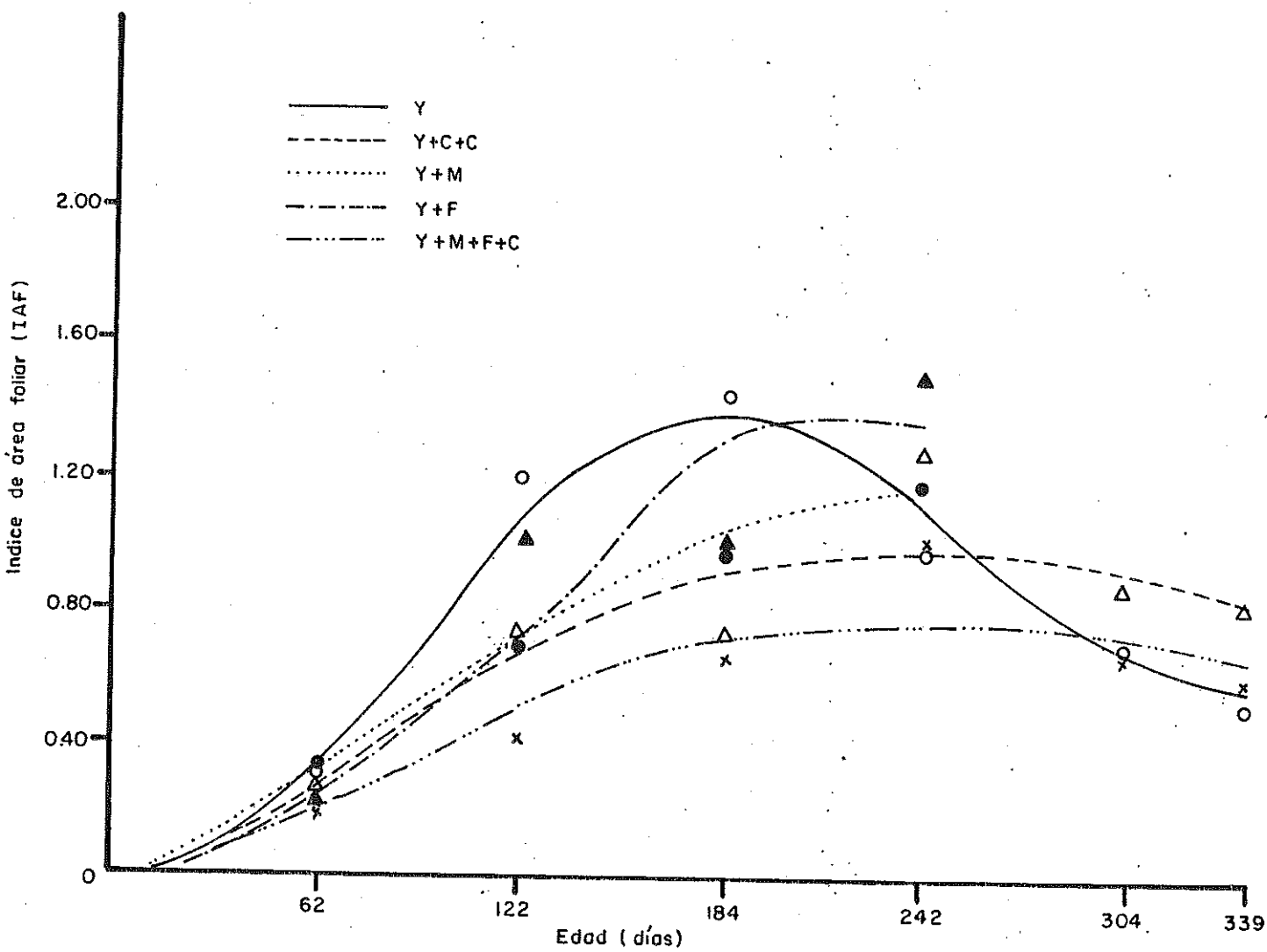


Fig. A10 Curvas de crecimiento del índice de área foliar de yuca variedad Valencia en monocultivo y diferentes asociaciones

Cuadro Al2. Análisis de la variancia de biomasa total (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	70521.16	23507.16	1.29
T	4	385732.56	96433.14	5.31*
Error (a)	12	217792.22	18149.35	
S	1	21843.95	21843.94	4.36
TS	4	37900.69	9475.17	1.89
Error (b)	15	75029.42	5001.96	
M	3	3186539.00	1062179.75	261.15*
MT	12	321611.62	26800.96	6.58*
MS	3	12572.37	4190.79	1.03
Error (c)	102	414861.25	4067.79	
Total	159	4744401.01		

Cuadro Al3. Análisis de la variancia de biomasa total (g/planta) yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	162922.18	54307.39	0,70
T	2	864169.25	432084.62	5.63*
Error (a)	6	460390.12	76731.68	
S	1	59103.62	59103.62	10.53*
TS	2	22079.51	11039.75	1.96
Error (b)	9	50487.48	5609.72	
M	5	4460450.01	892089.87	125.34*
MT	10	357365.18	35736.51	5.02*
MS	5	26511.42	5302.28	0.74
Error (c)	100	711715.16	7117.15	
Total	143	7175190.01		

Cuadro A14. Análisis de la variancia de biomasa de hojas (p/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos

FV	GL	SC	CM	F
R	3	963.20	321.06	1.46
T	4	2228.07	557.02	2.54
Error (a)	12	2624.72	218,72	
S	1	450.17	450.17	5.19 *
TS	4	460.43	115.11	1.32
Error (b)	15	1300.54	86.70	
M	3	12063.94	4021.31	103.77*
MT	12	2539.19	211.60	5.46*
MS	3	97.51	32,50	0.83
Error (c)	102	3952.57	38.75	
Total	159	26680.35		

Cuadro A15. Análisis de la variancia de biomasa de hojas (g/planta) en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	549.22	183,07	0.53
T	2	1038.01	519.01	1.50
Error (a)	6	2069.26	344.87	
S	1	349.68	349.68	11.62 *
TS	2	186,94	93.47	3.10
Error (b)	9	270.64	30.07	
M	5	7030.23	1406.04	29,11 *
MT	10	3126.09	312.60	6.47*
MS	5	84.73	16.94	0.35
Error (c)	100	4829.64	48.29	
Total	143	19534.46		

Cuadro A16. Análisis de variancia de biomasa de tallos más peciódlos (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	11746.35	3915.35	1.23
T	4	17002.64	4250.66	1.33
Error (a)	12	38288.26	3190.68	
S	1	3129.71	3129.71	3.10
TS	4	6638.75	1659.68	1.64
Error (b)	15	15103.64	1006.90	
M	3	327464.50	109154.82	178.40 *
MT	12	14471.96	1205.99	1.97 *
MS	3	1306.91	435.63	0.71
Error (c)	102	62405.89	611.82	
Total	159	497558.37		

Cuadro A17. Análisis de la variancia de biomasa de tallos más peciódlos (g/planta) en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	18267.66	6089.22	0.45
T	2	26939.58	13469.79	1.00
Error (a)	6	80597.06	13432.84	
S	1	11732.31	11732.31	10.55*
TS	2	3499.89	1749.95	1.57
Error (b)	9	10005.18	1111.68	
M	5	543572.87	108714.56	143.19 *
MT	10	13823.58	1382.35	1.82
MS	5	4853.70	970.74	1.27
Error (c)	100	75918.47	759.18	
Total	143	789209.63		

Cuadro A18. Análisis de la variancia de biomasa de raíces de reserva (g/planta) en yuca var. Valencia con dos muestreos

FV	GL	SC	CM	F
R	3	38229.71	12743.23	0.99
T	4	384193.06	96048.26	7.46 *
Error (a)	12	154446.90	12870.57	
S	1	13675.40	13675.40	4.90 *
TS	4	20345.03	5086.25	1.82
Error (b)	15	41803.59	2786.90	
M	1	225874.53	225874.53	140.75 *
MT	4	32049.68	8012.42	4.99 *
MS	1	832.56	832.56	0.51
Error (c)	34	54559.73	1604.69	
Total	79	966009.62		

Cuadro A19. Análisis de la variancia de biomasa de raíces de reserva (g/planta) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	106322.92	35440.97	0.97
T	2	800424.25	400212.12	10.96 *
Error (a)	6	219072.90	36512.14	
S	1	24867.73	24867.73	7.85 *
TS	2	15903.87	7951.93	2.51
Error (b)	9	28482.53	3164.72	
M	3	451570.31	150523.43	36.12 *
MT	6	29134.63	4855.77	1.16
MS	3	2448.91	816.30	0.19
Error (c)	60	249975.71	4166.26	
Total	95	1928202.25		

Cuadro A20. Análisis de la variancia de altura de planta (m)
en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	2331.98	777.32	0.40
T	4	12493.46	3123.46	1.64
Error (a)	12	22779.47	1898.28	
S	1	2275.19	2275.19	3.70
TS	4	2951.91	737.97	1.20
Error (b)	15	9212.30	614.15	
M	3	333607.87	111202.60	582.13*
MT	12	6116.85	509.73	2.66*
MS	3	492.64	164.21	0.85
Error (c)	102	19484.62	191.02	
Total	159	411746.50		

Cuadro A21. Análisis de variancia de altura de la planta (m)
en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	5877.76	1959.25	0.34
T	2	6846.56	3423.28	0.60
Error (a)	6	33771.37	5628.62	
S	1	2399.12	2399.12	5.60*
TS	2	1077.47	538.73	1.25
Error (b)	9	3850.01	427.78	
M	5	487653.68	97530.73	483.70*
TM	10	4583.81	458.38	2.27*
MS	5	370.62	74.12	0.36
Error (c)	100	20161.85	201.61	
Total	143	566592.25		

Cuadro A22. Análisis de la variancia de circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	2.41	0.80	0.96
T	4	8.36	0.09	2.49
Error (a)	12	10.05	0.83	
S	1	2.21	2.21	3.52
TS	4	1.11	0.27	0.44
Error (b)	15	9.42	0.62	
M	3	275.80	91.93	294.50 *
MT	12	7.53	0.62	2.01 *
MS	3	0.73	0.24	0.78
Error (c)	102	31.82	0.31	
Total	159	349.47		

Cuadro A23. Análisis de la variancia de circunferencia del tallo (cm) en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	1.80	0.60	0.20
T	2	3.96	1.98	0.66
Error (a)	6	17.86	2.97	
S	1	2.88	2.88	2.57
TS	2	4.24	2.12	1.89
Error (b)	9	10.09	1.12	
M	5	229.10	45.82	81.55 *
MT	10	8.99	0.89	1.60
MS	5	2.29	0.45	0.81
Error (c)	100	56.18	0.56	
Total	143	337.44		

Cuadro A24. Análisis de la variancia de número de hojas en
yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

Fv	GL	SC	CM	F
R	3	267.74	89.24	0.58
T	4	2255.53	563.88	3.69*
Error (a)	12	1829.72	152.47	
S	1	212.75	212.75	11600
TS	4	858.07	214.51	1.62
Error (b)	15	1983.46	132.30	
M	3	17471.12	5823.70	86.82*
MT	12	1708.72	142.39	2.12*
MS	3	230.30	76.76	1.14
Error (c)	102	6840.28	67.06	
Total	159	33657.68		

Cuadro A25. Análisis de la variancia de número de hojas en
yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	777.60	259.20	0.75
T	2	1502.43	751.21	2.20
Error (a)	6	2048.23	341.37	
S	1	421.96	421.96	5.70*
TS	2	549.18	274.59	3.71
Error (b)	9	665.71	73.97	
M	5	11362.55	2272.50	29.28*
MT	10	1620.82	162.08	2.08*
MS	5	246.80	49.36	0.63
Error (c)	100	7761.03	77.61	
Total	143	26856.31		

Cuadro A26. Análisis de la variancia de área foliar (dm^2) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	4342.22	1447.40	1.63
T	4	9086.81	2271.70	2.58
Error (a)	12	10643.55	886.96	
S	1	2021.86	2021.86	5.67*
TS	4	1741.67	435.41	1.22
Error (b)	15	5344.45	356.29	
M	3	47240.14	15746.71	101.60 *
MT	12	10156.88	846.40	5.46 *
MS	3	428.80	142.93	0.92
Error (c)	102	16796.67	154.86	
Total	159	106803.03		

Cuadro A27. Análisis de la variancia de área foliar (dm^2) en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	3009.97	1003.32	0.65
T	2	4092.86	2046.43	1.33
Error (a)	6	9217.47	1536.24	
S	1	1814.54	1814.54	12.90*
TS	2	788.75	394.37	2.80
Error (b)	9	1263.93	140.44	
M	5	24726.41	4945.28	22.41 *
MT	10	12115.82	1211.58	5.49 *
MS	5	428.26	85.65	0.38
Error (c)	100	22062.19	220.62	
Total	143	79520.17		

Cuadro A28. Análisis de la variancia de índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia con cuatro muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	1.74	0.58	1.64
T	4	3.61	0.90	2.55
Error (a)	12	4.25	0.35	
S	1	0.79	0.79	5.58*
TS	4	0.70	0.17	1.23
Error (b)	15	2.14	0.14	
M	3	18.87	6.29	101.50*
MT	12	4.07	0.34	5.46*
MS	3	0.17	0.05	0.92
Error (c)	102	6.34	0.06	
Total	159	42.72		

Cuadro A29. Análisis de la variancia de índice de área foliar (IAF) en yuca var. Valencia con seis muestreos.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	1.20	0.40	0.65
T	2	1.63	0.81	1.32
Error (a)	6	3.68	0.61	
S	1	0.73	0.73	12.97*
TS	2	0.31	0.16	2.80
Error (b)	9	0.50	0.05	
M	5	9.89	1.97	22.49*
MT	10	4.83	0.48	5.48*
MS	5	0.17	0.03	0.38
Error (c)	100	8.84	0.08	
Total	143	31.81		

Cuadro A30. Análisis de la variancia de velocidad de emer --
gencia (días) en yuca var. Valencia.

FV	GL	SC	CM	F
R	3	2.00	0.66	0.60
T	4	3.15	0.78	0.71
Error (a)	12	13.25	1.10	
S	1	0.00	0.00	0.00
TS	4	2.25	0.56	0.71
Error (b)	15	11.75	0.78	
Total	39	32.40		

Cuadro A31. Análisis de la variancia de producción de raí- -
ces (Kg/ha) en yuca var. Valencia.

FV	GL	SC	CM	CM	F
R	3	95975936.18	31391976.04		1.34
T	4	379977216.87	94994303.22		3.98*
Error (a)	12	286482240.87	23873516.05		
S	1	184230464.37	184230464.37		10.52*
TS	4	473719808.75	118429952.18		6.76*
Error (b)	15	262594928.56	17506328.57		
Total	39	1682780163.00			

Cuadro A32. Análisis de la variancia de índice de eficiencia de producción de alimentos (UET).

FV	GL	SC	CM	F
R	3	29761.68	9920.56	3.09
T	4	153145.41	38286.35	11.94 *
Error (a)	12	38449.19	3204.09	
S	1	1755.62	1755.62	0.78
TS	4	4328.50	1082.12	0.48
Error (b)	15	33530.36	2235.35	
Total	39	260970.68		