

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)
SOMETIDA A UNA PODA PARCIAL Y CULTIVADA EN ASOCIACION
CON FRIJOL ARBUSTIVO Y VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.)

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

Magister Scientiae

por

VICTOR HUGO CASTELLANOS DOMINGUEZ

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Cultivos Anuales
Turrialba, Costa Rica

1981

DEDICATORIA

A mi madre Eladía Trinidad

A mi padre Ernesto

A mis hermanos

A la memoria de mi hermano José Arnaldo

A mi esposa María del Carmen

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su sincero agradecimiento a sus Profesores Consejeros, Doctores Miguel Holle y Dietrich Leihner del CATIE y el CIAT, a quienes pertenecen muchas de las ideas de este trabajo y por brindarle desinteresadamente sus orientaciones.

A los miembros de su Comité Asesor, Doctores José Fargas y Gustavo Enríquez, por su apoyo y atinadas sugerencias.

Al personal de la Unidad de Estadística y Computación del CIAT, en especial al Dr. Eduardo Granados, por la ayuda en el análisis de los datos.

Al personal de campo del Programa de Prácticas Culturales de yuca del CIAT, por su colaboración en la recolección de toma de datos.

A los Drs. Fernando Fernández y Abelardo Castro, por la colaboración y amistad ofrecida.

A mi hermano Diomedes Elías, por su constante estímulo en el desarrollo de mis estudios.

A mi esposa María del Carmen, por su colaboración, comprensión y estímulo demostrado durante mis estudios.

A la señora Hilda Jiménez por su eficiente trabajo de mecanografía.

Al Centro Internacional de Desarrollo Agropecuario, CIDA, al Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, a la Secretaría de Estado de Agricultura de República Dominicana, a la Universidad de Costa Rica y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, porque me dieron la oportunidad de lograr este objetivo.

BIOGRAFIA

El autor nació en el Cruce de Guayacanes, Mao, República Dominicana. Realizó sus estudios primarios en su lugar de nacimiento y los secundarios en la ciudad de Mao. Los estudios universitarios los efectuó en la Universidad Católica "Madre y Maestra" de Santiago de los Caballeros, graduándose como Ingeniero Agrónomo en 1975.

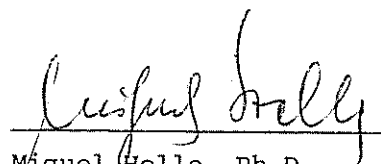
En 1975 ingresó a la Secretaría de Estado de Agricultura, en el Departamento de Extensión Agropecuaria como agente de área. En 1976 pasó al Departamento de Economía Agropecuaria como encargado zonal de administración rural, y en 1977 al Departamento de Producción como Supervisor Regional del Programa de Tubérculos y Raíces.

De 1976 a 1977, estuvo como Interno Posgraduado en el Programa de "Agronomía de Yuca" del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia y en 1979 ingresó al Sistema de Estudios de Posgrado del Programa conjunto Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), Turrialba, graduándose de *Magister Scientiae*, en junio de 1981.


Esta tesis fue aceptada en su forma presente por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito para optar al grado de

Magister Scientiae


JURADO:


Miguel Holle, Ph.D.


Profesor Consejero



José Fargas, Ph.D.

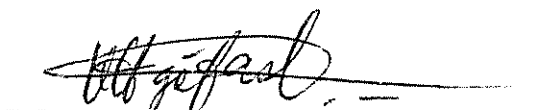
Miembro del Comité


Gustavo Enríquez, Ph.D

Miembro del Comité


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


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


Víctor Hugo Castellanos Domínguez
Candidato

INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	viii
SUMMARY	x
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Yuca en monocultivo	3
2.2 La yuca asociada con leguminosas y otros cultivos	3
2.3 Yuca con poda	6
2.4 La yuca con poda y asociada con leguminosas	7
2.5 La radiación solar dentro de los cultivos	8
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Localización y características de suelo y clima	10
3.2 Experimentos, diseño y tratamientos	10
3.3 Material vegetal empleado	14
3.4 Establecimiento de los cultivos	14
3.5 Fertilización	14
3.6 Herbicidas	17
3.7 Relación de transmisión de luz (RTL) y precipitación	17
3.8 Análisis de nutrimentos	18
3.9 Comparaciones entre los sistemas	19
3.9.1 Extracción de nutrimentos por cultivo	19
3.9.2 Uso equivalente de tierra (UET)	20
3.9.3 Evaluación energética	20
3.10 Cosechas	23
3.11 Variables medidas	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1 Condiciones climáticas durante el período experimental ...	26
4.2 Aspectos de manejo de los cultivos en los dos experimen- tos	26
4.3 Relación de transmisión de luz (RTL)	29
4.4 Características biológicas de yuca y frijol arbustivo (Exp. 1)	29

4.4.1	Yuca	29
	a) Características morfológicas	29
	b) Características de biomasa	32
	c) Características agronómicas	36
4.4.2	Frijol arbustivo	38
	a) Características morfológicas	38
	b) Características de biomasa	43
	c) Características agronómicas	43
4.5	Características biológicas de yuca, frijol voluble y maíz (Exp. 2)	44
4.5.1	Yuca	44
	a) Características morfológicas	44
	b) Características de biomasa	44
	c) Características agronómicas	44
4.5.2	Frijol voluble	51
	a) Características morfológicas	51
	b) Características de biomasa	55
	c) Características agronómicas	55
4.5.3	Maíz	56
4.6	Comparaciones entre los sistemas	56
	4.6.1 Extracción de nutrimentos	56
	4.6.2 Uso equivalente de tierra (UET)	61
	4.6.3 Datos energéticos	61
5.	CONCLUSIONES	68
6.	LITERATURA CITADA	70
	APENDICE	75

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), establecido en Palmira, Colombia. El período de investigación de campo abarcó desde diciembre 1979 hasta enero 1981.

Los objetivos del estudio fueron: evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de yuca (cv. M MEX-II) y frijol (arbustivo tipo II-cv. 'P-556' y voluble tipo IV b cv. 'G-2258') cuando se cultivan asociados; determinar la época más apropiada para la siembra de ambos cvs. de frijol con relación a un cultivo de yuca de por lo menos 6 meses de establecido, sin y con poda; y evaluar la extracción de macronutrientes (N-P-K-Ca-Mg) a la cosecha, realizada por los componentes de la asociación yuca-frijol y sus respectivos monocultivos.

El trabajo consistió en dos experimentos de 14 tratamientos usando cada uno el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Experimento 1: yuca asociada con frijol arbustivo; experimento 2: yuca asociada con frijol voluble.

Los tratamientos instalados a los 7, 8 y 9 meses de edad de la yuca que estuvo sin poda y con poda asociada con frijol arbustivo y voluble con los respectivos monocultivos de yuca y frijol.

Se usó maíz cv. 'La Posta' (tipo intermedio: 2,5 metros de altura) como tutor para las parcelas de monocultivo del frijol voluble.

La información analizada se clasificó en características de biomasa y rendimiento expresado por cultivo. Se evaluó además la extracción de nutrientes, el uso equivalente de tierra y la evaluación energética para cada sistema.

Se midió intensidad de luz entre plantas de yuca cada 20 días a partir de los 4,5 meses de edad de las plantas hasta la cosecha.

La poda realizada en la yuca y la asociación con frijol no tuvieron

efecto sobre los rendimientos de raíces de yuca, cuyo rendimiento promedio fue 18 Tm/ha. Los rendimientos más altos del frijol arbustivo provinieron de plantas en monocultivo (1,8 Tm/ha) y asociadas con yuca podada (1,0 Tm/ha) y dentro de estos, los rendimientos más altos correspondieron a las plantas sembradas a los 8 meses de edad de la yuca (1,3 Tm/ha). Esta es la edad de reposo para este cultivar de yuca. Los rendimientos del frijol voluble fueron mayores en monocultivo (1,0 Tm/ha) y no hubo efecto claro cuando se asociaron con yuca sin o con poda.

La extracción de nutrimentos por la yuca fue similar en su comportamiento en monocultivo y asociada con frijol. Los sistemas que extrajeron mayor cantidad en el experimento 1 fueron el testigo de yuca (258 kg/ha N, 31 kg/ha de P, 150 kg/ha Ca, 66 kg/ha Mg) y el asociado de yuca sin poda con frijol arbustivo a los 7 meses (261 kg/ha N, 29 kg/ha P, 134 kg/ha K, 100 kg/ha Ca, 57 kg/ha Mg). En el experimento 2 el sistema que extrajo mayor cantidad de nutrimentos fue el testigo de yuca (206 kg/ha N, 26 kg/ha P, 123 kg/ha K, 79 kg/ha Ca, 50 kg/ha Mg). La extracción de nutrimentos por ambos tipos de frijol fue mayor en monocultivo comparado con los asociados con yuca.

Los sistemas de asociación de yuca podada y con frijol arbustivo hicieron un uso más eficiente de la tierra, superando a los monocultivos correspondientes en 56%. Los sistemas de yuca sin poda asociada con frijol voluble fueron 33% más eficientes en el uso de la tierra que sus respectivos monocultivos.

La eficiencia energética de los sistemas de yuca podada y asociada con frijol arbustivo tuvo un promedio de 1,96%, mientras que el promedio de los sistemas de yuca sin poda y con frijol arbustivo fue 1,86. La eficiencia energética de los sistemas de yuca podada y frijol voluble fue de 0,86% y sin poda de 0,96%.

En relación a la producción de alimentos, expresada como energía alimenticia total, los dos mejores sistemas fueron: la yuca con poda asociada con frijol arbustivo a los 8 meses que produjo 32.278 Mcal/ha/año; y la yuca no podada y asociada con frijol voluble a los 7 meses, 35.553 Mcal/ha/año.

SUMMARY

Two experiments were carried out at Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia from December, 1979 to January, 1981.

The objectives of the study were:

- a) to evaluate the performance of cassava (cv. M Mex-11), and beans (bush type II cv. 'P-566' and climbing type IV b cv. 'G-2258') when planted in monoculture and association during the second half of the cassava growing period;
- b) to compare three moments of introducing the bean crop into an established field with and without pruning cassava; and
- c) to measure the extraction of N-P-K-Ca and Mg in the 14 different cropping patterns that resulted.

The cropping patterns were arranged in a randomized complete block design with four replications. One experiment involved cassava and bush bean; the other, cassava and climbing bean. The bean plantings and pruning treatments were done one month before cassava's rest period (7 months after planting in this cultivar), at the rest period (8 months); and one month after the rest period (9 months). The monoculture of climbing bean was put in relay on a corn of intermediate height (cv. 'La Posta'). Plant biomass and yield measurements and nutrient determinations of plant biomass were made at harvest. Land equivalent ratio (LER) and energy efficiency were calculated based on the fields data. Light transmission in the patterns was monitored from 4,5 harvest.

Associating the two bean types and pruning treatments did not affect cassava root yields significantly. Commercial root yield average was 18 Tm/ha. Highest bush bean yields in monocultures were 1,8 Tm/ha, while bush bean with cassava pruned at 8 months yielded 1,3 Tm/ha. The plants of this cassava cultivar drop a significant amount of leaves at this time.

The climbing bean cultivar did not perform as expected due to pathological problems. Highest monoculture yield were 1,0 Tm/ha and there was no clear response from the cassava association with and without pruning.

Nutrient extraction of cassava was similar in monoculture and intercropped. The highest extraction figures in Kgs/ha were:

	Cassava monoculture		Cassava + Bush bean Planted at 7 months
	No. 1	No. 2	
N	258	206	261
P	31	26	29
K	150	123	134
Ca	120	79	100
Mg	66	50	57

Patterns of cassava pruned or unpruned with bush beans were 56% more efficient in land use than monoculture, while patterns with climbing beans 33% more efficient. Energy efficiency of the patterns that involved cassava pruned and bush beans were 1,96% in average. The straight association averaged 1,86%. Climbing beans on the other hand averaged 0,86% in patterns with pruned cassava and 0,96% in patterns of beans associated with cassava not pruned. The highest food energy figures calculated were: 33.200 Mcal/ha/year for pruned cassava associated with bush beans at 8 months; and 35.500 Mcal/ha/year for unpruned cassava associated with climbing beans at 7 months.

LISTA DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Simbología usada en los sistemas estudiados	11
Cuadro 2. Características de las parcelas experimentales. Distanciamientos y densidades de siembra	16
Cuadro 3. Contenido de proteínas, carbohidratos y grasas (% de la materia seca) en la parte comestible de los productos cosechados	22
Cuadro 4. Energía (cal/g o Mcal, °Tm) contenida en las pro- teínas, carbohidratos y grasas de los productos cosechados	22
Cuadro 5. Características agronómicas evaluadas en la par- cela útil a la cosecha de yuca, frijol y maíz	24
Cuadro 6. Características biológicas evaluadas por cultivo	25
Cuadro 7. Características morfológicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y aso- ciadas con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	31
Cuadro 8. Características de biomasa de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asocia- das con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	34
Cuadro 9. Características agronómicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asocia- das con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	37
Cuadro 10. Características morfológicas de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores pro- medios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	40

Cuadro 11. Características de biomasa de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	41
Cuadro 12. Características agronómicas de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	42
Cuadro 13. Características morfológicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	45
Cuadro 14. Características de biomasa de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	46
Cuadro 15. Características agronómicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	47
Cuadro 16. Características morfológicas de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	52
Cuadro 17. Características de biomasa de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	53
Cuadro 18. Características agronómicas de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca en tres fechas de siembra. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	54

Cuadro 19. Características medidas en plantas de maíz cultivadas en relevo con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan	57
Cuadro 20. Extracción de nutrimentos (Kg/ha) por la yuca y el frijol al momento de la cosecha en los experimentos 1 y 2	58
Cuadro 21. Cantidad relativa (%) de nutrimentos extraídos por los sistemas estudiados en los experimentos 1 y 2	59
Cuadro 22. Uso equivalente de tierra (UET) basado en rendimientos comerciales de yuca y frijol en el experimento 1	62
Cuadro 23. Uso equivalente de tierra (UET) basado en rendimientos comerciales de yuca y frijol en el experimento 2	63
Cuadro 24. Características energéticas de los sistemas estudiados en el experimento 1. Valores promedios de cuatro repeticiones	64
Cuadro 25. Características energéticas de los sistemas estudiados en el experimento 2. Valores promedios de cuatro repeticiones	65

APENDICE

Cuadro 1A. Características agroclimáticas del lugar donde se realizaron los experimentos	76
Cuadro 2A. Condiciones climáticas en el período de investigación (diciembre 1979 a enero 1981). Datos tomados de la estación meteorológica del CIAT, Palmira, Colombia	77
Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores de cultivo realizadas durante los experimentos con yuca, frijol y maíz	78

Cuadro 4A.	Resultados del análisis de variancia de las características estudiadas en plantas de yuca a los 397 días pertenecientes a once tratamientos y a cuatro repeticiones cada uno (experimento 1)	83
Cuadro 5A.	Resultados del análisis de variancia estudiadas en plantas de frijol arbustivo. Datos provenientes de tres fechas de siembra y de cuatro repeticiones cada una	84
Cuadro 6A.	Resultados del análisis de varianza de las características estudiadas en plantas de yuca a los 397 días pertenecientes a once tratamientos y cuatro repeticiones cada uno (experimento 2)	85
Cuadro 7A.	Resultados del análisis de variancia de las características estudiadas en plantas de frijol voluble. Datos provenientes de tres fechas de siembra y de cuatro repeticiones cada una	86
Cuadro 8A.	Resultados del análisis de variancia de las características estudiadas en maíz. Datos provenientes de tres fechas de siembra y de cuatro repeticiones cada una	87
Cuadro 9A.	Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de yuca, cultivada en monocultivo y asociada con frijol arbustivo	88
Cuadro 10A.	Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de yuca, cultivada en monocultivo y asociada con frijol voluble	89
Cuadro 11A.	Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de frijol arbustivo, cultivado en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades	90
Cuadro 12A.	Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de frijol voluble, cultivado en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades	91
Cuadro 13A.	Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de la yuca en monocultivo y asociada con frijol arbustivo (Kg/ha)	92

Cuadro 14A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de las plantas de frijol arbustivo en monocultivo y asociadas con yuca a diferentes edades (Kg/ha)	93
Cuadro 15A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de la yuca en monocultivo y asociada con frijol voluble (Kg/ha)	94
Cuadro 16A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de las plantas de frijol voluble en monocultivo y asociadas con yuca a diferentes edades (Kg/ha)	95
Cuadro 17A. Radiación solar total no interceptada (%) por las plantas de yuca sin poda y con poda desde los 4,5 meses de edad hasta los 12 meses	96
Cuadro 18A. Datos morfológicos de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol arbustivo	97
Cuadro 19A. Datos de biomasa de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol arbustivo	98
Cuadro 20A. Datos morfológicos y de biomasa de plantas de frijol arbustivo en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades	99
Cuadro 21A. Datos morfológicos de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol voluble	100
Cuadro 22A. Datos de biomasa de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol voluble	101
Cuadro 23A. Datos morfológicos y de biomasa de plantas de frijol voluble en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades	102

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1. Arreglo cronológico de los sistemas estudiados	12
Figura 2. Distribución espacial de los cultivos en los sistemas	13
Figura 3. Descripción de las podas realizadas a los 7, 8 y 9 meses de edad de la yuca	15
Figura 4. Precipitación (mm.) evaporación (mm) y temperatura media mensual (°C) del 10 de diciembre 1979 al 12 de enero 1981	27
Figura 5. Variación en la relación de transmisión de luz (RTL) con respecto a la edad de la yuca	30
Figura 6. Número de raíces totales y comerciales por planta de yuca en monocultivo y asociada con frijol arbustivo ...	33
Figura 7. Peso seco final de plantas de yuca y frijol arbustivo de los sistemas estudiados en el experimento 1 ...	35
Figura 8. Rendimientos de yuca (raíces comerciales) y de frijol arbustivo por los sistemas estudiados en el experimento 1	39
Figura 9. Número de raíces totales y comerciales por planta de yuca en monocultivo y asociada con frijol voluble	48
Figura 10. Peso seco final de plantas de yuca y frijol voluble de los sistemas estudiados en el experimento 2	49
Figura 11. Rendimientos de yuca (raíces comerciales) de frijol voluble y maíz por los sistemas estudiados en el experimento 2	50

1. INTRODUCCION

Los sistemas de producción de cultivos alimenticios que incluyen asociaciones de dos o más especies, son comunes en el trópico especialmente entre agricultores de recursos limitados. Entre los cultivos alimenticios importantes del trópico americano figuran la yuca, el frijol y el maíz. Estos son cultivados como monocultivos o asociados.

El agricultor aprovecha al máximo la incidencia de la energía solar para la producción de los alimentos, y esto lo hace aún cuando ignorando las causas por tradición y experiencia de sus antepasados.

Buena parte de la producción de alimentos básicos en los países tropicales, en vías de desarrollo, provienen de estos pequeños agricultores; por tanto, es necesario realizar estudios para entender los sistemas y tener elementos de juicio para poder incrementar su producción.

La yuca como productora eficiente de almidón tiene un contenido de proteínas y vitaminas relativamente bajo. Para balancear la dieta humana en una región donde el consumo de yuca es alto, una alternativa pueden ser las leguminosas. Se puede asociar otro cultivo tanto en la fase de establecimiento de la yuca como en su período final. Para el cultivo que se va a asociar en su fase final, se hace necesario disminuir el follaje e incrementar así la cantidad de luz, para beneficiar el establecimiento y desarrollo del segundo cultivo.

En algunos lugares, como por ejemplo en República Dominicana, el cultivo de yuca se siembra en los meses de diciembre a marzo y se cosecha a los 12 meses. En la región donde más se siembra yuca, el suelo es arcilloso (pesado), por lo que se recomienda construir camellones (caballones). El frijol se siembra a partir del mes de septiembre hasta diciembre, por lo que podría ser una práctica rentable el asociar de estos dos cultivos para hacer un mejor uso del recurso tierra.

Teniendo en cuenta las razones anteriormente expuestas, se proyectó un trabajo de investigación en el sistema yuca asociada con frijol en la fase

final de desarrollo de la yuca con los objetivos siguientes:

- a) Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de yuca y del frijol (cvs. arbustivo y voluble) cuando se cultivan asociados.
- b) Determinar la época más apropiada para la siembra de frijol (arbustivo y voluble) con relación a un cultivo de yuca de por lo menos 6 meses de establecido, con y sin poda.
- c) Evaluar la extracción de macronutrientes (N-P-K-Ca-Mg) medida a la cosecha, realizada por los componentes de la asociación yuca - frijol (arbustivo y voluble) y sus respectivos monocultivos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Yuca en monocultivo

La FAO (20) reporta que la producción promedio mundial de yuca es de 9,5 Tm/ha. El CIAT (8) menciona que algunos países como Brasil, Thailandia, Cambodia y Bolivia tienen promedios nacionales que varían entre 14 y 18 Tm/ha. Sin embargo, en algunos lugares donde se siembra la yuca para uso comercial y se cuida debidamente, es común encontrar rendimientos promedios de 24 Tm/ha. e inclusive se han registrado promedios hasta de 50 a 100 Tm/ha en monocultivo.

Santos (45) y Thung (48), informan que la mayoría de los trabajos de investigación de yuca en monocultivo están dirigidos a mejorar las características agronómicas (tales como rendimiento de raíces totales y comerciales, contenido de materia seca y almidón) que son las que más influyen en la productividad económica en rendimiento y sus componentes. Según Cock (15), el tipo de planta de yuca para rendimiento máximo debe tener un tiempo de ramificación no menor de 5 meses; el tamaño de las hojas entre 200 y 500 cm²; y con longevidades foliares entre los 4 a 5 meses. El autor informa además, que estos factores están ligados directamente con el máximo rendimiento de la yuca.

2.2 La yuca asociada con leguminosas y otros cultivos

La yuca y el frijol aunque son dos cultivos de exigencias ecológicas diferentes se cultivan tanto en monocultivo como asociados en áreas similares.

La yuca es un cultivo que se adapta bien a cualquier tipo de suelo y donde las condiciones de lluvia son bajas, no ocurriendo así con el cultivo de frijol. El cultivo de frijol se halla distribuido ampliamente pero usualmente en zonas más altas o templadas que la yuca.

Al considerar sus necesidades hídricas nos encontramos ante una planta muy delicada pues la afectan considerablemente tanto pequeños excesos como

pequeñas deficiencias de agua.

Las exigencias ecológicas de estos dos cultivos se pueden resumir como sigue:

	Temperatura óptima (°C)	Precipitación (mm)	Altitud (msnm)	Latitud
Yuca	21-27	desde 700-1.000 a más	0-2 000	30°N-30°S
Frijol	18-22	1.000-2.000	500-2.600	10°-23°N
Condiciones comunes	21-22	hasta 2.000	500-1.000	

Aunque se muestra esa altitud para frijol, con frecuencia se citan buenas plantaciones a menos de 500 msnm e incluso al nivel del mar. Hay que tener en cuenta que el cultivo con altas temperaturas, es solo posible con baja humedad atmosférica, siendo entonces necesario el riego.

Schmitt (46) reporta que la yuca acepta cultivos intercalados como tabaco, maíz y frijol. Igualmente, Cerighelli (12) informa que en Africa, la yuca es usualmente cultivada en asociación con maíz, frijol y ñame.

En experimentos llevados a cabo en IPEAN, Belem, Ponte y Albuquerque, citados por Albuquerque (2), mostraron que la práctica habitual de asociación yuca-frijol Vigna en latosoles amarillos de baja fertilidad constituye una práctica económica para los agricultores. De forma similar, Ofori (41) en Ghana, cultivando un mismo suelo durante 17 años con yuca, maíz y maní para determinar el efecto del cultivo continuado con baja aplicación de fertilizantes, obtuvo un rendimiento de raíces frescas de 32% mayor que el promedio nacional.

Hart (25) evaluando varios sistemas de cultivos en Turrialba, 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 encontrando diferencias significativas entre los rendimientos de la yuca tanto en monocultivo como en policultivo ni con relación a los mismos tratamientos de control de malezas y fertilizantes.

Gallegos (22) determinó que el cultivo de yuca tiene mayor rendimiento de raíces de reserva cuando crece en forma de monocultivo y reduce sensiblemente su producción cuando crece en asociación con otros cultivos. Encontró que la asociación yuca-frijol resulta ser más eficiente en producción de raíces comparado con las asociaciones yuca-maíz, yuca-camote y yuca-maíz-camote.

González (24) estudió las relaciones entre la morfología de las plantas y la radiación solar dentro de cultivos de maíz, yuca y plátano, concluyendo que la asociación de estos cultivos con frijol común y con frijol de costa *Vigna sinensis* L. no tuvo ningún efecto significativo sobre el maíz, pero si sobre la altura de las plantas de yuca.

Investigadores en Malasia (13), usan el sistema de cultivo de yuca más caucho, yuca más otros cultivos perennes (palma de aceite y coco) y yuca más cultivos anuales, tales como maní, sorgo, ají, tabaco y judía espárrago *Vigna sesquipedales*. Usando esos sistemas, concluyeron que es más exitoso el cultivo de relevo de yuca a continuación del maní, sorgo, ají, tabaco y judía espárrago, que el relevo de estas después de la yuca.

Moreno (40), en una evaluación de varios sistemas de cultivo en Turrialba, los cuales consistieron en la siembra de frijol arbustivo y voluble cuando la yuca tenía 7 meses de edad, determinó que el rendimiento de la yuca fue menor cuando se asoció al frijol voluble. En forma similar, Meneses (36), en la zona atlántica de Costa Rica, en un sistema sembrado con yuca y maíz simultáneo y otro sistema igual al primero pero sembrado con frijol voluble a los 7 meses de la siembra en el mismo lugar donde estuvo el maíz. Concluyó que el sistema de maíz asociado con yuca y frijol voluble en relevo es una buena alternativa para aumentar los ingresos de los agricultores.

Moreno y Hart (38) informan que algunos agricultores de Centro América utilizan tallos de yuca como tutores para leguminosas de crecimiento indeterminado, y que son agricultores que seleccionan variedades de yuca que pierden casi la totalidad del follaje aproximadamente a los seis meses de siembra (p. e. el cv. Valencia).

Davis (17) informa que los frijoles de crecimiento indeterminado son ampliamente sembrados en las tierras montañosas de Latinoamérica y requieren soporte, el cual es proporcionado principalmente por maíz, ya sea en sistemas de relevo o en asociación. Este autor recomienda que deben usarse variedades de maíz de porte intermedio (2,5 - 3,0 m) ya que las de porte bajo pueden ocasionar la falta de soporte y de esta manera variedades de frijol muy vigorosas no pueden alcanzar su propio potencial de rendimiento.

El frijol y el maíz se pueden sembrar simultáneamente en cultivos asociados; no obstante, lo usual es sembrar el frijol después del maíz e incluso usando el maíz cuando ya se está secando (9). De igual forma, Kretchmer y Zuluaga (31) señalan que en Centro América y Brasil es típico sembrar frijol arbustivo cuando el maíz está maduro o casi seco; y es típico en El Salvador y Colombia sembrar frijol trepador cuando el maíz está casi seco.

Moreno y Meneses (39) en Turrialba encontraron que el caupí *Vigna unguiculata* y el frijol lima *Phaseolus lunatus* disminuyeron su rendimiento en 33 y 35% respecto a sus monocultivos, cuando lo sembraron con yuca cv. "Valencia" a los 8 meses después de la siembra. En este mismo experimento la var. de frijol común Turrialba - 4 redujo su rendimiento en 17% debido a la competencia con la yuca, mientras que la var. trepadora CATIE - 1 aumentó su rendimiento en 14% al compararse con su respectivo monocultivo. Los autores informan que la yuca tanto en monocultivo como en asociación con frijol, presentó un rendimiento similar (25.4 y 25.6 Tm/ha, respectivamente).

2.3 Yuca con poda

En Perú, Juárez (30) probó 16 variedades de yuca con defoliación a los 7 meses y cosecha a los 11 meses, encontrando que aumentó de 24-56 por ciento el peso de las raíces no comerciales en comparación a la no poda. En Brasil,

Correa *et al* (16), probaron cinco épocas de poda realizadas a 20 cm de la superficie del suelo cosechando a los 18 meses, determinaron que las podas realizadas a los 6, 9 y 12 meses tuvieron una reducción de peso de raíces entre 45-60%. La poda efectuada a los 15 meses no afectó el rendimiento de raíces con cosechas a los 18 meses.

Schoonhoven, Pérez y Peña (47) realizaron estudios de simulación por influencia de la defoliación artificial y su correlación con el daño causado por *Erinnyis ello*, en donde se defoliaron las plantas de yuca mensualmente, de dos a seis meses de edad y de cinco a nueve meses en un ensayo, y en otro ensayo defolizando la yuca de dos a diez meses y de seis a diez meses, con una intensidad de poda de 0, 40 y 80 por ciento en dos variedades de yuca; concluyeron que la defoliación no cambia el total de hojas producidas, demostrando con esto que la yuca compensa rápidamente la pérdida del área foliar. Señalan además, que la yuca en suelos fértiles puede soportar reducciones del 20 al 40 por ciento de su follaje sin pérdidas en su producción, y que cuando las larvas de *Erinnyis ello* atacan mensualmente la planta defolizando del 20 al 40 por ciento, la planta puede soportar de 10 a 20 larvas, indicando esto que el control solo se justifica cuando el nivel de larvas es muy alto.

2.4 La yuca con poda y asociada con leguminosas

En el CIAT (11), Colombia, se demostró que el frijol voluble sembrado cuando la yuca tenía 9 meses de edad rindió más cuando se sembró entre yuca defoliada que sin defoliar. En cambio, los rendimientos en raíces de yuca se redujeron en 33% donde se efectuaron las defoliaciones.

Gerodetti (23), determinó que la poda fuerte (corte total donde comienza la trifurcación) al cultivo de yuca cuando esta tenía 6 meses de edad y asociada con vainita *Phaseolus vulgaris* L. aumentó la producción de vainas totales en 25%, pero disminuyó la producción de vainas de alta calidad. El autor informa también que la poda fuerte disminuyó en un 10%, la producción de raíces de yuca totales y en un 25% la de raíces comerciales, sin haber diferencias significativas entre poda intermedia y no poda.

Santos (45), haciendo poda a la yuca a los 90 días y a los 190 días de la siembra, esta última realizándola donde la yuca se asoció con frijol lima o vainita o ambos, se determinó que no hubo diferencias significativas en el número de raíces totales entre yuca con poda y yuca con dos podas, lo cual indica que la segunda poda que se hizo a los 6 meses, no tuvo mucha influencia en dicha característica.

Ahora bien, al hacerle poda a la yuca después de los 7 meses con el fin de incrementar la cantidad de luz para el cultivo que se asocia, ese material podado podría utilizarse para alimentación del ganado, aunque habría que tomar en cuenta que no todas las partes son comestibles ya que los tallos se vuelven muy leñosos y podrían tener menos aceptación para el ganado.

Aunque se han hecho investigaciones con el uso de yuca como alimento para el ganado, no se han realizado trabajos relacionados con la selección de plantas de yuca para producción de forraje ni contenido alimenticio. La selección genética y las prácticas agronómicas para aumentar la producción de materia seca y el contenido proteico, representan dos áreas de investigación en el futuro.

2.5 La radiación solar dentro de los cultivos

A pesar de que en el trópico hay abundante disponibilidad de energía solar, puede ser un factor crítico en el sistema de cultivos asociados.

Blackman y Black (3) y Bokde (4) informan, que si en el establecimiento de un cultivo son controlados la humedad del suelo, nutrientes, insectos y enfermedades, la tasa de crecimiento del cultivo dependerá de la cantidad e intensidad de radiación solar recibida por el follaje. En forma similar Acevedo (1) dice que las condiciones de luz que prevalecen dentro de un cultivo cambia día a día y dependen de aspectos climáticos y agronómicos, tales como la época del año, densidad de siembra, fertilidad del suelo, orientación de surcos y arquitectura de la planta.

El CIAT (10) informa que durante la fase crítica del crecimiento, el sombreamiento puede afectar significativamente el rendimiento del cultivo.

La fase crítica del frijol es durante la floración, y la de la yuca durante los primeros estados. De igual manera, Doll y Piedrahita (18) señalan que el sombreamiento de la yuca durante los primeros dos meses del crecimiento redujo su rendimiento en un 50 por ciento.

González (24), reporta que la radiación solar disponible dentro de los cultivos disminuye progresivamente a medida que las plantas dominantes (como maíz, yuca y plátano) avanzan en edad y el valor de sus características morfológicas aumenta.

Stern y Donald, citados por Thunç (48) dicen que cuando la cobertura fotosintetizante de un componente se encuentra a mayor altura (yuca) que la del otro (frijol), la más alta intercepta la mayor parte de la luz; en este caso, el componente de menor altura se encuentra bajo condiciones desfavorables. Si los cultivos aún se encuentran en la fase vegetativa, la fotosíntesis y tasa de crecimiento de sus coberturas son casi proporcionales a la radiación que intercepta.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y características de suelo y clima

El área experimental se localizó dentro de los límites del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira, Colombia. Las características agroclimáticas de esta área se describen en el Cuadro 1A*.

3.2 Experimentos, diseño y tratamientos

El presente trabajo constó de dos experimentos independientes:

- a) Experimento 1: Sistema básico: yuca con frijol arbustivo (tipo II) y poda de desrame.
- b) Experimento 2: Sistema básico: yuca con frijol voluble (tipo IV) y poda de defoliación.

La simbología de los sistemas incluidos en cada experimento así como sus arreglos cronológicos y espaciales aparecen en el Cuadro 1 y en las figuras 1 y 2.

Se usó un diseño de bloques al azar con 14 tratamientos para cada experimento.

A los 50 días después de la siembra se ralearon los tallos de yuca, de manera tal, que a partir de esa fecha todas las plantas tuvieron un solo tallo. El raleo a un tallo es importante hacerlo cuando el cultivo de yuca se va a asociar, pues con esto se consigue que la ramificación de la planta sea más tardía y por lo tanto un crecimiento más erecto. El momento de hacer este raleo es cuando las plantas tienen de 1,5 a 2 meses de edad lo que favorece la poda posterior y la entrada de luz.

Las podas de yuca se realizaron un día después de la siembra del frijol y correspondieron a los 7, 8 y 9 meses de edad de la yuca. Hay dos

* La letra A junto al número de un cuadro significa que se encuentra en el apéndice.

posibilidades de reducir el follaje de la yuca: uno por corte de ramas, el otro por defoliación. El primero fue ensayado por Geroditti (23) con éxito y el segundo en CIAT (11). En el Experimento 2 se escogió la poda de defoliación porque en esta poda no eran cortadas las ramas y por lo tanto se aumentaba la posibilidad para que el frijol se trepara en ellas. En cada experimento se incluyó un tratamiento opuesto correspondiente a los 8 meses de edad de la yuca.

Los monocultivos de poda se escogieron pues en este cultivo el período de reposo se da a los 8 meses y por lo tanto los otros dos tratamientos se fijaron uno, antes del reposo a los 7 meses y el otro un mes después, que correspondió a los 9 meses.

La poda en el Experimento 1, consistió en corte de 2 de las 3 ramas laterales, a excepción del tratamiento YP8 que fue defoliado quitando el follaje de 2 de las 3 ramas laterales a los 8 meses de edad.

Cuadro 1. Simbología de los sistemas (tratamientos) estudiados en los experimentos 1 y 2

<u>Experimento 1</u>	<u>Experimento 2</u>
Y	Y
Yp7	YP7
Yp8	YP8
YP8	Yp8
Yp9	YP9
f7	F7M
f8	F8M
f9	F9M
Yf7	YF7
Yf8	YF8
Yf9	YF9
Ypf7	YPF7
Ypf8	YPF8
Ypf9	YPF9

donde:

Y = yuca; f = frijol arbustivo; F = frijol voluble; M = maíz;
 p = poda de desrame o corte de ramas; P = poda de defoliación;
 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

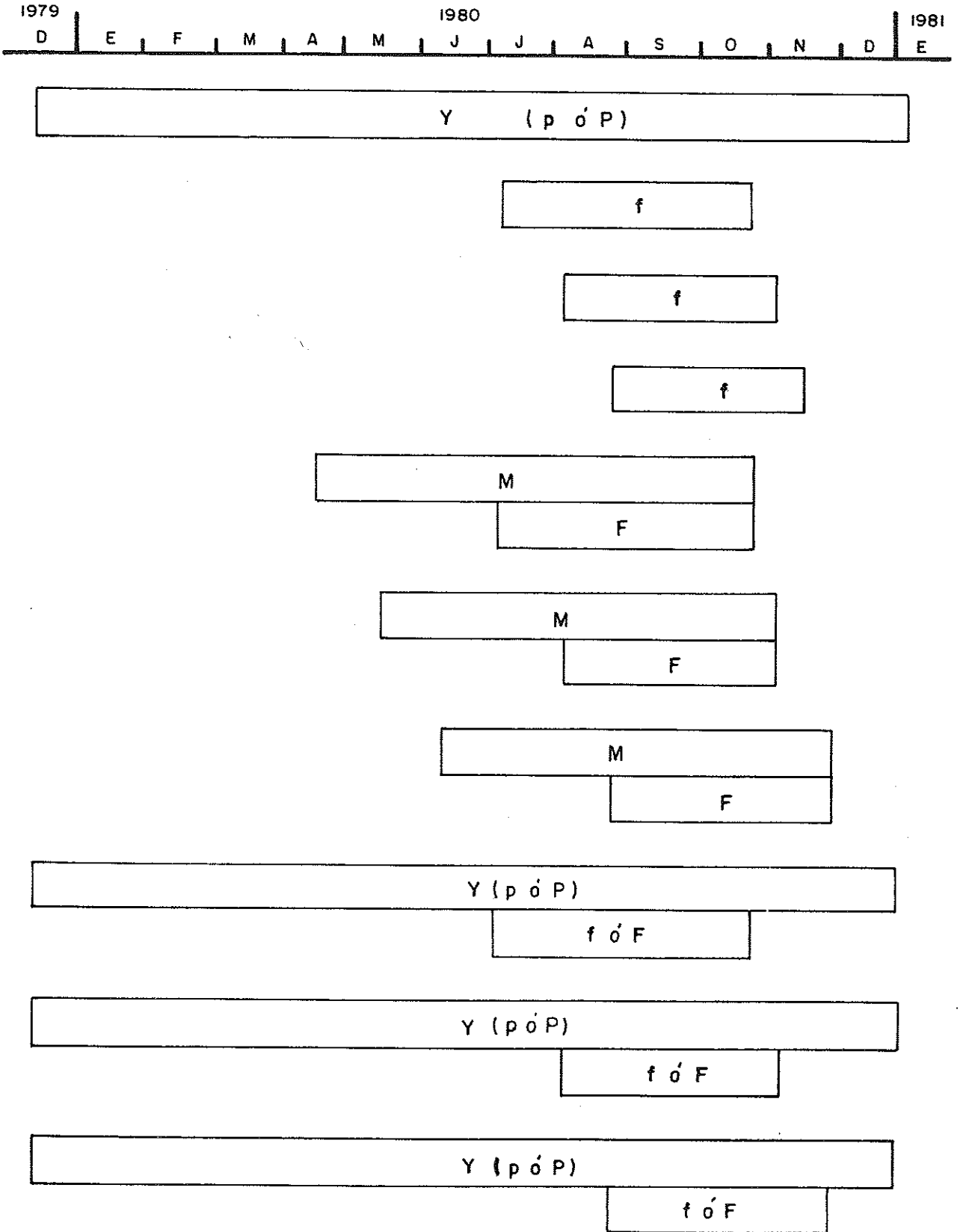


Fig. 1 Arreglo cronológico de los sistemas estudiados
 Y=Yuca ; f=Frijol arbustivo ; F=Frijol voluble ; M=Maíz ; p=Poda de desrrame ;
 P=Poda de defoliación

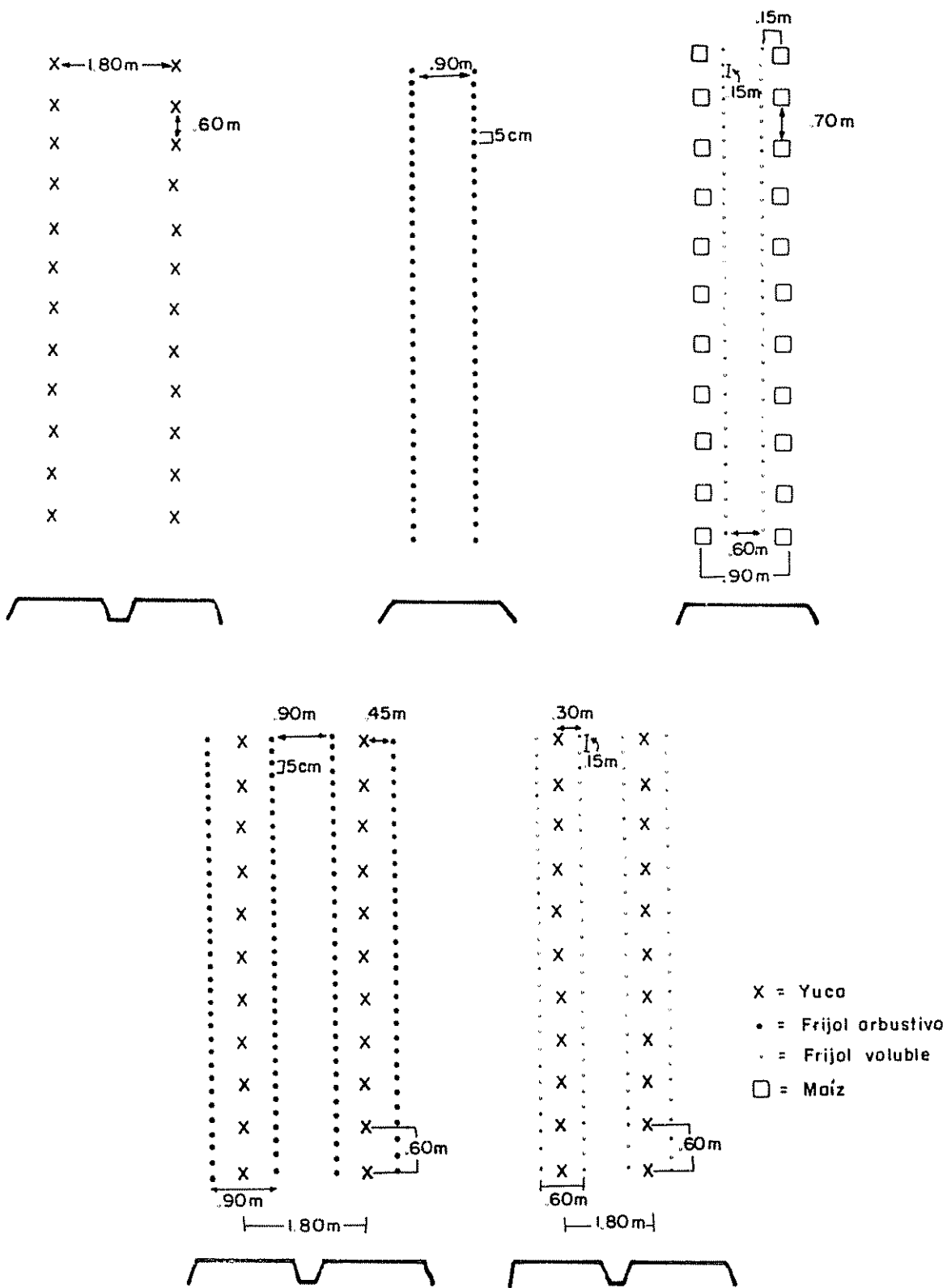


Fig. 2 Distribución espacial de los cultivos en los sistemas

En el Experimento 2, la poda fue de defoliación en las mismas edades del Experimento 1; en el tratamiento Yp8 la poda fue por corte de ramas a los 8 meses de edad. Las modalidades de poda se ilustran en la figura 3.

El tamaño total y útil de parcela y cultivos así como las distancias y densidades de siembra por cultivo están descritas en el Cuadro 2.

3.3 Material vegetal empleado

Yuca *Manihot esculenta* Crantz cv M Mex 11.

Frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. cv P-566 (Porrillo sintético Tipo II).

Frijol voluble *Phaseolus vulgaris* L. cv G-2258 Tipo IV b.

Maíz *Zea mays* L. cv "La Posta", planta mediana y de grano blanco.

Todos estos cultivares habían demostrado buena adaptación en CIAT, Colombia con anterioridad al presente estudio.

3.4 Establecimiento de los cultivos

La siembra de la yuca se hizo con estacas de 20 cm de longitud. Estas estacas se sembraron en posición vertical y en camas. El frijol fue sembrado con azadones rayadores, regando semillas en las camas de acuerdo a la distancia de siembra. El maíz fue sembrado con azadones, colocándose 4 semillas por hoyo. El raleo del frijol arbustivo se hizo dejando 20 plantas por metro lineal y para el frijol voluble dejando 7 plantas por metro lineal. El raleo para maíz fue dejando 2 plantas por hoyo.

3.5 Fertilización

La fertilización se realizó en la siguiente forma:

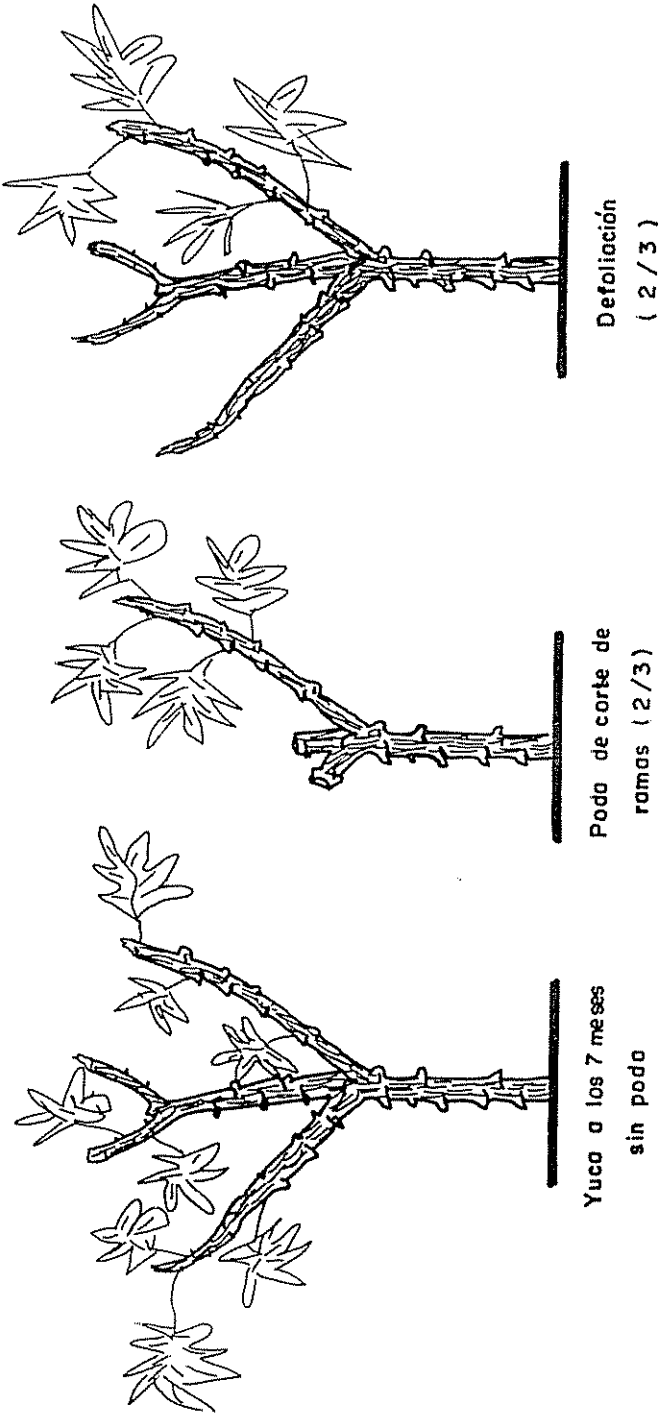


Fig. 3 Descripción de las podas efectuadas a los 7,8 y 9 meses después de la siembra de yuca.

Cuadro 2. Características de las parcelas experimentales. Distanciamientos y densidades de siembra de los sistemas estudiados.

Cultivos	Area útil por cultivo (m ²)*	No de hileras cosechadas (por 3 camas)	Largo de hileras (m)	Distanciamientos		Densidad de siembra teórica inicial (planta/ha.)
				entre hileras (m)	sobre hileras (m)	
Yuca	19,44	3	3,6	1,80	0,60	9.259
Frijol arbustivo	16,20	6	3,0	1,90	0,05	222.222
Frijol voluble	16,20	6	3,0	0,60	0,15	111.111
Maíz	24,84	6	4,6	0,90	0,70	31.746

* Superficie de parcela total 54 m² (9m x 6m) en todos los cultivos.

<u>Cultivo</u>	<u>Dosis* (kg/ha)</u>	<u>Momento de aplicación</u>
Yuca sola	30-50-30-5-1	A la siembra
Frijol solo	30-50-30-5-1	A la siembra
Yuca asociada con frijol	60-100-60-10-2	La mitad a la siembra de la yuca y la otra mitad a la siembra del frijol

* La fuente de elementos fue Urea (46% N), superfosfato triple (46% P), Cloruro de Potasio (46% K), sulfato de Zinc (36% Zn) y Bórxax (10,6% B).

La aplicación se hizo en bandas en un surco a 15 cms. de la hilera de plantas.

Las dosis se determinaron por criterio de los agrónomos del Programa de yuca y especialistas de fertilidad del CIAT, y es baja por la alta fertilidad natural de los suelos donde se realizaron los experimentos (Cuadro 1A).

3.6 Herbicidas

Se aplicaron herbicidas en toda el área que ocuparon los experimentos el mismo día de la siembra de yuca. Los herbicidas usados fueron Karmex (diuron) a razón de 1,5 kg/ha y Lazo (alaclor) a razón de 2,5 litros/ha.

3.7 Relación de transmisión de luz (RTL) y precipitación

La RTL en yuca fue medida con un fotómetro* cada 20 días desde los 4,5 meses hasta los 12 meses. Se hizo una lectura por parcela.

La RTL representa el porcentaje de luz solar que logra pasar a través

* Toshiba. Photocell Illuminometer. Model SPI-7. Type FDR-3N. 1.5. Tokio Kogaku, Kikai. ICK.

del follaje de la yuca en un instante dado, o sea, la luz que es interceptada por el follaje. Las observaciones se hicieron a aproximadamente a las 8 am.

La RTL se calculó para cada lectura en la siguiente forma:

$$(RTL) = \frac{I_i}{I_o} \times 100$$

donde, I_o es la intensidad de luz incidente fuera del cultivo de yuca.

I_i es la intensidad de la luz determinada debajo del follaje de la yuca a 30 cm sobre la superficie del suelo, medida entre plantas de yuca dentro de las hileras. Luego se promediaron por separado los porcentajes correspondientes a los tratamientos sin poda y a los tratamientos con poda.

La precipitación se midió en milímetros con un pluviómetro de plástico* con boca de 10 cm de diámetro marca Taylor. Las observaciones se hicieron cada 24 horas (7 am).

3.8 Análisis de nutrimentos

3.8.1 Análisis de plantas

3.8.1.1 Nitrógeno

Este nutrimento se determinó por el método micro-Kjeldahl de Bremner (7) modificado por Salinas y García (44).

3.8.1.2 Fósforo, potasio, calcio y magnesio

Estos nutrimentos se determinaron mediante el método de Johnson y Ulrich (29), modificado por Salinas y García (44).

* Taylor Instrument CO. Asheville N. C. USA

3.9 Comparación entre sistemas

Para estimar la eficiencia de los sistemas se acude a parámetros que unifican la producción a una unidad común como las unidades de eficiencia en el uso de la tierra y unidades energéticas.

3.9.1 Extracción de nutrimentos por cultivo

Esta información se obtuvo en el cultivo de yuca y en los dos tipos de frijol al momento de la cosecha. Para determinar la cantidad de nutrimentos extraídos por la yuca se tomaron 6 plantas completas por parcela y se llevaron a peso seco. Luego se tomó una muestra de 0,5 g de hojas más pecíolos, tallos y raíces por separado. Se determinó N, P, K, Ca y Mg en cada uno y se calculó la cantidad en porcentaje. Para obtener la cantidad extraída por cada parte de la planta, por hectárea, se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Cantidad de nutrimentos extraídos por órgano (kg/ha)} = \frac{\% \text{ nutrimentos}}{100} \times \text{Biomasa total por cada parte de la planta (kg/ha)}$$

En frijol se tomaron 10 plantas por parcela en las que se separaron las raíces dejando solamente hojas y tallos. Estas hojas y tallos juntos se llevaron a peso seco. De la cosecha de cada parcela se tomó una muestra de vainas y granos. Las vainas y los granos se separaron, se pesaron y se secaron. Para estimar el peso seco de vainas por parcela se usó la siguiente relación:

$$\text{Peso seco vainas sin granos} = \frac{\text{peso seco de la muestra}}{\text{peso fresco de la muestra}} \times \text{peso fresco total por parcela}$$

Para expresar el peso seco de granos por parcela con 14% de HOH, se usó la siguiente fórmula:

$$P (14\% \text{ HOH}) = \frac{PC (100 - \% \text{ HC})}{(100 - 14)}$$

donde: P (14% HOH) = peso del grano con 14% de humedad.

PC = peso del grano a la cosecha con humedad de campo.

% HC = porcentaje de humedad a la cosecha determinada por secado al horno hasta peso constante.

Del peso seco de hojas más tallos, vainas y granos, (por separado) se tomaron 0,5 g para determinar los porcentajes de N, P, K, Ca y Mg. En base a este porcentaje y la biomasa total se calculó la cantidad extraída por cada parte de la planta, para este cálculo se siguió el mismo procedimiento que para yuca.

La máxima producción de biomasa no fue usada en estos cálculos ya que al momento de cosecha las plantas habían perdido parte de su follaje. Tampoco se consideró la biomasa extraída en las podas de defoliación y corte de ramas en yuca.

3.9.2 Uso equivalente de tierra (UET)

El UET es el índice que determina la superficie que había que emplear bajo el sistema de referencia (monocultivo) para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema evaluado (asociación) (18, 21).

El UET se calculó de la manera siguiente (35):

$$UET = \frac{YA}{YM} + \frac{FA}{FM}$$

donde:

YA = Rendimiento comercial de yuca asociada.

YM = Rendimiento comercial de yuca en monocultivo.

FA = Rendimiento total comercial de frijol asociado.

FM = Rendimiento total comercial de frijol en monocultivo.

3.9.3 Evaluación energética

Para la realización de los cálculos energéticos por sistema se tomaron en cuenta los siguientes conceptos.

- a) La radiación neta disponible para la fotosíntesis o radiación fotosintéticamente activa se consideró como 39,48% de la radiación total recibida (6).
- b) Para la energía contenida en la biomasa total por hectárea para yuca y frijol se calculó en base a que un gramo de materia seca contiene 4000 calorías según Lemon (32).
- c) El peso seco final de las plantas no incluyó las raíces de los cultivos. En el caso del cultivo de yuca incluyó las raíces reservantes.
- d) La composición de las raíces de yuca y granos del frijol en cuanto a su contenido de proteínas, carbohidratos y grasas se presenta en el cuadro 3.
- e) La eficiencia energética es la relación porcentual entre la energía contenida en la biomasa y la energía fotosintéticamente activa que incidió sobre el sistema durante su permanencia en el campo. Esta eficiencia energética sirve para representar la capacidad de los sistemas para transformar la energía solar fotosintéticamente activa en materia seca. Se calculó así:
$$\frac{\text{Energía en la biomasa total}}{\text{Radiación total/ciclo} \times 39,48} \times 100$$
- f) La energía alimenticia total es la proveniente de proteínas carbohidratos y grasas que se encuentran en la parte comestible seca. La parte comestible de la yuca es la raíz descascarada y del frijol (arbustivo y voluble) son los granos secos. Para su cálculo se consideró los contenidos de energía de proteína, carbohidratos y grasa presentados en los Cuadros 3 y 4.
- g) La eficiencia en energía alimenticia cosechada se calculó verificando qué cantidad de la energía contenida en la biomasa total es representada por la energía alimenticia. Para su cálculo se dividió la energía alimenticia total por la energía de la biomasa multiplicando el resultado por 100, para tener el valor en porcentaje.

$$\text{Eficiencia en energía alimenticia cosechada} = \frac{\text{Energía alimenticia total}}{\text{Energía en la biomasa total}} \times 100$$

Cuadro 3. Contenido de proteínas, carbohidratos y grasas (% de la materia seca) en la parte comestible de los productos cosechados^{1/}.

	Proteínas	Carbohidratos	Grasas
Yuca (raíz descascarada)	2,5	83,3	0,9
Frijol (granos secos)	23,6	64,7	2,1

^{1/} Datos facilitados por el Dr. José Fargas, Laboratorio de Fisiología. Programa de Cultivos Anuales, promedios provenientes de análisis hecho con yuca cv. Valencia y frijol cv. Turrialba-4, sembrados en la Montaña, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1974.

Cuadro 4. Energía (cal/g ó Mcal/Tm), contenida en las proteínas, carbohidratos y grasas de los productos cosechados^{1/}.

Productos	Proteínas	Carbohidratos	Grasas
Yuca (raíz descascarada)	2.780	4.030	8.370
Frijol (granos secos)	3.470	4.070	8.370

^{1/} Merrill y Watt (37).

h) La cantidad de proteínas se refiere a la proteína existente en la biomasa comestible, o sea, la parte de yuca y frijol que son comestibles.

3.10 Cosechas

Las cosechas de todos los cultivos se hicieron manualmente. La cosecha de la yuca se efectuó 397 días (13 meses) después de la siembra. La cosecha de yuca no se hizo como estaba planificado (12 meses) porque a esa edad la última fecha de siembra del frijol voluble estaba trepado en sus tallos con vainas verdes.

Los días de edad de las plantas cuando se efectuaron las cosechas de frijol fueron:

Fecha de siembra	arbustivo	voluble
Primera (julio)	116 días	122 días
Segunda (agosto)	96 días	103 días
Tercera (septiembre)	77 días	102 días

La primera cosecha de frijol arbustivo (7 meses) se tardó más tiempo que las otras dos fechas de siembra (8 y 9 meses) debido a la resiembra que se hizo a los 20 días de la siembra inicial. Esta resiembra tuvo el inconveniente de que el desarrollo de las plantas no fue uniforme.

Los días de edad de las plantas a la cosecha del maíz que sirvió de tutor en las parcelas de monocultivo de frijol voluble fueron:

Primera (abril)	134 días
Segunda (mayo)	137 días
Tercera (junio)	130 días

3.11 Variables medidas

Las principales variables agronómicas y biológicas medidas así como la metodología usada, se describen en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5. Características agronómicas evaluadas en la parcela útil a la cosecha de yuca, frijol y maíz.

Cultivo	Variable	Metodología usada
Yuca (cosechada a los 397 días)	Número de plantas	Conteo
	Número de raíces totales y comerciales	Clasificación en comerciales y no comerciales. Comercial se definió como raíces no menos de 4 cm de grosor y no menos de 10 cm de longitud.
	Peso de raíces totales y comerciales	Clasificación de raíces comerciales y no comerciales y pesada
	Contenido de almidón (a)	Sistema de gravedad específica (49)
Frijol (3 fechas de siembra) - arbustivo (cosechado a los 116, 96 y 77 días)	Longitud y perímetro de raíz comercial (b)	Utilización de una cinta métrica Stanley
	Número de plantas	Conteo
	Número de vainas (c)	Conteo de vainas
Voluble (cosechado a los 122, 103 y 102 días)	Número de granos (d)	Conteo de granos
	Peso	Pesada de los granos y determinación de la humedad con una muestra para referir el peso a 14% de humedad.
Maíz (3 fechas de siembra) (134, 137 y 130 días, respectivamente)	Número de plantas	Conteo
	Número de mazorca por parcela útil	Conteo
	Peso	Pesada de los granos y determinación de la humedad con una muestra para referir el peso a 14% de humedad.

(a) 3 raíces comerciales por parcela; (b) 3 raíces comerciales por parcela; (c) 50 plantas muestradas por parcela; (d) 100 vainas muestradas por parcela.

Cuadro 6. Características biológicas evaluadas por cultivo.

Cultivo	Variable	Cantidad medida por tratamiento	Momento de la evaluación	Metodología usada
Yuca	Biomasa total y sus partes	6 plantas	A la cosecha (397 días de la siembra)	Peso fresco y peso seco de las hojas más pecíolos, tallos y raíces por separado
	Area foliar específica (g/dm ²)	24 hojas provenientes de 6 plantas	A la cosecha (397 días de la siembra)	Determinación del área foliar con un medidor de área foliar tipo Hayashi Denko 400-Ac y peso de materia seca de las hojas
Frijol arbustivo	Biomasa total y sus partes	10 plantas	A la cosecha (3 fechas de siembra) (116, 96 y 77 días después de la siembra)	Pesado de la materia seca de hojas, tallos, vainas y granos
Frijol Voluble	Biomasa total y sus partes	10 plantas	A la cosecha (3 fechas de siembra) (122, 103 y 102 días de la siembra)	Pesada de la materia seca de hojas, tallos, vainas y granos.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Condiciones climáticas durante el período experimental

En el Cuadro 2A se resumen los datos climáticos que prevalecieron durante el período experimental. Durante este período cayeron un total de 719 mm de lluvia, siendo este total menor que el promedio de 50 años. En la figura 4 se presentan las variaciones mensuales en precipitación, evaporación y temperatura media durante el desarrollo de los cultivos.

Durante todos los meses del período experimental se presentó un balance hídrico atmosférico negativo, lo que significa que se evaporó más agua que la que cayó con las lluvias. Al final del período experimental la diferencia en evaporación con respecto a la lluvia fue de -1370 mm.

Informes sobre riego en yuca son muy escasos, pero por experiencia los rendimientos tienden a bajar cuando el riego es muy frecuente (14). Las razones por las cuales pasa esto no son bien claras. En los primeros 3-5 meses es posible que con aplicaciones más frecuentes el crecimiento es demasiado vigoroso y así la planta utiliza toda la energía para producción de follaje, dejando muy poco para engrosamiento de las raíces. Se cree que las frecuentes aplicaciones de riego y después de los 7 meses de edad de la yuca puede tener efectos negativos en rendimientos por favorecer pudriciones.

4.2 Aspectos de manejo de los cultivos en los dos experimentos

En el Cuadro 3A se presentan las principales labores de cultivo y otras actividades realizadas con la yuca, frijol y maíz. Durante el desarrollo de los cultivos solamente la yuca no requirió aplicación de insecticidas, las fechas de las aplicaciones a los otros cultivos se observa en el cuadro 3A.

Existió cierta dificultad en el manejo del frijol voluble comparado con el frijol arbustivo. Cuando al frijol voluble le salen las primeras guías hubo que ayudarlo a trepar, pues este frijol sino se trepa produce rendimientos bajos.

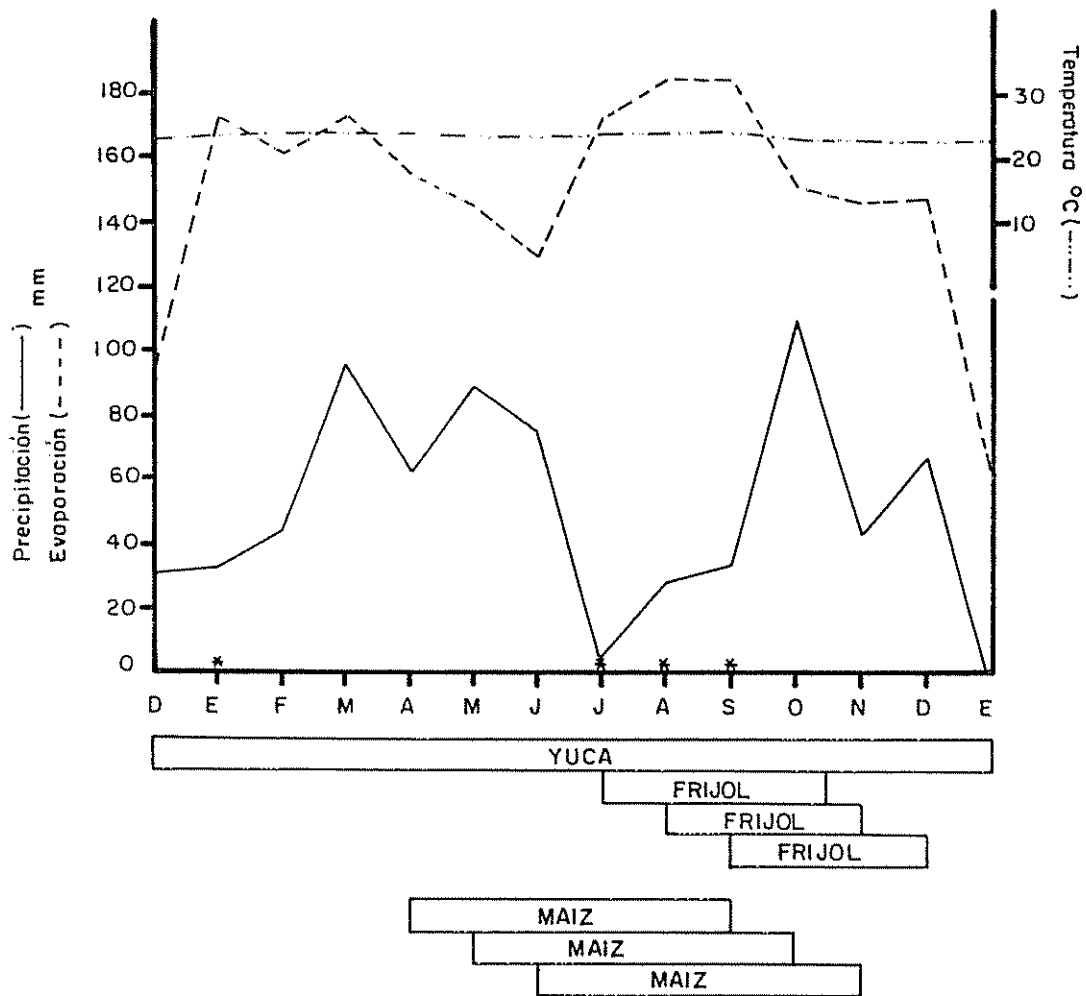


Fig.4 Precipitación, evaporación y temperatura media mensuales del 10 de diciembre de 1979 al 12 de enero de 1981. CIAT, Palmira, Colombia

* Se aplicó riego por gravedad

El frijol voluble que se asoció con maíz tuvo ventajas comparado con el que se asoció con yuca, básicamente se debió a que las asociadas con maíz tenían mayor cantidad de luz y también a la disposición de siembra; ya que las plantas de frijol con maíz al buscar luz durante su desarrollo se treparon con el maíz y las asociadas con yuca tendían a desarrollarse hacia afuera y caer sobre los surcos. Es conveniente considerar esta tendencia en futuros arreglos de frijol y yuca de tal forma que se auto tutore el frijol. Esto puede conseguirse sembrándolo dentro de los surcos de yuca.

El frijol voluble de la primera fecha de siembra (7 meses de edad de la yuca) fue el que más sufrió pérdidas de origen fitopatológico. El mayor ataque fue de virus del mosaico común del frijol*. Se observó que en las parcelas de frijol asociado con yuca el ataque fue mayor, comparado con el de las que estuvieron asociadas con maíz. En las otras dos fechas de siembra (8 y 9 meses de edad de la yuca) el mayor ataque al frijol fue de ácaros blancos *Polyphagotarsonemus latus* y ácaros rojos *Tetranychus spp.* En las primeras dos fechas de siembra del frijol voluble se observó mayor cantidad de plantas raquílicas, y esto sumado al ataque de plagas y enfermedades, posiblemente contribuyó para que el número de cosechas se redujera a una en la primera y segunda fecha de siembra y a tres cosechas en la tercera fecha de siembra.

En el frijol arbustivo, incluyendo las tres fechas de siembra, las plantas crecieron en general sanas, aunque las plantas en las primeras dos fechas (7 y 8 meses de edad de la yuca) sufrieron el ataque de los mismos ácaros del frijol voluble, este ataque se presentó a los 20 días de la siembra. Las plantas de la tercer fecha (9 meses de edad de la yuca), además de sufrir ataques de ácaros tuvieron también roya *Uromyces sp.*

En el cultivo de yuca no se presentaron condiciones que favorecieran la mortalidad de plantas. Se aplicó un riego en cada fecha de siembra del frijol al momento de sembrarlo. El riego se hizo uniforme con zifones al

* Comunicación personal. Francisco Morales Ph.D. Virólogo, programa de frijol CIAT, Palmira, Colombia. (Agosto 1980).

área total que ocuparon ambos experimentos, aplicándose aproximadamente 200 mm.

4.3 Relación de transmisión de luz (RTL)

En la figura 5 se observan las variaciones de la RTL medido a partir de los 138 días (4,5 meses) después de la siembra de la yuca. Se nota que bajo la yuca sin poda (I) se observa un aumento progresivo de la RTL hasta finalizar su ciclo, lo cual se debió a la pérdida progresiva de follaje conforme las plantas envejecían.

Al hacer poda (II) aumentó el RTL bajo las plantas de yuca en relación con las que no se podaron en aproximadamente 12%, aunque se notó que la diferencia entre las dos condiciones de luz fue disminuyendo conforme las plantas envejecían, debido a que la pérdida de follaje afectó tanto las plantas sin poda como las podadas.

Debido a que el comportamiento de la RTL fue muy similar en ambos experimentos, para yuca sin poda y con poda, se presentan estas dos situaciones en una sola figura.

Lizárraga (33) reporta que la mayor cantidad de radiación solar interceptada en yuca ocurre entre los 6 y 8 meses. En el presente estudio fue entre los 4 a 7 meses.

4.4 Características biológicas de yuca y frijol arbustivo (Exp. 1)

4.4.1 Yuca

a. Características morfológicas

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de la prueba de Duncan de las características morfológicas estudiadas en este cultivo y en el Cuadro 4A se presentan los resultados del análisis de variancia.

El número de raíces totales y comerciales no disminuyó al sembrar frijol arbustivo en las tres edades de yuca. La poda tampoco afectó este número.

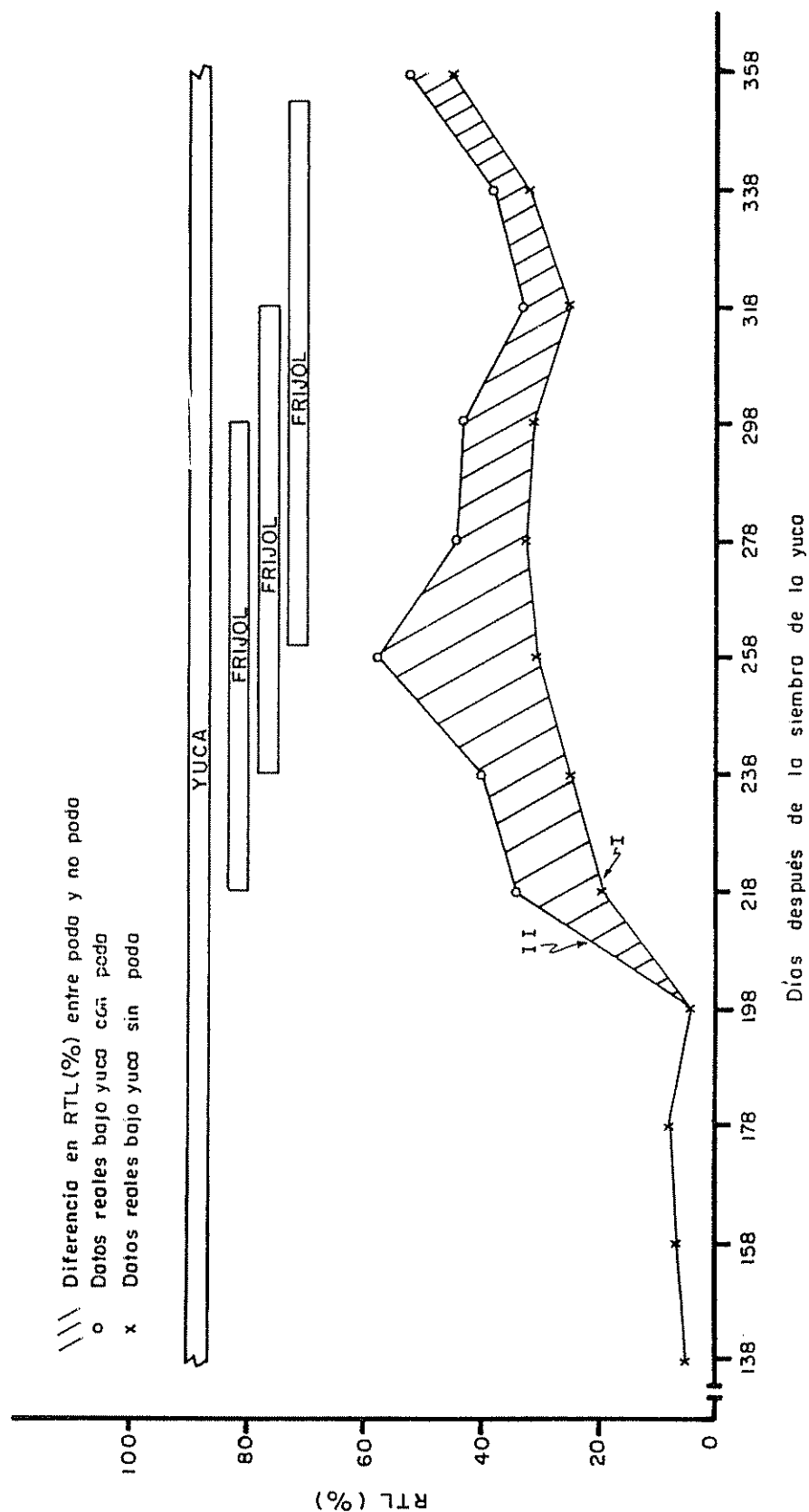


Fig. 5 Variación en la relación de transmisión de luz (RTL) con respecto a la edad de la yuca
 I = Tendencia de RTL bajo yuca sin poda ($Y = 2,63 + 1,65X$) II = Tendencia de RTL bajo yuca con poda
 ($Y = 40,28 + 3,15X$)

Cuadro 7. Características morfológicas de plantas de yuca a los 397 días cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}

Sistemas ²	Raíces ³ totales (no./planta)	no. raíces comerciales (no./planta)	no. raíces comerciales (%)	Longitud ³ raíces (cm)	Perímetro raíces (cm)	Peso raíces comerciales (kg/planta)
Y	7,9	4,7	60	33,0	18,8 ab	2,0
Yp7	6,9	4,3	63	28,2	19,0 a	1,8
Yp8	7,2	4,3	61	32,8	17,5 abcd	1,9
Yp8	7,5	4,5	60	32,0	18,2 abc	1,8
Yp9	7,3	4,6	62	34,0	18,0 abcd	1,7
Yf7	7,5	5,1	70	33,5	18,2 abc	2,2
Yf8	6,9	4,3	63	37,2	18,5 ab	1,9
Yf9	7,8	4,9	65	31,8	16,8 bcd	2,0
Ypf7	6,9	4,9	71	31,8	16,0 d	1,9
Ypf8	8,0	4,9	64	31,5	17,2 abcd	2,2
Ypf9	7,3	4,3	60	33,8	16,2 cd	1,5

^{1/} Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

^{2/} Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

^{3/} no significativo para tratamientos.

Esto significa que al hacer poda a la yuca a estas edades estas variables no fueron afectadas (figura 6). Esto está de acuerdo con los trabajos realizados por Gerodetti (23) y Santos (45), en Turrialba. Esto puede deberse a que el número total de raíces se determina en los primeros tres meses (2) y las podas se realizaron a los 7, 8 y 9 meses.

El número de raíces comerciales osciló entre 4,3 y 5,1 raíces por planta; este número entra dentro del rango encontrado por Holmes y Wilson (26) cuya oscilación estuvo entre 3,4 a 7,1 usando otro cultivar. En otros trabajos obtuvieron diferentes número de raíces por planta usando distintos cultivares. Santos (45) obtuvo un promedio de 8,4 a 11,2 raíces por planta y Williams (51) reporta haber encontrado de 10,8 a 13,4.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos en longitud de raíces comerciales. El promedio general fue de 32,7 cm de longitud. Se detectaron por el análisis de variancia (Cuadro 4A) diferencias significativas para tratamientos en el perímetro ($P = 0,01$). El perímetro fue menor en las raíces de yuca a la que se le hizo poda a los 7 meses y se asoció con frijol.

Al analizar el tamaño de las raíces comerciales, se llegó a opinar igual que Williams (51), quien informa que el diámetro tiene mayor importancia que la longitud como factor de producción, ya que el criterio usado para clasificar raíces comerciales es menos exigente en longitud que en diámetro. Este mismo autor (51) dice que el tamaño de las raíces es relativo de acuerdo a las variedades y el diámetro entra en un rango de 1,5 a 16 cm.

b. Características de biomasa

Los datos referente a esta característica se encuentran en los Cuadros 4A y 8 y en la figura 7.

El análisis de varianza (Cuadro 4A) muestra que no hubo diferencias significativas entre los promedios del peso seco de hojas más pecíolos al momento de cosecha, mostrando esto el poder de recuperación de la yuca. De igual manera ocurrió con el peso seco de las raíces, en que en ningún tratamiento se disminuyó esta característica, lo que significa que el tipo de

RAICES COMERCIALES

RAICES TOTALES

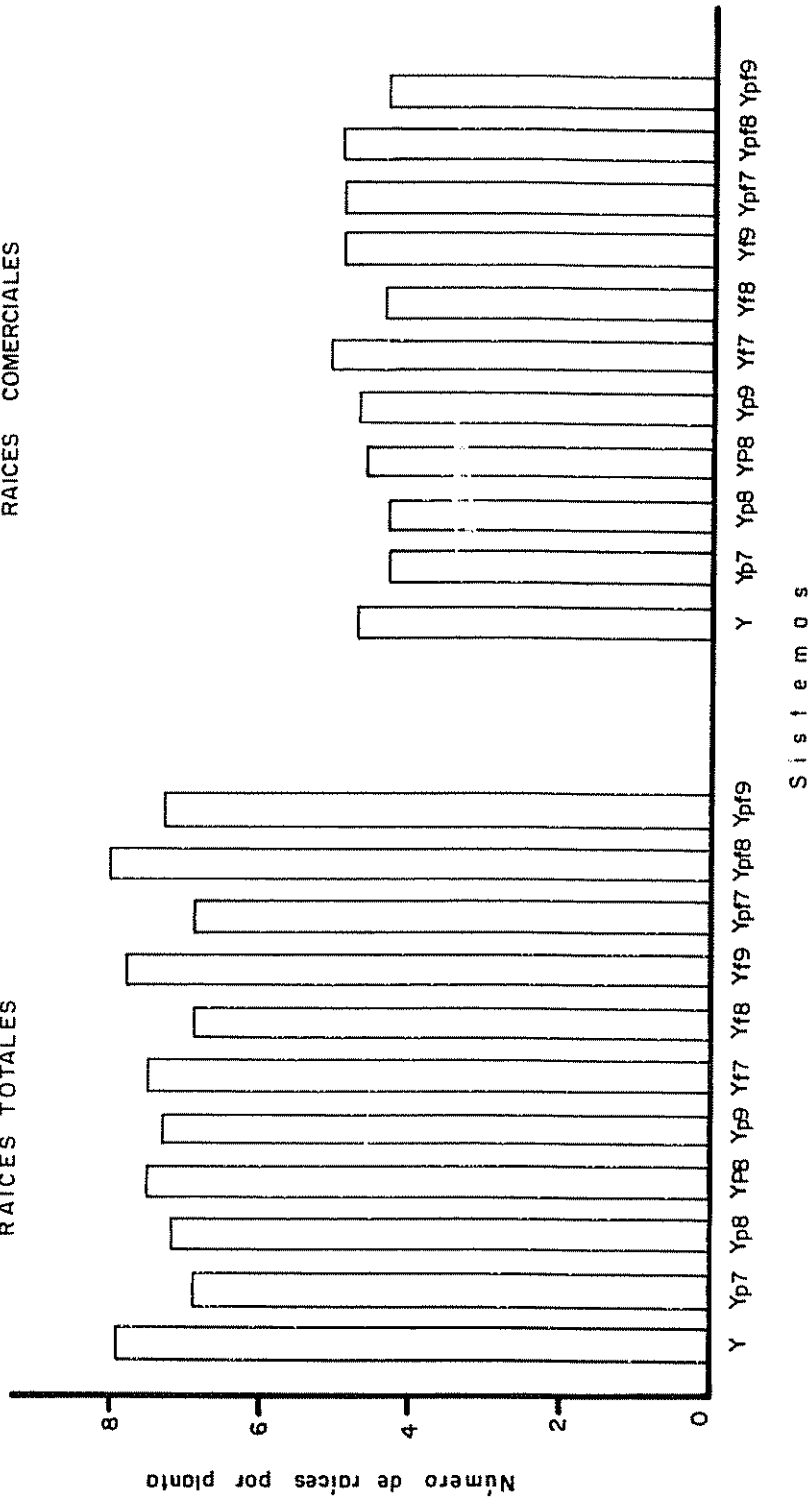


Fig. 6 Número de raíces totales y comerciales por planta de yuca en monocultivo y en asociación con frijol arbustivo en los sistemas estudiados. (Y =Yuca ; f =Frijol arbustivo ; p=Poda de desrrame ; P = Poda de defoliación ; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca)

Cuadro 8. Características de biomasa de plantas de yuca a los 397 días cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

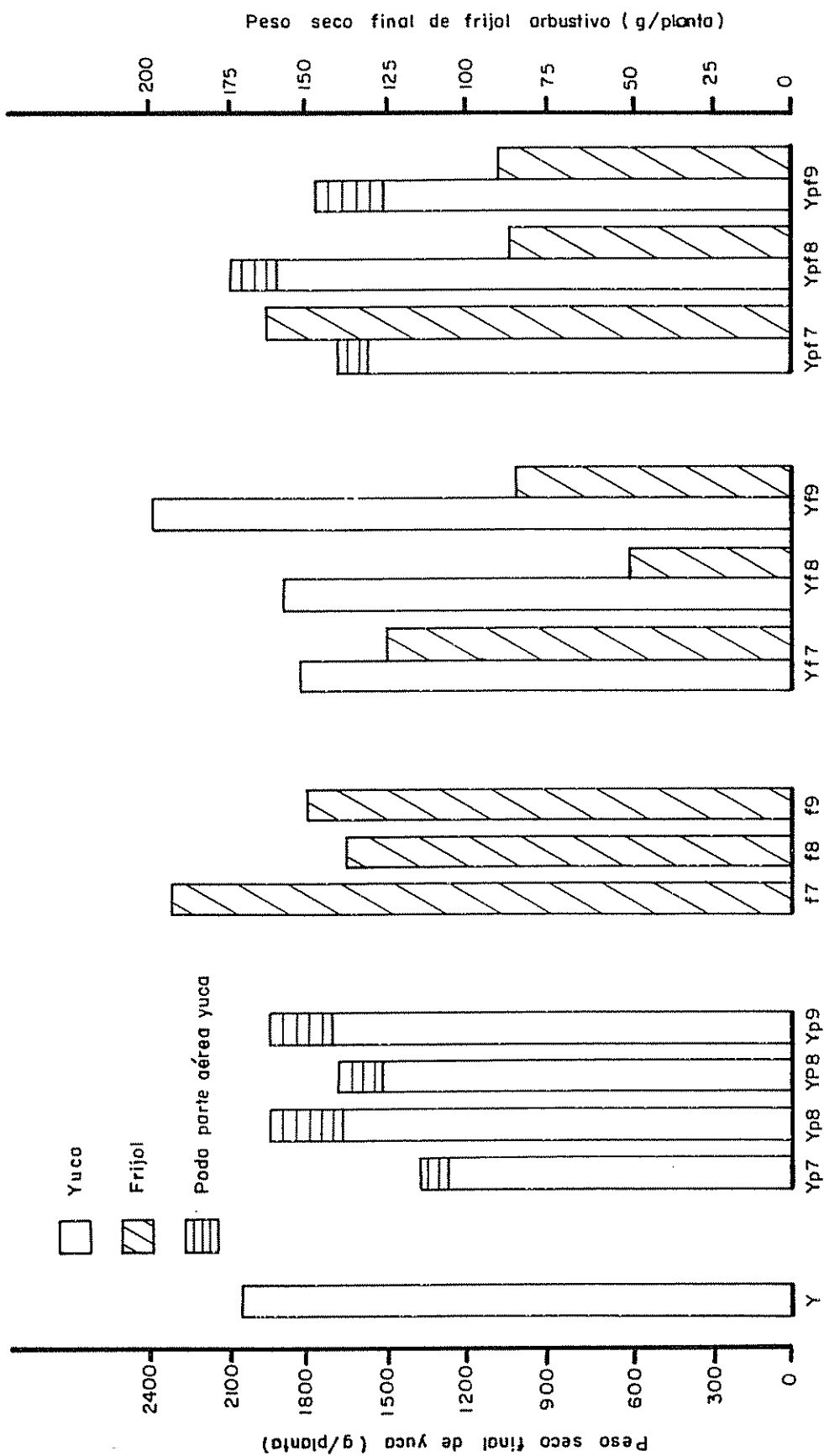
Sistemas ^{2/}	PS hojas más pecíolos ^{3/4/}		PS tallos (g/planta)	PS podas (g/planta)	PS raíces totales ^{4/}		PS total (g/planta)	Area foliar específica ^{4/} (g/dm ²)
	(g/planta)	(g/planta)			(g/planta)	(g/planta)		
Y	38	1.117 ab	-	871	2.025 ab	0,64		
Yp7	29	617 e	82	625	1.271 c	0,63		
Yp8	33	875 bcde	262	742	1.650 bc	0,64		
Yp8	38	862 bcde	138	600	1.500 bc	0,65		
Yp9	38	846 bcde	206	804	1.688 bc	0,64		
Yf7	38	967 abcd	-	788	1.792 abc	0,65		
Yf8	50	1.108 abc	-	683	1.842 abc	0,67		
Yf9	54	1.250 a	-	996	2.300 a	0,64		
Ypf7	33	804 dce	90	708	1.546 bc	0,66		
Ypf8	33	858 bcde	180	954	1.846 abc	0,68		
Ypf9	25	767 de	208	712	1.504 bc	0,66		

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ PS = peso seco.

4/ no significativo para tratamientos.



Sistemas

Fig. 7 Peso seco final de plantas de yuca y frijol arbustivo de los sistemas estudiados en el experimento I (Y=Yuca; f =Frijol arbustivo; p=Poda de desrame; P=Poda de defoliación; 7,8 y 9 =meses de edad de la yuca)

poda que se realizó no afectó esta característica.

El análisis de variancia, presentado en el Cuadro 4A, se observa que hubo diferencia significativa ($P = 0,05$) entre promedios para peso seco de tallos. Esto fue debido a las podas que recibieron las plantas de yuca. La prueba de Duncan (Cuadro 8) muestra que se obtuvieron diferentes cantidades de peso seco de tallos en los tratamientos en que se realizó poda. Se observó que los tratamientos que recibieron poda de corte de ramas tanto el tallo principal como la rama lateral aumentaron de grosor.

Se detectaron diferencias significativas ($P = 0,05$) para tratamientos en peso seco total (Cuadro 4A). En la prueba de Duncan (cuadro 8), se observa que el tratamiento que se le hizo poda a los 7 meses el peso seco total fue inferior comparado con el testigo. Los valores de peso seco total no son altos si tomamos en cuenta el criterio establecido por Holmes y Wilson (26), los que indican que esta variable si sobrepasa los 1.900 g por planta son valores altos. Las producciones de peso seco total obtenida en este estudio son inferiores a las reportadas por Santos (45) y superiores a las reportadas por Gallegos (22).

La reducción de peso seco total de la yuca que se le hizo poda a los 7 meses comparada con el monocultivo es notable.

Los datos de área foliar específica (cuadro 8) indican que las hojas de las plantas de yuca no tuvieron ninguna influencia de la asociación o de la poda con relación a su grosor.

c. Características agronómicas

En el Cuadro 4A se muestran los resultados del análisis de variancia y en el Cuadro 9 los resultados de la prueba de Duncan de las características agronómicas estudiadas en este cultivo.

Se nota (Cuadro 4A) que solamente se detectaron diferencias significativas ($P = 0,01$) para tratamientos en el contenido de almidón.

La poda que se realizó a los 8 y 9 meses afectó el contenido de almidón,

Cuadro 9. Características agronómicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol arbustivo. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Rendimiento ^{3/} raíces totales (Tm/ha)	Rendimiento raíces comerciales ^{3/} (Tm/ha)	Peso raíces ^{3/} comerciales (%)	Almidón en raíces (%)
Y	22,41	18,83	84	34,9 a
Yp7	19,71	16,76	85	33,6 abcd
Yp8	21,10	18,26	86	32,0 d
Yp8	19,25	16,22	84	34,5 ab
Yp9	19,03	16,11	85	32,5 cd
Yf7	22,99	20,30	88	34,0 abc
Yf8	21,21	18,13	85	32,9 bcd
Yf9	22,50	19,35	86	32,2 abcd
Ypf7	19,16	17,81	89	33,7 abcd
Ypf8	22,74	20,56	90	34,2 abc
Ypf9	16,90	14,15	84	32,7 cd

1/ Letras distintas indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ no significativo para tratamientos.

es decir que hubo efecto de poda sobre esta característica. Estos resultados están de acuerdo con lo reportado por otros investigadores (43, 50). Informa (43), que el efecto de las podas tiende a aumentar el contenido de agua en las raíces y como la determinación se hace en base a peso fresco, causaría una disminución en el porcentaje de almidón.

La asociación de frijol a los 8 meses afectó el contenido de almidón. Estos resultados están acorde con lo reportado por Gerodetti (23) y Santos (45), los cuales determinaron que al asociar la yuca con frijol lima y yuca con maíz se afectó el contenido de almidón.

Los rendimientos de raíces comerciales obtenidos en monocultivo de yuca con poca son ligeramente superiores comparados a los obtenidos por el CIAT (11) usando el mismo cultivar y el mismo tipo de poda.

En la figura 8 se observan los rendimientos de yuca para los diferentes tratamientos estudiados. Se nota que no hubo diferencias entre los promedios para tratamientos.

4.4.2 Frijol arbustivo

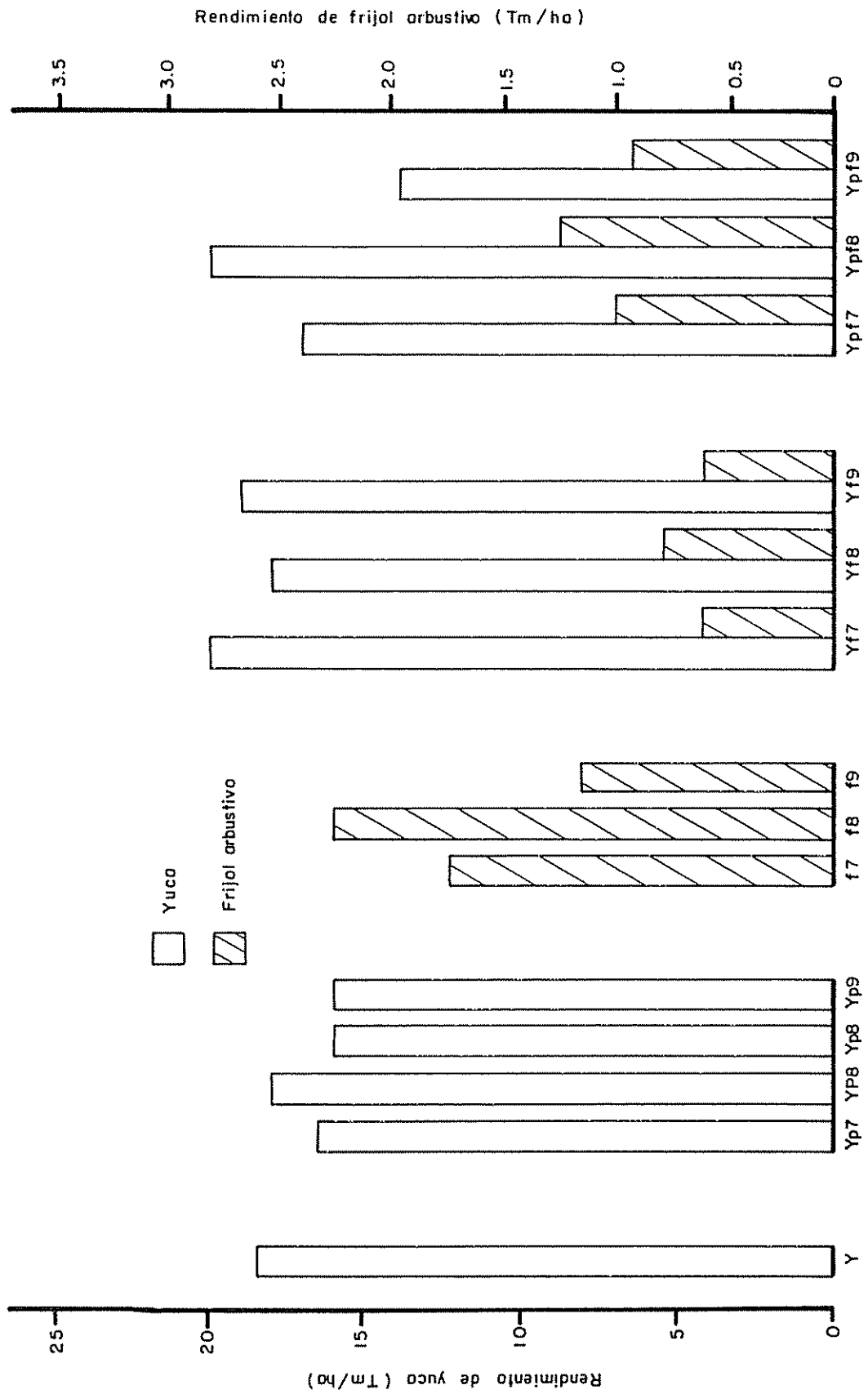
Los datos referentes a las características morfológicas, de biomasa y agronómicas de este cultivo se encuentran en los Cuadros 10, 11 y 12 y en las figuras 7 y 8.

a. Características morfológicas

El análisis de variancia (Cuadro 5A) muestra diferencia significativa ($P = 0,05$) para número de vainas por planta.

La siembra de frijol que correspondió a los 7 meses de edad de la yuca el número de vainas por planta fue significativamente menor respecto al testigo, de igual manera ocurrió a la fecha de siembra de los 9 meses. Pero no ocurrió con la de 8 meses donde no hubo diferencias respecto al testigo.

El número de vainas por planta de frijol asociado con yuca sin poda o



Sistemas

Fig. 8 Rendimientos de yuca (raíces comerciales) y de frijol arbustivo por los sistemas estudiados en el experimento I (Y=Yuca ; f =Frijol arbustivo ; p=Poda de desrame ; P=Poda de defoliación ; 7, 8 y 9 = meses de edad en la yuca)

Cuadro 10. Características morfológicas de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca a diferentes edades. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	no Granos/vaina ^{3/}	no Vainas/planta
f7	4,6	10,6 a
f8	5,5	6,9 bc
f9	5,6	8,1 ab
Yf7	4,9	5,2 bc
Yf8	5,6	5,6 bc
Yf9	5,8	4,5 c
Ypf7	5,2	6,2 bc
Ypf8	5,4	6,1 bc
Ypf9	5,9	4,1 c

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ no significativo para tratamientos.

Cuadro 11. Características de biomasa de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca a diferentes edades. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Peso seco vainas sin granos (g/planta)	Peso seco ho- jas más tallos (g/planta)	Peso seco granos (g/planta)	Peso seco total (g/planta)
f7	2,5	178,3 a	8,7 b	189,5 a
f8	2,3	121,0 bc	11,6 a	134,9 b
f9	2,1	138,2 ab	6,0 cd	146,4 b
Yf7	1,3	116,4 abcd	3,3 e	120,9 bc
Yf8	1,2	43,5 e	4,4 de	49,2 d
Yf9	0,8	78,8 cde	3,0 e	82,7 cd
Ypf7	1,6	153,3 ab	5,2 cd	159,0 ab
Ypf8	1,9	76,5 de	6,7 c	85,0 cd
Ypf9	1,0	81,0 cde	4,3 de	86,4 cd

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ No significativo.

Cuadro 12. Características agronómicas de plantas de frijol arbustivo cultivadas en monocultivo y asociadas con yuca a diferentes edades. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Plantas útiles ^{3/}		Rendimiento de granos corregido a 14% HOH (Tm/ha)
	(no./ha) ^{4/}	Valor relativo (%)	
f7	199.876	90	1,730 b
f8	200.740	90	2,320 a
f9	197.530	89	1,200 cd
Yf7	185.308	83	0,650 e
Yf8	191.234	86	0,850 de
Yf9	206.296	93	0,640 e
Ypf7	194.135	87	1,020 cde
Ypf8	191.234	86	1,280 c
Ypf9	206.049	93	0,900 cde

1/ Letras distintas indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 meses de edad de la yuca.

3/ no significativo para tratamientos.

4/ Población teórica inicial 222.222 plantas/ha.

con poda a los 7, 8 y 9 meses, fueron estadísticamente iguales, aunque se observa un ligero aumento en los tratamientos con poda a los 7 y 8 meses. Vale señalar que Gerodetti (23) realizando poda a la yuca asociada con vainita, encontró que el número de vainas totales aumentaron en un 25%.

b. Características de biomasa

En el Cuadro 5A se muestra que el análisis de variancia detectó diferencias significativas ($P = 0,05$) para tratamientos en los pesos secos de hojas más tallos, granos/planta y total/planta.

Las diferencias detectadas (Cuadro 11) en peso seco de hojas más tallos fue menor en los tratamientos asociados con yuca, sin y con poda a los 8 y 9 meses.

El peso seco de granos y por planta total de las plantas de frijol asociadas con yuca, sin y con poda a los 7, 8 y 9 meses fue menor que en monocultivo. Entre las plantas de frijol asociadas con yuca sin y con poda no hubo diferencias, esto significa que la asociación con yuca no afectó esta característica. La variación de peso seco total estuvo en un rango de 49,2 a 189,5 g/planta, correspondiente al tratamiento Yf8 y f7 respectivamente.

El valor más alto de peso seco total lo obtuvo el sistema f7 (figura 7) y fue estadísticamente diferente de las otras fechas de siembra en monocultivo y en segundo lugar quedó el sistema Ypf7.

c. Características agronómicas

El análisis de variancia (Cuadro 5A) detectó diferencias significativas para tratamientos respecto a rendimiento de granos. No se detectaron diferencias para el número de plantas por hectárea.

Según los resultados de la prueba de Duncan (Cuadro 12) hubo diferencias significativas en el rendimiento de las plantas de frijol asociadas con yuca, sin y con poda, mientras que la fecha de los 9 meses no hubo diferencias comparadas con el testigo, esto fue debido a que a los 9 meses

las condiciones de las plantas de frijol asociadas con yuca con poda y en monocultivo fue similar respecto a la cantidad de luz que recibieron (figura 5).

En la segunda fecha de siembra (8 meses) la poda favoreció el rendimiento de frijol en 66% comparado con el asociado con yuca sin poda. Las otras fechas de siembra (7 y 9 meses) fueron estadísticamente iguales en rendimiento de si estuvieron asociadas sin o con poda. Se puede informar que hubo un efecto positivo para la segunda fecha de siembra (8 meses), ya que si observamos (Cuadros 12 y figura 8) los rendimientos de esa fecha vs las otras dos (7 y 9 meses) el efecto es notorio. Esto se debió a que esa fecha de siembra en el momento de floración (20 de septiembre) comenzaron las lluvias y esto sumado al riego que se le hizo 10 días antes favorecieron el rendimiento. Se cree que el riego más frecuente en las otras fechas de siembra pudo favorecer más al frijol, pero no se hicieron por los posibles efectos detrimentes en el rendimiento de yuca por favorecer pudriciones.

4.5 Características biológicas de yuca, frijol voluble y maíz (Exp. 2)

4.5.1 Yuca

Los datos referentes a las características morfológicas, de biomasa y agronómicas de este cultivo se observan en los Cuadros 13, 14 y 15 y en las figuras 9, 10 y 11. En el Cuadro 6A se encuentra el análisis de variancia de estas características.

En el análisis de variancia no se detectaron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en yuca. Solo nos limitaremos a hacer un breve comentario sobre los datos más sobresalientes. La no significancia en esas características se debió principalmente a la variabilidad entre repeticiones, se sugiere ver los datos originales en el Apéndice.

Las diferentes fechas de siembra de frijol con relación a la edad de la yuca (7, 8 y 9 meses) y la poda realizada a esas edades muestran una

Cuadro 13. Características morfológicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Raíces Totales (no./planta)	Raíces comerciales (no./planta)	no. raíces comerciales (%)	Longitud raíces (cm)	Perímetro raíces (cm)	Peso raíces comerciales (kg/planta)
Y	7,6	4,7	62	29,8	17,5	2,2
YP7	6,4	3,5	55	33,2	17,2	1,5
YP8	6,5	4,1	63	31,2	18,8	2,0
YP8	7,2	4,3	60	32,5	17,8	2,2
YP9	6,7	3,9	58	32,2	19,0	2,0
YF7	7,8	4,4	56	29,8	18,2	2,1
YF8	7,5	4,7	63	30,5	17,5	2,0
YF9	7,3	4,9	67	33,8	18,2	2,6
YPF7	6,5	4,0	62	33,5	17,2	1,7
YPF8	6,6	4,2	64	30,0	17,8	1,7
YPF9	6,2	3,0	48	31,2	18,0	1,2

1/ no significativo para tratamientos.

2/ Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 14. Características de biomasa de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan.

Sistemas	PS hojas más pecíolos ^{3/} (g/planta)	PS tallos (g/planta)	PS podas (g/planta)	PS raíces totales (g/planta)	PS total (g/planta)	Area foliar específica (g/dm ²)
Y	29	800	-	1.137	1.967	0,66
YP7	28	767	90	708	1.502	0,64
YP8	29	708	95	692	1.429	0,62
Yp8	29	646	171	958	1.633	0,68
YP9	50	792	90	700	1.542	0,63
YF7	25	829	-	920	1.775	0,63
YF8	37	796	-	762	1.595	0,64
YF9	25	770	-	946	1.742	0,61
YPF7	20	692	85	800	1.511	0,63
YPF8	24	670	110	550	1.245	0,63
YPF9	20	575	100	546	1.140	0,64

1/ no significativo para tratamientos.

2/ Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ PS = peso seco.

Cuadro 15. Características agronómicas de plantas de yuca a los 397 días, cultivadas en monocultivo y asociadas con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Rendimiento raíces totales (Tm/ha)	Rendimiento raíces comerciales (Tm/ha)	Peso raíces comerciales (%)	Almidón en raíces (%)
Y	23,47	20,37	87	34,3
YP7	17,28	13,94	81	32,9
YP8	21,80	19,06	87	32,8
Yp8	23,62	20,16	85	33,5
YP9	22,52	18,42	82	31,8
YF7	23,10	19,71	85	34,0
YF8	22,41	19,39	86	32,9
YF9	26,29	23,61	90	34,5
YPF7	19,43	15,54	80	34,5
YPF8	17,93	15,74	88	32,7
YPF9	14,08	11,26	80	31,7

1/ no significativo para tratamientos.

2/ Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

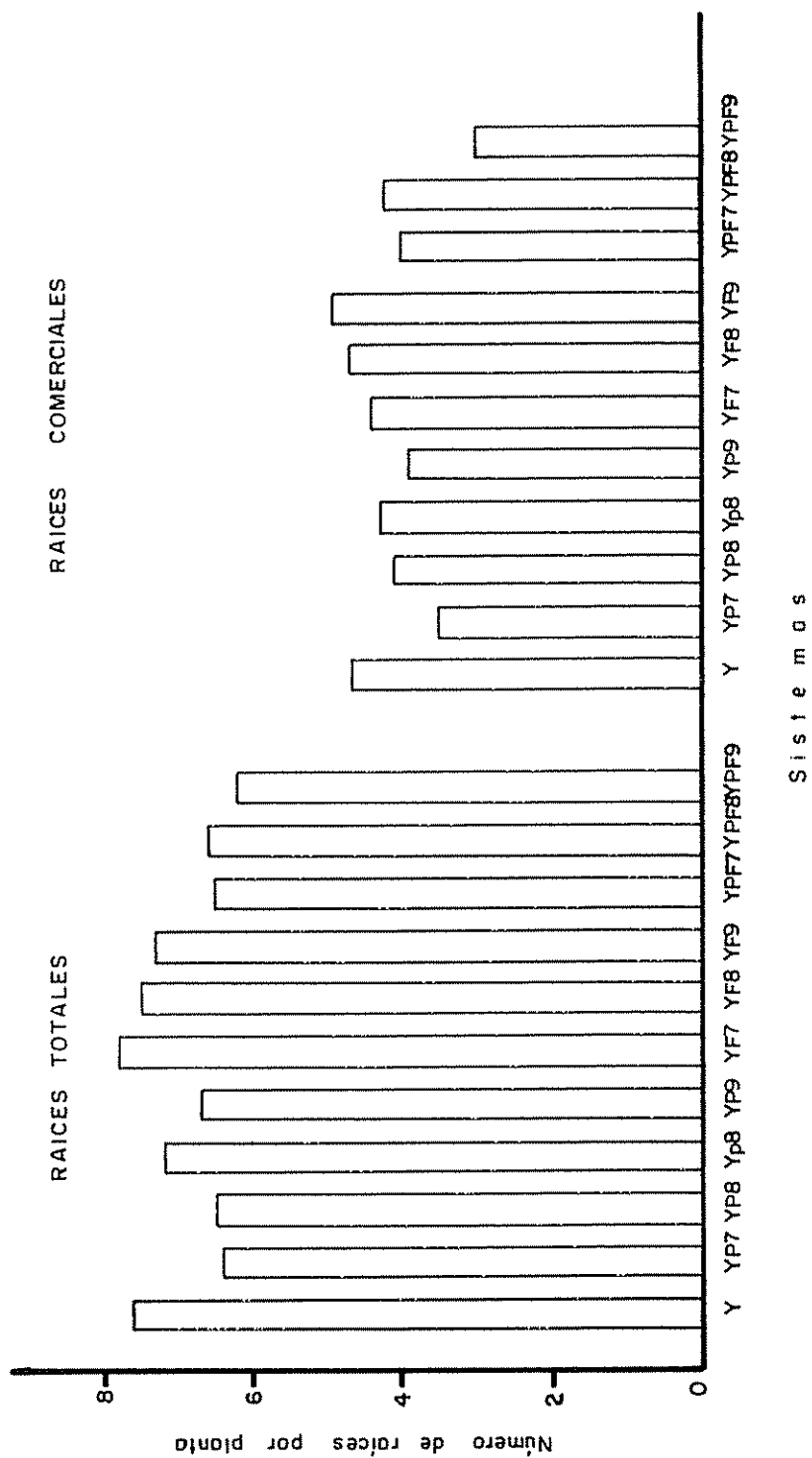


Fig. 9 Número de raíces totales y comerciales por planta de yuca en monocultivo y en asociación con frijol voluble en los sistemas estudiados. (Y=Yuca; F=Frijol voluble; p = Poda de desrame; P=Poda de defoliación; 7,8 y 9=meses de edad de la yuca)



Sistemas

Fig. 10 Peso seco final de plantas de yuca y frijol voluble de los sistemas estudiados en el experimento 2 (Y=Yuca; F=Frijol; M=Maíz; p=Poda de desrame; P=Poda de defoliación; 7, 8 y 9= meses de edad de la yuca)

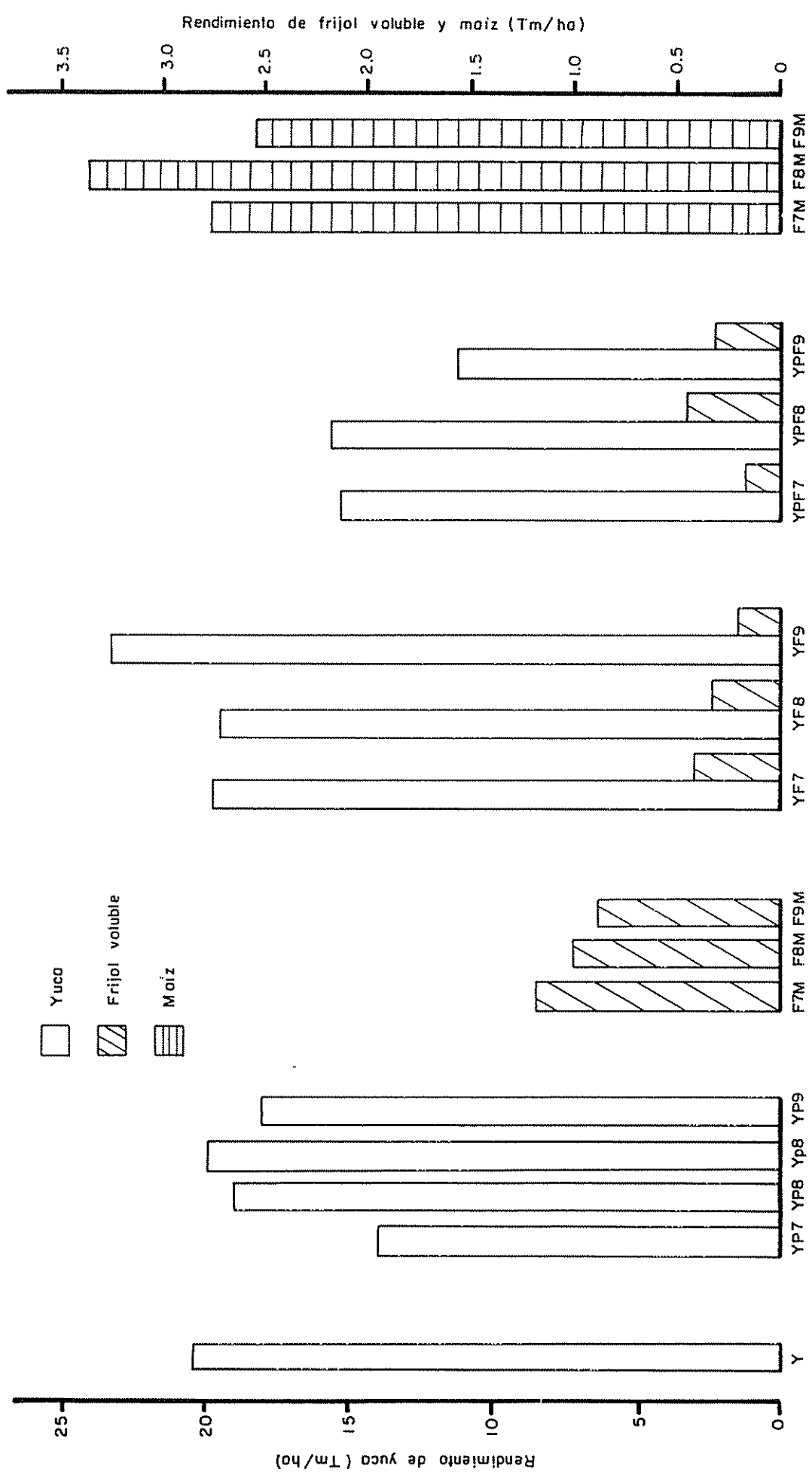


Fig. II Rendimientos de yuca (raíces comerciales), de frijol voluble y maíz, por los sistemas estudiados en el experimento 2 (Y=Yuca ; F=Frijol voluble ; M=Maíz ; p=Poda de desrame ; P= Poda de defoliación ; 7,8 y 9 = meses de edad de la yuca)

tendencia a disminuir el peso de raíces por planta por la poda. No se observó competencia del frijol respecto a la yuca. Esto se nota en la columna 6 (cuadro 14) y columna 3 (Cuadro 15).

En la figura 11 se nota que la asociación de frijol con yuca podada los rendimientos de raíces comerciales ligeramente disminuyeron, esto se debió al efecto de poda y no a la asociación.

Los valores más bajos de contenido de almidón corresponden a los tratamientos que se le hizo poda a los 9 meses. Este resultado encaja con lo reportado por López (34) y Gerodetti (23), quienes informan que la poda en la yuca afecta el contenido de almidón. Aunque Santos (45) informa que el contenido de almidón tiene un ámbito reducido de variabilidad entre tratamientos.

La variación en el contenido de almidón osciló entre 31,7 a 34,5%, estos valores son más altos que lo reportado por varios autores (42, 43, 50).

4.5.2 Frijol voluble

Las características estudiadas en este cultivo son observadas en los Cuadros 16, 17 y 18 y en las figuras 10 y 11.

El frijol voluble fue sembrado con la yuca sin y con poda cuando ésta tenía 7, 8 y 9 meses de edad y también fue sembrado en las parcelas correspondientes a los 2,5 meses del ciclo de vida del maíz y se trepó en sus cañas. Al referirme a los tratamientos de monocultivo o testigo de este frijol entiéndase que fueron estos trepados sobre cañas de maíz.

Al observar el análisis de variancia (Cuadro 7A) se nota que hubo diferencias significativas ($P = 0,01$) para todas las características estudiadas a excepción del número de plantas por hectárea que no se detectó significancia.

a. Características morfológicas

El número de granos por vaina para las plantas asociadas con

Cuadro 16. Características morfológicas de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo (usando plantas de maíz como tutor) y asociadas con yuca a diferentes edades. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{1/}.

Sistemas ^{2/}	no Granos/vaina	no Vainas/planta
F7M	4,0 bc	13,1 a
F8M	4,7 a	11,7 ab
F9M	4,8 a	9,5 b
YF7	4,0 bc	5,8 c
YF8	4,2 ab	5,1 cd
YF9	3,5 cd	3,3 cd
YPF7	3,3 d	2,0 d
YPF8	4,3 ab	5,9 c
YPF9	4,2 ab	5,8 c

^{1/} Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

^{2/} Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 17. Características de biomasa de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo (usando plantas de maíz como tutor) y asociadas con yuca a diferentes edades^{1/}. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan^{2/}.

Sistemas ^{2/}	Peso seco vainas sin granos (g/planta)	Peso seco hojas más tallos (g/planta)	Peso seco granos (g/planta)	Peso seco total (g/planta)
F7M	2,7 b	107,3 a	15,7 a	125,8 a
F8M	4,4 a	77,2 b	15,5 a	97,0 b
F9M	4,0 a	65,0 bc	15,0 a	84,1 bc
YF7	1,0 c	49,3 cd	6,3 b	56,5 cd
YF8	1,3 c	28,4 cd	5,5 bc	35,2 de
YF9	0,8 c	15,4 e	3,0 bc	19,3 e
YPF7	1,2 c	45,8 cd	2,0 c	49,0 de
YPF8	1,6 c	37,7 cde	6,2 b	45,6 de
YPF9	1,4 c	38,1 cde	4,7 bc	44,2 de

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 18. Características agronómicas de plantas de frijol voluble cultivadas en monocultivo (usando plantas de maíz como tutor) y asociadas con yuca a diferentes edades. Valores promedios de cuatro repeticiones y resultados de la Prueba de Duncan.

Sistemas ^{2/}	Plantas útiles		Rendimiento de granos a 14% HOH (Tm/ha)
	(no/ha) ⁴	Valor relativo (%)	
F7M	73.580	66	1,150 a
F8M	67.283	60	1,040 a
F9M	66.049	59	0,945 a
YF7	69.753	63	0,430 bc
YF8	63.086	57	0,350 bcd
YF9	64.506	58	0,195 cd
YFF7	77.777	70	0,155 d
YFF8	76.543	69	0,470 b
YFF9	70.370	63	0,330 bcd

1/ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas al 5%.

2/ Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ no significativo para tratamientos

4/ Población teórica inicial 111,111 plantas/ha.

yuca podada a los 7 meses, fue estadísticamente inferior (Cuadro 16) respecto al testigo. Esto fue debido al fuerte ataque de virus del mosaico común del frijol que tuvieron esas parcelas que también afectó el número de vainas por planta.

El número de vainas por planta también fue afectado por la asociación con yuca, ya que las plantas asociadas con yuca sin poda y con poda fueron, estadísticamente, inferiores a sus respectivos monocultivos.

b. Características de biomasa

El peso seco de (vaina + grano) fue afectado significativamente por la asociación con yuca (Cuadro 17). Al comparar los tratamientos asociados con yuca sin poda y con poda respecto a sus monocultivos se observa la significancia.

Hubo diferencias significativas en peso seco de hojas más tallos siendo el testigo más alto que los tratamientos asociados con yuca sin y con poda. También se detectó diferencias para peso seco de hojas más tallos de las plantas asociadas con yuca sin poda a los 7 y 8 meses respecto a sus testigos. De igual forma ocurrió para peso seco total por planta. El peso seco total por planta fue tan bajo debido a los reducidos pesos secos de tallos, hojas, vainas y granos que presentaron, principalmente los tratamientos asociados con yuca sin poda, debido a la caída de hojas del frijol y baja producción de vainas y granos.

c. Características agronómicas

Hubo diferencias significativas en rendimiento de los tratamientos asociados con yuca sin poda y podada respecto a su testigo, por lo que la asociación con yuca afectó negativamente los rendimientos (Cuadro 18).

Se nota una tendencia en aumentar el rendimiento de las plantas asociadas con yuca, sin y con poda a los 8 y 9 meses. En cambio los tratamientos que estuvieron con yuca podada a los 7 meses, su rendimiento fue menor comparado con los asociados con yuca sin defoliar, al ser sus componentes afectados por el ataque de virus del mosaico común del frijol.

Los rendimientos obtenidos en este estudio con este cultivar de frijol voluble son considerados bajos, ya que el CIAT (11) utilizando un cultivar parecido y en condiciones de campo similares y sembrándolo a los 9 meses de edad de la yuca produjo asociado con yuca defoliada 1,4 Tm/ha y con yuca sin defoliar 0,5 Tm/ha.

4.5.3 Maíz

El resultado de análisis de variancia de las características estudiadas en las tres fechas de siembra de maíz se observa en el Cuadro 8A.

No se detectaron diferencias significativas para fechas de siembra de maíz (Cuadro 8A). Es bien marcado (Cuadro 19) el efecto de fecha de siembra, la de mayor producción fue la segunda (5 meses de edad de la yuca), aunque no existió diferencia estadística.

En la figura 11 se observa el comportamiento de rendimiento de maíz. La tercera fecha de siembra tuvo el valor más bajo en rendimiento, esto fue debido principalmente a que cuando llegó el período del llenado del grano, a aproximadamente 90 días de la siembra, no hubo la suficiente humedad y esto sumado al ataque de plagas.

4.6 Comparaciones entre los sistemas

4.6.1 Extracción de nutrimentos

En los Cuadros 9A a 12A se presentan los datos de contenido de nutrimentos de los cultivos estudiados; y en los Cuadros 13A a 16A se observan los datos de extracción de nutrimentos desglosados por partes de la planta, tanto para yuca como para frijol arbustivo y voluble.

Los Cuadros 20 y 21 resumen los datos de extracción de nutrimentos totales efectuados por los sistemas estudiados en los experimentos 1 y 2, tanto en valores absolutos como relativos al monocultivo de yuca.

El N, P, K, Ca y Mg en el experimento 1 fueron extraídos en menor cantidad por las plantas podadas comparado con el testigo, esto se debió

Cuadro 19. Características medidas en plantas de maíz cultivadas en relevo con frijol voluble. Valores promedios de cuatro repeticiones^{1/}.

Sistemas ^{2/}	Plantas útiles (no/ha) ^{3/}	no. de mazorcas/ha	Rendimiento gra- nos con 14% HOH (Tm/ha)
F7M	30.608	27.455	2,8
F8M	31.413	28.180	3,4
F9M	29.803	28.985	2,6

1/ no significativo para tratamientos.

2/ F = frijol voluble; M = maíz; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

3/ Población teórica inicial = 31.746 plantas/ha.

Cuadro 20. Extracción de nutrimentos (Kg/ha) por la yuca y el frijol al momento de la cosecha en los experimentos 1 y 2.

Sistemas ^{1/}	N		P		K		Ca		Mg	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Y	258	206	31	26	150	123	120	79	66	50
Yp7	173	163	21	22	106	111	61	70	34	37
Yp8	230	160	26	20	106	93	90	73	49	34
Yp8	204	169	23	21	113	103	111	63	54	41
Yp9	227	196	26	23	120	114	89	90	50	46
f7	88	47	11	5	41	23	6	3	7	3
f8	94	46	14	6	49	28	5	4	6	3
f9	61	37	6	4	44	26	4	3	6	3
Yf7	261	191	29	27	134	133	100	95	57	54
Yf8	298	189	36	25	139	119	120	95	59	49
Yf9	349	192	36	24	164	112	147	81	76	40
Ypf7	258	169	30	21	125	97	89	78	57	41
Ypf8	262	182	47	20	165	109	97	67	64	39
Ypf9	226	142	28	17	146	88	99	58	49	34

^{1/} Y = yuca; f = frijol arbustivo; F = frijol voluble; M = maíz; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 21. Cantidad relativa (%) de nutrimentos extraídos por los sistemas estudiados en los experimentos 1 y 2.

Sistemas ^{1/}	N						P						K						Ca						Mg					
	Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 1		Exp. 2			
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2		
Y	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Yp7	67	79	67	85	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	
Yp8	89	78	83	77	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
Yp8	79	82	74	81	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
Yp9	88	95	83	88	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
Yf7	101	93	93	104	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	
Yf8	115	92	116	96	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	
Yf9	135	93	119	92	109	109	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	
Ypf7	100	82	97	81	83	83	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	
Ypf8	101	88	151	77	110	110	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
Ypf9	87	69	90	65	97	97	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	

^{1/} Y = yuca; f = frijol arbustivo; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

principalmente a que las plantas podadas tenían menor peso seco de tallos (Cuadro 8). De igual manera ocurrió en el experimento 2, pero la razón fue que las plantas podadas tenían menor peso seco en raíces (Cuadro 14).

En el experimento 1 los sistemas de yuca sin poda asociada con frijol mostraron tendencia a extraer más N que el testigo, lo cual fue más notable en la última fecha de siembra del frijol. En el experimento 2 hubo una disminución del 7% de extracción de N respecto al testigo.

En los sistemas de asociación y poda el consumo extra de N (experimento 1) debido a la presencia del frijol fue anulado por la poda. El consumo de N (experimento 2) en los sistemas de asociación y poda fue inferior al testigo. La extracción de P (experimento 2) en los sistemas de asociación y poda fue similar al testigo.

Jiménez (28) en Turrialba, Costa Rica, determinando la extracción de nutrimentos en frijol asociado con yuca, encontró que el P, K y Ca fueron extraídos en mayor cantidad en monocultivo y el N y Mg fueron extraídos mayormente en la asociación con yuca. Obtuvo los siguientes valores: 97,09 kg/ha de N, 13,75 kg/ha de P, 81,76 kg/ha de K, 89,23 kg/ha de Ca y 24,37 kg/ha de Mg; estos valores están expresados en relación a la producción promedio de raíces totales (15 Tm/ha).

En este estudio por cada tonelada de yuca (raíces totales) se extrajeron de N 10 kg/ha, P 1,2 kg/ha, K 6,0 kg/ha, Ca 4,3 kg/ha y Mg 2,5 kg/ha; de los cuales las raíces extrajeron 2,9 kg/ha de N, 0,4 kg/ha de P, 3,2 kg/ha de K, 0,4 kg/ha de Ca y 0,4 kg/ha de Mg, esto teniendo un promedio en rendimiento de 18 Tm/ha.

La extracción del K (experimento 1 y 2) de los sistemas asociados sin poda y asociados con poda fue similar al testigo.

La extracción de Ca tendió a ser menor en el experimento 1 comparado con el experimento 2, esto debido a que en el experimento 2 el peso seco total de yuca fue mayor que en el experimento 1, de igual manera ocurrió con el Mg.

En general, el frijol arbustivo extrajo más nutrimentos que el frijol voluble, debido principalmente a que la biomasa del frijol voluble fue menor que la del arbustivo (Cuadros 11 y 17).

4.6.2 Uso equivalente de tierra (UET)

En los Cuadros 22 y 23 se presentan los valores del UET obtenidos al considerar los rendimientos comerciales de raíces y granos totales de los experimentos 1 y 2. El UET fue calculado usando al testigo de yuca y no a los monocultivos podados, ya que la yuca en monocultivo generalmente no se poda.

Un valor mayor de 1,00 significa una mayor eficiencia en el uso de la tierra. Por lo que, los sistemas mayor a este valor son más eficientes desde el punto de vista agronómico. Según el UET (Cuadros 22 y 23) los sistemas de cultivos asociados fueron más eficientes que los monocultivos, a excepción de los sistemas YPF7 y YPF9 del experimento 2, cuyo valor promedio de UET fue de 0,90 debido principalmente a los bajos rendimientos de raíces en yuca y granos en frijol.

El valor más alto de este índice en el experimento 1 se obtuvo en los sistemas en los cuales la yuca recibió poda. El máximo UET fue 1,64 correspondiente a la yuca con poda y con frijol a los 8 meses. En cambio, en el experimento 2 el valor más alto de este índice se obtuvo en los sistemas de yuca sin poda y asociada con frijol a los 9 meses con un valor de UET de 1,36.

4.6.3 Datos energéticos

En los Cuadros 24 y 25 se presenta en forma resumida los datos correspondientes a las variables energéticas por sistema de los experimentos 1 y 2, respectivamente.

a) Energía alimenticia total

Los datos de esta variable están en relación directa con los datos de rendimientos de raíces comerciales de yuca y frijol (arbustivo y

Cuadro 22. Uso equivalente de tierra (UET), basada en rendimientos comerciales de yuca y frijol en el experimento 1.

Sistemas ^{1/}	Rendimiento (Tm/ha)		UET
	Yuca	Frijol	
Y	18,83	-	1,00
f7	-	1,730	1,00
f8	-	2,320	1,00
f9	-	1,200	1,00
Yf7	20,30	0,650	1,44
Yf8	18,13	0,850	1,32
Yf9	19,35	0,640	1,56
Ypf7	17,81	1,020	1,53
Ypf8	20,56	1,280	1,64
Ypf9	14,15	0,900	1,50

1/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 23. Uso equivalente de tierra (UET), basado en rendimientos comerciales de yuca y frijol en el experimento 2.

Sistemas ^{1/}	Rendimiento (Tm/ha)		UET
	Yuca	Frijol	
Y	20,37	-	1,00
F7M	-	1,150	1,00
F8M	-	1,040	1,00
F9M	-	0,945	1,00
YF7	19,71	0,430	1,34
YF8	19,39	0,350	1,29
YF9	23,61	0,195	1,36
YPF7	15,54	0,155	0,89
YPF8	15,74	0,470	1,22
YPF9	11,26	0,330	0,90

^{1/} Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz;

P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

Cuadro 24. Características energéticas de los sistemas estudiados en el experimento 1. Valores promedios de cuatro repeticiones.

Sistemas ^{1/}	Energía alimenticia total			Eficiencia energética (%)	Eficiencia en energía alimenticia cosechada (%)	Cantidad ^{3/} Proteínas (Kg/ha)
	Valores reales (Mcal/ha) ²	Valores relativos (%)	Valores relativos (%)			
Y	27.882	100	0,9	37	160	
yp7	24.523	88	0,6	51	140	
yp8	26.252	94	0,8	42	150	
yp8	23.951	86	0,7	43	140	
yp9	23.677	85	0,8	37	140	
f7	5.411	19	2,1	3	350	
f8	7.253	26	1,5	6	470	
f9	3.734	13	1,6	13	240	
Yf7	30.621	110	2,2	17	300	
Yf8	29.038	104	1,4	26	320	
Yf9	29.987	107	2,0	19	300	
ypf7	28.021	100	2,5	14	360	
ypf8	32.278	116	1,8	22	430	
ypf9	23.825	89	1,6	18	300	

1/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; P = poda de defoliación 7, 8 y 9 meses = meses de edad de la yuca.

2/ Mcal = 10^6 calorías = $4,1855 \times 10^6$ Joules.

3/ Contendida en la parte comestible de yuca y frijol.

Cuadro 25. Características energéticas de los sistemas estudiados en el experimento 2. Valores promedios de cuatro repeticiones.

Sistemas ^{1/}	Energía alimenticia total valores reales ^{2/} (Mcal/ha)	valores relativos (%)	Eficiencia energética (%)	Eficiencia en energía alimenticia cosechada (%)	Cantidad ^{3/} proteínas (Kg/ha)
Y	29.201	100	0,9	40	171
YP7	21.499	74	0,7	39	117
YP8	27.123	93	0,6	51	160
Yp8	29.388	100	0,8	48	169
YP9	28.019	96	0,7	49	155
F7M	3.591	12	0,7	6	233
F8M	3.249	11	0,5	7	211
F9M	2.950	10	0,5	8	192
YF7	35.553	122	1,1	39	252
YF8	28.974	99	0,9	39	234
YF9	33.320	114	0,9	46	237
YPF7	24.655	84	1,0	32	161
YPF8	23.773	81	0,8	36	227
YPF9	18.551	64	0,8	30	161

1/ Y = yuca; F:= frijol voluble; M = maíz; p = poda de desrame;

P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ Mcal = 10^6 calorías = $4,1855 \times 10^6$ Joules.

3/ Contenido en la parte comestible de la yuca y el frijol.

voluble) de los sistemas estudiados.

Las plantas de yuca en monocultivo comparadas con las asociadas con frijol (arbustivo y voluble), produjeron de 5 a 10% menos energía alimenticia total. Esto provino de raíces comerciales descascaradas. En el frijol voluble el aumento solo se produjo donde la yuca no se podó. La poda de yuca reduce la eficiencia entre 5 - 15% en relación al monocultivo.

En ambos experimentos los sistemas Ypf9 y YPF9 fueron de baja eficiencia.

b) Eficiencia energética

En el experimento 1 los sistemas más eficientes en transformar energía solar fotosintéticamente activa en energía de biomasa fueron Ypf7, Yf7, f7 y Yf9, ya que su eficiencia energética fue como promedio 2,2. Valores iguales, fueron obtenidos por Santos (45) consiguiendo la eficiencia energética de 2,2 para el sistema yuca - maíz y frijol lima sobre cañas de maíz. En el experimento 2, los sistemas más eficientes fueron cuando a la yuca se le sembró frijol a los 7 meses sin y con poda. Porcentajes de 2 a 2,5 en eficiencia energética son considerados altos por Bonner (5), el cual opina que se obtuvieron en zonas de agricultura avanzada y que a nivel mundial lo más frecuente son porcentajes inferiores a 1,0.

c) Eficiencia en energía cosechada

Esta variable expresada en porcentaje indica en qué forma los cultivos de los sistemas han distribuido la energía contenida en su biomasa, en otras palabras, nos revela que proporción de la energía total de la biomasa ha sido convertida en alimento directamente utilizable por el hombre.

En el experimento 1 si comparamos el promedio correspondiente a plantas de yuca en monocultivo con el de las plantas de yuca asociadas con frijol, veremos que este último sistema su contribución fue menor en la distribución de la energía de la biomasa desde el punto de vista de la alimentación humana. Los sistemas que menor contribuyeron en energía de la biomasa fueron

los correspondientes al frijol en monocultivo.

En el experimento 2, la contribución de los sistemas de energía de la biomasa fue similar para la yuca en monocultivo y asociada con frijol, siendo menor la del frijol en monocultivo. Lo mismo ocurrió en el experimento 1 en que los sistemas de frijol en monocultivo aportaron menor cantidad de energía.

d) Cantidad de proteínas

La producción de proteínas por los sistemas dependen del contenido de proteínas de los productos resultantes de los cultivos que los integran y también del rendimiento de ellos.

En este estudio tenemos raíces descascaradas de yuca con un bajo contenido de proteínas (2,5%) y granos de frijol con alto contenido (23,6%), ambos en base seca. La producción de proteínas de la yuca en monocultivo es la mitad de los sistemas asociados con frijol arbustivo y voluble.

En el caso de frijol arbustivo o voluble, el asocio con yuca no da mucho más proteína tal como se puede ver en el resumen de los 4 tratamientos más altos en kg/ha con cada tipo de frijol:

<u>Frijol arbustivo</u>		<u>Frijol voluble</u>	
f8	470	YF7	252
Ypf8	430	YF9	237
Ypf7	360	YF8	234
f7	350	F7M	233

5. CONCLUSIONES

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

- La mayor producción de peso seco total por planta en yuca correspondió a los tratamientos que no recibieron poda.

- Tanto la poda de desrame como la de defoliación hecha en yuca (cv. M MEX - 11) a los 7, 8 y 9 meses, no afectaron estadísticamente las variables de rendimiento estudiadas, tales como número y peso de raíz comercial. Sin embargo se nota que la poda reduce al rendimiento. Adicionalmente, el momento de hacerla afecta diferencialmente; la de 8 meses produciendo menos daño que las otras dos. Los rendimientos de raíces de yuca no fueron afectados por la asociación de frijol.

- Los rendimientos del frijol fueron afectados por la asociación con yuca. La poda favoreció el rendimiento del frijol arbustivo en aproximadamente 33% y para el frijol voluble en 25% en comparación al rendimiento no podado. Bajo las plantas podadas se tiene un 12% más de intensidad lumínica que bajo las no podadas.

- Al asociar el frijol con yuca sin poda después de los 7 meses de edad, se obtuvieron entre 600 a 800 kg/ha de frijol arbustivo y de 200 a 400 Kg/ha de frijol voluble. Ambos tipos de frijol tuvieron una disminución en rendimiento de 37% respecto a sus monocultivos cuando se asociaron con yuca sin poda.

- La fecha de siembra de mayor rendimiento en frijol arbustivo correspondió a la del mes de agosto (8 meses de edad de la yuca). El orden decreciente de rendimiento fue monocultivo, asociado con poda y asociado sin poda. No hubo efecto claro de fechas de siembra en frijol voluble tanto en monocultivo como en los tratamientos asociados.

- La extracción de nutrimentos por yuca varía poco al comparar el monocultivo con las asociaciones. Las plantas de frijol (arbustivo y voluble) extrajeron mayor cantidad de nutrimentos en monocultivo que en asociación con yuca.

- Los sistemas de yuca con poda y asociada con frijol arbustivo a los 7, 8 y 9 meses son 1,56 veces más eficiente en el uso equivalente de la tierra que los monocultivos correspondientes. En el caso de los sistemas sin poda este valor es 1,44 superior al monocultivo. Los sistemas de yuca sin poda con frijol voluble son 1,33 veces más eficientes en el uso de la tierra que su respectivo monocultivo, mientras que los que combinan yuca podada y frijol voluble son iguales al monocultivo.

- La mayor eficiencia energética se logra en el sistema asociado yuca con poda y frijol arbustivo (7 meses) con 2,5%; y en el sistema yuca sin poda y asociada con frijol voluble (7 meses) con 1,1%.

- Los mejores sistemas para energía alimenticia total son la asociación de yuca podada con frijol arbustivo a los 8 meses con una producción de 32.278 Mcal/ha/año, y la asociación de yuca sin poda con frijol voluble a los 7 meses con 35.553 Mcal/ha/año.

6. LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, S.J. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris* L. asociado con maíz *Zea mays* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 91 p.
2. ALBURQUERQUE, M. DE. A mandioca na Amazonia. Belen, Brasil, Superintendencia do Desenvolvimento da Amazonia, 1969. 277 p.
3. BLACKMAN, G. E. y BLACK, J. N. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment: The role of the light factor in limiting growth. *Annals of Botany* 23(89):131-145. 1959.
4. BOKDE, S. Luz solar en la producción de maíz. Pergamino, Argentina, Estación Experimental Agropecuaria. Informe Técnico no. 69. 1967. 12 p.
5. BONNER, J. The upper limit of crop yield. *Science* 137(3523):11 15. 1962.
6. BRAY, J. R. An estimate of a minimum quantum yield of photosynthesis based on ecological data. *Plant Physiology* 36:371-373. 1961.
7. BREMNER, J. M. Total nitrogen. In Black, C.A. *et al*; eds. *Methods of soil analysis*. Madison, Wisc., American Society of Agronomy, 1965. pp. 1171-1175.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual 1969. Cali, Colombia, 1970. 71 p.
9. _____. El potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie CS-2. Palmira, Colombia, 1973. 270 p.
10. _____. Informe anual 1976. Cali, Colombia, 1977. p. irr.
11. _____. Informe anual 1978. Cali, Colombia, 1979. p. irr.

12. CERIGHELLI, R. Cultural Tropical. T. I. Paris, Bailliéere. 1955. 635 p.
13. CHEW, W. Y. Cassava intercropping patterns and practices in Malaysia. In Welva, E., Nesterl, B. y Champell, M. eds. Workshop on intercropping with cassava. India, 1978. pp. 43-48.
14. COCK, J. H. La adaptabilidad de la yuca. In Curso sobre Producción de Yuca, Cali, Colombia, 1976. Trabajos. Ed. prel., Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 140-141.
15. _____. El tipo ideal de yuca para rendimiento máximo. In Curso sobre Producción de Yuca, Cali, Colombia, 1978. Trabajos. Ed. Prel. Cali, Colombia, CIAT, 1978. pp. 50-77.
16. CORREA, H. et al. Efeito da poda de ramas de mandioca na producao de ramas e raizes. Revista Ceres (Brasil) 20(109):148-157. 1973.
17. DAVIS, J. Mejoramiento de frijoles volubles para sistemas de asociación con maíz. Seminario Interno del CIAT. Serie SE-14-78. 1978. 7 p.
18. DESIR, S. Producción de maíz y frijol común asociados según habito de crecimiento y población de plantas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 41 p.
19. DOLL, J. D. y PIEDRAHITA, W. C. Métodos de control de malezas en yuca. Publicaciones del CIAT. Serie ES-21, 1976. p. irr.
20. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Anuario de producción 1973. Roma, 1975. v. 27, p. 82.
21. GARCIA MESONES, J. G. Producción de camote, maíz y soya a diferentes combinaciones y presiones de cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1975. 42 p.
22. GALLEGOS PARRA, R. R. Evaluación de producción agronómica y biomasa, en sistemas de producción que incluyen yuca *Manihot esculenta* Crantz. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1976. 122 p.

23. GERODETTI BORGHESE, M. Efectos de la poda y labores del suelo sobre el crecimiento y rendimiento de yuca *Manihot esculenta* Crantz, asociada con maíz *Zea mays* L. y vainita *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 93 p.
24. GONZALEZ, R. G. Relaciones entre la morfología de las plantas y la radiación solar dentro de los cultivos de maíz, yuca y plátano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1976. 102 p.
25. HART, R. D. The design and evaluation of bean, corn and manioc policulture cropping systems for the humid tropics. Ph.D. Thesis. Gainesville, University of Florida, 1974. 158 p.
26. HOLMES, E. B., y WILSON, L. A. Total dry matter production tuber yield, and yield components of six local cassava cultivars in Trinidad. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 4th, Cali, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, CIAT, IDRC, USAID, 1977. V.2, pp. 84-88.
27. HOWELER, R. H. Características químicas de los suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y recomendaciones sobre un manejo y fertilización para los cultivos de yuca y frijol. Palmira, Colombia, CIAT, 1978. 82 p.
28. JIMENEZ LACHARME, F. Estudio de absorción de nutrimentos en un agro-sistema de producción de frijol *Phaseolus vulgaris* L. maíz *Zea mays* L. y yuca *Manihot esculenta* C. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1976. 115 p.
29. JOHNSON, C. M. y ULRICH, A. Analytical methods for use in plant analysis. California Experiment Station. Bulletin No. 766. 1959. pp. 26-45.
30. JUAREZ, L. Estudio agronómico sobre la utilización de la yuca como forraje. Lima, Perú, Estación Experimental Agrícola "La Molina". Boletín No. 58. 1955. s.p.
31. KRETCHMER, P. J. y ZULUAGA, S. Implicaciones de la investigación fisiológica para mejoramiento de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. In Curso sobre Producción de Frijol, Cali, Colombia, 1979. Trabajos. Cali, Colombia, CIAT, 1979. p. irr.

32. LEMON, E. R. Energy conversion and water use efficiency in plants. In American Society of Agronomy. Plant environment and efficient water use. Madison, Wisconsin, 1966. pp. 28-48.
33. LIZARRAGA, N. A. Evaluación del crecimiento del camote *Ipomea batatas* L. y su relación con la radiación solar en monocultivo y en asociación con yuca *Manihot esculenta* C. y maíz *Zea mays* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1976. 102 p.
34. LOPEZ, A. A. Breve descripción del sistema de producción del pequeño agricultor en El Salvador. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el trópico. Informe Final. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1974. pp. 1-9.
35. MEAD, R. y WILLEY, R. W. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture* 16:217-228. 1980.
36. MENESES, R. Descripción general del procedimiento de trabajo seguido en Guápiles, Pococí, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 8 p.
37. MERRILL, A. L. y WATT, B. K. Energy value of foods: basis and derivations. U.S. Department of Agriculture. *Agricultural Handbook* no. 74. 1955. 105 p.
38. MORENO, R. A. y HART, R. D. Cassava intercropping in Central America. In Welva, E., Nesterl, B. and Champbell, M. eds. Workshop on intercropping with cassava. India, 1978. pp. 17-24.
39. _____ y MENESES, R. Rendimiento de algunas leguminosas intercaladas al final del ciclo de vida de la yuca *Manihot esculenta* C. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1980. 5 p.
40. _____. Rendimiento de yuca y frijol intercalados, Programa de Cultivos Anuales. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 1978. p. irr. (mimeografiado).
41. OFORI, C. S. Decline in fertility status of a tropical forest schrsol under continuous cropping. *Experimental Agriculture* 9(1):15-22. 1973.

42. PINCHINAT, A. M. Rendimiento potencial de la yuca *Manihot esculenta* C. en la zona de Turrialba, Costa Rica. Proceeding of the American Society of Horticultural Science. Tropical Region 17:367-372. 1973.
43. PROJETO MANDIOCA, Serie extensao. Cruz das almas, Brasil. University Federal da Bahía, Escola de Agronomia, Año 1, no. 1. 1975. p. irr.
44. SALINAS, J. y GARCIA, R. Métodos analíticos para suelos ácidos y plantas. Cali, Colombia, CIAT, 1979. 9 p. (mimeografiado).
45. SANTOS, M. A. DOS. Evaluación biológica de agrosistemas basados en el cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CAPIE, 1979. 122 p.
46. SCHMITT, J. Cultivo abundante y explotación industrial de la yuca. Suelo Tico (Costa Rica) 8:152-158. 1955.
47. SCHOONHOVEN, A. V., PEREZ, A. M. y PEÑA, J. E. Influencia de la defoliación artificial en la producción de raíces de yuca y su correlación con el daño causado por *Erinnys ello* L. In Congreso de la Sociedad de Entomología Colombiana, 2ª, Cali, 1974. Memoria. Bogotá, Colciencias, 1974. pp. 145-163.
48. THUNG, M. Antecedentes fisiológicos y agronómicos para cultivar la yuca y el frijol en asociación. Cali, Colombia. CIAT 1976. 31 p. (mimeografiado).
49. TORO M. J. C. Sugerencias para la conducción de pruebas regionales. In Curso de Producción de Yuca. Cali, Colombia. 1978. Cali, Colombia, CIAT, 1978. v.1, pp. 341-357.
50. VIEGAS, A. P. Estudos sobre a Mandioca. Sao Paulo, Instituto Agronômico, 1976. 214 p.
51. WILLIAMS, C. N. Growth and productivity of tapioca *Manihot utilissima*. IV. Development and yield of tubers. Experimental Agriculture 10(1):9-16. 1974.

APENDICE

Cuadro 1A. Características agroclimáticas del lugar donde se realizaron los experimentos (CIAT, Palmira, Colombia).

Posición Geográfica:*

Altitud: 1000 m.s.n.m
 Longitud: 76°19' Oeste
 Latitud: 3°31' Norte

Clima*

Temperatura media anual: 23,7°C (\bar{X} de 50 años)
 Precipitación media anual: 1025 mm (\bar{X} de 50 años)
 Humedad relativa promedio: 72% (\bar{X} de 50 años)
 Radiación diaria promedio: 468 cal/cm²/día (\bar{X} de 7 años)
 Evaporación diaria promedio: 4,4 mm (\bar{X} de 50 años)

Suelo (27)

Origen	:	Aluvial	
Clasificación	:	Vertic calcustoll	
Orden	:	Molisol	
Textura	:	Arcilloso - limoso	
Drenaje	:	Mal drenado	
Materia orgánica	:	4,1%	
pH	:	6.0	
Fertilidad	:	Alta	
Calcio	:	(miliequiv./100 gr de suelo):	12.6
Magnesio	:	(miliequiv./100 gr de suelo):	10.1
Potasio	:	(miliequiv./100 gr de suelo):	0.81
Fósforo	:	(ppm BRAY II):	91

* Datos de la Estación Meteorológica del CIAT, Palmira, Colombia.

Cuadro 2A. Condiciones climáticas en el período de investigación. (Diciembre 1979 a enero 1981).
 Datos tomados de la estación meteorológica del CIAT, Palmira, Colombia.

	D ³	E	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	E ³	TOTAL	\bar{x}
Precipitación ^{1/} (mm)	30,7	32,9	45,1	96,4	62,3	88,9	74,9	4,6	29,2	34,1	110,4	43,6	66,7	0	719,0	-	-
Radiación ^{2/} Solar (cal/cm ² /mes)	10.168	14.225	15.127	19.316	20.353	13.897	13.446	15.589	16.819	15.098	15.817	16.460	14.161	4.561	205.037	-	-
Evaporación ^{2/} (mm)	95,2	173,1	162,5	172,7	157,2	146,2	130,0	172,6	185,0	184,7	152,1	147,4	147,9	62,9	2089,5	-	-
Temperatura ^{2/} mín. promedio (°C)	18,6	19,2	19,6	19,8	19,8	19,7	19,4	19,2	18,7	19,5	19,2	19,0	18,8	19,3	-	-	19,3
Temperatura ^{2/} media promedio (°C)	23,1	24,0	24,1	24,8	24,2	23,8	23,9	24,1	24,4	24,5	23,3	23,2	23,1	23,4	-	-	23,8
Temperatura ^{2/} máx. promedio (°C)	28,4	30,0	29,7	30,7	29,6	29,2	29,1	30,4	30,8	30,5	28,7	28,5	28,9	29,5	-	-	29,6

1/ Medida en el campo experimental.

2/ Datos tomados de la Estación Meteorológica del CIAT, Palmira, Colombia. Temp. máxima absoluta: 33,8°C (agosto 26/80); Temp. mínima absoluta: 15,5°C (agosto 24/80).

3/ Diciembre 1979 incluye del 10 al 31; enero 1981 incluye del 1 al 12.

Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores de cultivos realizadas durante los experimentos con yuca, frijol y maíz. La descripción de la simbología usada en este cuadro se sugiere ver el cuadro 1.

FECHA	LABORES
<u>Año 1979</u>	
Dic. 10	Siembra de la yuca (todos los tratamientos con yuca).
<u>Año 1980</u>	
Enero 30	Poda a un tallo a todas las plantas de yuca.
Abril 14	Control de malezas: deshierba manual al área ocupada por los dos experimentos.
23	Primera siembra de maíz (F7M).
28	1a. lectura de RTL (Relación de tratamientos de luz).
Mayo 5	Fertilización al maíz con $ZnSO_4$ (20kg/ha) y Borax (10kg/ha).
6	Aplicación de azodrín (500 cc/ha) al maíz contra lorito verde (<u>Empoasca</u> sp).
8	2a. lectura de RTL.
12	Aporque al maíz.
19	3a. lectura de RTL.
20	Raleo al maíz a 2 plantas/hoyo.
20	Fertilización al maíz con Urea 46% (160kg/ha).
22	Aplicación Sebiran 3% al maíz contra el gusano cogollero. (<u>Spodoptera frugiperda</u>).
23	Segunda siembra de maíz (F8M).
29	4a. lectura de RTL.
Junio 4	Fertilización al maíz con $ZnSO_4$ (20kg/ha) y Bórax (10 kg/ha).

Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores...(Cont.).

FECHA	LABORES
<u>Año 1980 (Cont.)</u>	
Junio 10	5a. lectura de RTL.
12	Aplicación azocroín al maíz (2da siembra) para control del lorito verde (<u>Empoasca</u> sp) a razón de 500 cc/ha.
18	Raleo al maíz (2da siembra) a 2 plantas/hoyo.
18	Fertilización al maíz (2da siembra) con Urea 46% (160 kg/ha).
19	6a. lectura de RTL.
23	Tercera siembra de maíz (F9M).
30	7a. lectura de RTL.
Julio 4	Fertilización al maíz (3era siembra) con $ZnSO_4$ (20 kg/ha) y Bórax (10 Kg/ha).
10	Primera siembra de frijol tanto arbustivo como voluble (Yf7, Ypf7, f7, YF7, YPF7, F7M).
10	Aplicación fertilizante al frijol con la fórmula 30 - 50 - 30 - 5 - 1 (N- P_2O_5 - K_2O - Zn - B).
10	8a. lectura de RTL.
11	Poda a ambos experimentos de yuca (Yp7, Ypf7, YP7, YPF7).
14	Riego por gravedad.
16	Raleo al maíz (3ra siembra) a 2 plantas/hoyo.
16	Fertilización al maíz (3era siembra) con Urea 46% 160 kg/ha).
17	Aplicación Sebiran 3% al maíz contra gusano cogollero (<u>Spodoptera frugiperda</u>).

Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores...(Cont.).

FECHA	LABORES
<u>Año 1980 (Cont.)</u>	
Julio 21	Aporque al maíz (2da y 3era siembra).
21	9a. lectura de RTL.
25	Raleo al frijol voluble.
31	Aplicación azodrín al frijol para control del lorito verde (<u>Empoasca</u> sp) a razón de 500cc/ha.
31	10a. lectura de RTL.
Agosto 5	Raleo al frijo arbustivo.
11	Segunda siembra de frijol arbustivo y voluble*.
11	Fertilización al frijol con la fórmula 30 - 50 - 30 - 5 - 1 (N-P ₂ O ₅ - K ₂ O - Zn - B).
11	11a. lectura de RTL.
12	Poda a ambos experimentos de yuca (Yp8, Ypf8, YP8, YPF8).
13	Riego por gravedad.
20	12a. lectura de RTL.
21	Raleo al frijol voluble.
22	Aplicación de Tedion 35% E. C. contra ácaros blancos (<u>Polyphagotarsonemus latus</u>) a razón de 500 cc/100 litros de agua. Esta aplicación fue a todo el frijol.
29	13a. lectura de RTL.

* (Yf8, Ypf8, f8, YF8, YPF8, F8M).

Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores...(Cont.).

FECHA	LABORES
<u>Año 1980 (Cont.)</u>	
Sept. 1	Raleo al frijol arbustivo.
5	Primera cosecha de maíz.
8	Tercera siembra de frijol arbustivo y voluble*.
8	14a. lectura de RTL.
9	Poda a ambos experimentos de yuca (Yp9, Ypf9, YP9, YPF9).
9	Fertilización al frijol con la fórmula 30 - 50 - 30 - 5 - 1 (N - P ₂ O ₅ - K ₂ O - Zn - B).
10	Riego por gravedad.
17	Aplicación de kelthane 18.5% E.C. y sistemín 20% E. C. contra ácaros negros a razón de 4 cc/litro de agua y 500 cc/ha, respectivamente.
18	15a. lectura de RTL.
26	16a. lectura de RTL.
Oct. 2	Control de malezas: deshierba manual al área ocupada por los dos experimentos.
8	Segunda cosecha de maíz.
9	17a. lectura de RTL.
10	Aplicación de Plantvax contra Roya a razón de 400 grs./litro de agua.
20	18a. lectura de RTL.

* (Yf9, Ypf9, f9, Yf9, YPF9, F9M).

Cuadro 3A. Orden cronológico de las principales labores... (Cont.).

FECHA	LABORES
<u>Año 1980 (Cont.)</u>	
Oct. 27	Aplicación de Tedion 35% E. C. contra ácaros blancos a razón de 500 cc/100 litros de agua.
30	19a. lectura de RTL.
30	Aplicación de Plantvax contra Roya a razón de 400 grs./litro de agua.
31	Tercera cosecha de maíz.
Nov. 3	Cosecha de frijol arbustivo y voluble (7 meses).
12	20a. lectura de RTL.
17	Cosecha frijol arbustivo (8 meses).
20	21a. lectura de RTL.
24	Cosecha frijol voluble (8 meses).
25	Cosecha frijol arbustivo (9 meses).
Dic. 1	22a. lectura de RTL.
3	1era. cosecha frijol voluble (9 meses).
10	23a. lectura de RTL.
11	2da. cosecha frijol voluble (9 meses).
18	3era. cosecha frijol voluble (9 meses).
19	24a. lectura de RTL.
Enero 12/1981	Cosecha de yuca (todos los tratamientos)

Cuadro 4A. Resultados del análisis de varianza de las características estudiadas en plantas de yuca a los 397 días después de la siembra. Los datos pertenecen a once tratamientos y a cuatro repeticiones. Experimento 1.

Características	Significancia para tratamientos ^{1/}	C.V. %
<u>Morfológicas</u>		
1. Raíces totales (no./planta)	n.s	20.8
2. Raíces comerciales (no./planta)	n.s	22.0
3. Longitud raíz comercial (cm)	n.s	13.2
4. Perímetro raíz comercial (cm)	*	7.4
5. Peso fresco raíz comercial (kg/planta)	n.s	27.5
<u>Biomasa</u>		
1. PS hojas más pecíolos ^{2/} (kg/planta)	n.s	34.0
2. PS tallos (kg/planta)	**	20.4
3. PS raíces totales (kg/planta)	n.s	34.3
4. PS total (kg/planta)	**	20.1
5. Area foliar específica (g/dm ²)	n.s	5.5
<u>Agronómicas</u>		
1. Rendimiento raíces totales (Tm/ha)	n.s	23.4
2. Rendimiento raíces comerciales (Tm/ha)	n.s	27.5
3. Porcentaje número raíces comerciales (%)	n.s	13.8
4. Almidón en raíces (%)	*	3.2

^{1/} n.s= no significativo; *= significativo al 5%; **= significativo al 1%.

^{2/} PS= peso seco.

Cuadro 5A. Resultados del análisis de varianza de las características estudiadas en plantas de frijol arbustivo. Datos provenientes de tres fechas de siembra y de cuatro repeticiones.

Características	Significancia para 1/ tratamientos	C.V. %
<u>Morfológicas</u>		
1. No granos/vaina	n.s	14.2
2. No vainas/planta	**	32.3
<u>Biomasa</u>		
1. PS vainas sin granos por planta ^{2/} (g/planta)	n.s	49.2
2. PS hojas más tallos (g/planta)	**	24.9
3. PS granos por planta (g/planta)	**	19.8
4. PS total por planta (g/planta)	**	23.7
<u>Agronómicas</u>		
1. Plantas útiles (no/ha)	n.s	9.9
2. Rendimiento de granos (Tm/ha)	**	20.9

1/ n.s= No significativo; **= significativo al 1%

2/ PS= peso seco.

Cuadro 6A. Resultados del análisis de varianza de las plantas de las características estudiadas en plantas de yuca a los 397 días después de la siembra. Los datos pertenecen a once tratamientos y a cuatro repeticiones. Experimento 2.

Características	Significancia para 1/ tratamientos	C.V. %
<u>Morfológicas</u>		
Raíces totales (no./planta)	n.s	21.6
Raíces comerciales (no./planta)	n.s	31.5
Longitud raíz comercial (cm)	n.s	12.0
Perímetro raíz comercial (cm)	n.s	7.5
Peso fresco raíz comercial (kg/planta)	n.s	39.2
<u>Biomasa</u>		
PS hojas más pecíolos ^{2/} (kg/planta)	n.s	46.0
PS tallos (kg/planta)	n.s	19.2
PS raíces totales (kg/planta)	n.s	36.0
PS total (kg/planta)	n.s	20.8
Area foliar específica (g/dm ²)	n.s	6.2
<u>Agronómicas</u>		
Rendimiento raíces totales (Tm/ha)	n.s	32.4
Rendimiento raíces comerciales (Tm/ha)	n.s	39.2
Porcentaje número raíces comerciales (%)	n.s	16.0
Almidón en raíces (%)	n.s	5.9

1/ n.s = no significativo.

2/ PS = peso seco.

Cuadro 7A. Resultados del análisis de varianza estudiadas en plantas de frijol voluble. Datos provenientes de tres fechas de siembra y de cuatro repeticiones.

Características	Significancia para 1/ tratamientos	C.V. %
<u>Morfológicas</u>		
1. No granos/vaina	**	9.8
2. No vainas	**	29.6
3. No vainas/planta	**	29.2
<u>Biomasa</u>		
1. PS vainas sin granos por planta ^{2/} (g/planta)	**	34.7
2. PS hojas más tallos (g/planta)	**	33.4
3. PS granos por planta (g/planta)	**	28.9
4. PS total por planta (g/planta)	**	30.6
<u>Agronómicas</u>		
1. Plantas útiles (no/ha)	n.s	12.3
2. Rendimiento granos frijol (Tm/ha)	**	28.4

1/ n.s = no significativo; ** = significativo al 1%.

2/ PS = peso seco.

Cuadro 8A. Resultados del análisis de varianza de las características estudiadas en maíz en sistema de relevo con frijol voluble. Datos provenientes de tres fechas de siembra y cuatro repeticiones cada una.

Características	Significancia 1/ para fechas de siembra	C.V. %
1. Número de plantas/ha	n.s	3.8
2. No. mazorca/ha	n.s	9.6
3. Producción de maíz (Tm/ha)	n.s	14.6

1/ n.s = no significativo.

Cuadro 9A. Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de yuca, cultivada en monocultivo y asociada con frijol arbustivo.

Sistemas ^{1/}	N			P			K			Ca			Mg		
	H ²	T ³	R ⁴	H	T	R	H	T	R	H	T	R	H	T	R
Y	4,1	1,7	0,88	0,26	0,2	0,12	0,82	0,8	0,8	2,7	1,01	0,08	0,73	0,6	0,08
Yp7	4,1	1,9	0,91	0,24	0,2	0,12	0,82	0,9	0,9	2,5	0,87	0,08	0,68	0,5	0,08
Yp8	3,8	1,8	1,01	0,24	0,2	0,12	0,72	0,7	0,6	2,7	0,94	0,08	0,78	0,5	0,09
Yp8	4,0	1,7	0,94	0,34	0,2	0,14	0,86	0,8	0,9	2,6	1,19	0,10	0,69	0,6	0,08
Yp9	4,0	1,9	0,89	0,24	0,2	0,13	0,81	0,7	0,8	2,4	0,94	0,09	0,77	0,5	0,08
Yf7	3,9	1,6	0,93	0,25	0,2	0,12	0,80	0,6	0,7	2,8	0,91	0,08	0,69	0,5	0,10
Yf8	3,9	1,8	0,96	0,24	0,2	0,12	0,74	0,7	0,7	2,8	0,98	0,08	0,63	0,5	0,08
Yf9	3,7	1,9	0,88	0,24	0,2	0,12	0,71	0,7	0,8	2,6	1,08	0,08	0,83	0,5	0,09
Ypf7	4,0	1,8	0,98	0,27	0,2	0,13	0,85	0,6	0,8	2,6	0,94	0,10	0,78	0,6	0,09
Ypf8	3,7	1,5	0,85	0,24	0,3	0,12	0,65	0,7	0,9	2,9	0,97	0,10	0,78	0,6	0,09
Ypf9	4,0	1,7	0,92	0,26	0,2	0,13	0,80	0,7	1,0	2,7	1,17	0,10	0,67	0,5	0,09

1/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ Hojas.

3/ Tallos.

4/ Raíces.

Cuadro 10A. Contenido (%) de nutrientes en la biomasa total final de yuca, cultivada en monocultivo y asociada con frijol voluble.

Sistemas ^{1/}	N				P				K				Ca				Mg			
	H ²	T ³	R ⁴	R ⁴	H	T	R	R	H	T	R	R	H	T	R	H	T	R	R	
Y	3,7	1,8	0,60	0,60	0,24	0,2	0,13	0,13	0,67	0,5	0,8	0,8	3,1	0,84	0,13	0,88	0,53	0,11	0,11	
YP7	3,9	1,5	0,73	0,73	0,26	0,2	0,14	0,14	0,80	0,7	0,9	0,9	2,6	0,69	0,15	0,76	0,43	0,12	0,12	
YP8	3,7	1,6	0,70	0,70	0,26	0,2	0,14	0,14	0,80	0,7	0,7	0,7	2,8	0,94	0,13	0,69	0,45	0,10	0,10	
YP8	4,2	1,6	0,66	0,66	0,28	0,2	0,14	0,14	0,82	0,5	0,8	0,8	2,5	0,80	0,14	0,74	0,5	0,11	0,11	
YP9	4,2	1,7	0,78	0,78	0,29	0,2	0,14	0,14	0,93	0,7	0,9	0,9	2,4	0,92	0,17	0,72	0,5	0,11	0,11	
YF7	3,6	1,5	0,64	0,64	0,26	0,2	0,14	0,14	0,66	0,6	0,7	0,7	2,9	0,96	0,13	0,76	0,5	0,10	0,10	
YF8	4,2	1,6	0,61	0,61	0,29	0,2	0,14	0,14	0,96	0,7	0,8	0,8	2,4	0,90	0,16	0,69	0,5	0,11	0,11	
YF9	3,9	1,6	0,66	0,66	0,25	0,2	0,13	0,13	0,75	0,6	0,8	0,8	2,7	0,78	0,15	0,72	0,45	0,11	0,11	
YPF7	4,2	1,7	0,66	0,66	0,25	0,2	0,14	0,14	0,76	0,6	0,8	0,8	2,7	0,94	0,18	0,64	0,5	0,12	0,12	
YPF8	4,6	1,8	0,79	0,79	0,29	0,2	0,13	0,13	0,88	0,7	0,8	0,8	2,5	0,80	0,16	0,82	0,5	0,11	0,11	
YPF9	4,0	1,6	0,64	0,64	0,25	0,2	0,13	0,13	0,70	0,7	0,8	0,8	2,5	0,79	0,16	0,78	0,5	0,11	0,11	

1/ Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ Hojas.

3/ Tallos.

4/ Raíces.

Cuadro 11A. Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de frijol arbustivo, cultivado en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades.

Sistemas ^{1/}	N		P		K		Ca		Mg						
	H+T ²	V ³ G ⁴	H+T	V	G	H+T	V	G	H+T	V	G				
f7	1,4	1,1	4,7	0,2	0,09	0,6	1,4	2,5	1,6	2,0	0,7	0,1	1,0	0,6	0,2
f8	1,2	0,5	3,9	0,2	0,05	0,6	1,2	2,6	1,6	1,2	0,5	0,1	0,6	0,5	0,2
f9	1,0	0,6	4,7	0,1	0,05	0,5	2,2	3,9	1,7	1,3	0,6	0,1	0,7	0,7	0,2
Yf7	1,5	1,0	4,4	0,2	0,1	0,5	1,9	2,6	1,6	2,4	0,5	0,1	0,9	0,6	0,2
Yf8	1,2	0,7	4,1	0,2	0,05	0,6	1,3	3,0	1,6	1,5	0,5	0,1	0,6	0,5	0,2
Yf9	1,0	0,6	4,3	0,2	0,04	0,5	2,1	3,3	1,7	1,7	0,4	0,1	0,8	0,6	0,2
Ypf7	1,4	0,9	4,4	0,2	0,08	0,6	1,5	2,4	1,7	2,0	0,6	0,1	0,9	0,6	0,2
Ypf8	1,1	0,5	3,9	0,2	0,05	0,6	1,2	2,7	1,6	1,3	0,4	0,09	0,6	0,5	0,2
Ypf9	0,8	0,5	4,0	0,2	0,04	0,6	2,9	1,9	1,7	1,5	0,5	0,09	0,6	0,6	0,2

^{1/} Y = yuca; f= frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

^{2/} Hojas más tallos.

^{3/} Vainas.

^{4/} Granos.

Cuadro 12A. Contenido (%) de nutrimentos en la biomasa total final de frijol voluble, cultivado en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades.

Sistemas ^{1/}	N		P		K		Ca		Mg						
	H+T ²	V ³	H+T	V	H+T	V	H+T	V	H+T	V					
	G ⁴	G ⁴	G	G	G	G	G	G	G	G					
F7M	2,1	1,4	3,8	0,2	0,1	0,4	1,2	2,7	1,5	2,1	0,6	0,1	0,8	0,4	0,2
F8M	2,2	1,3	3,9	0,2	0,09	0,5	1,9	3,3	1,7	2,6	0,6	0,2	0,7	0,4	0,2
F9M	2,2	1,1	3,6	0,2	0,07	0,4	1,9	3,9	1,7	2,5	0,6	0,1	0,8	0,4	0,2
YF7	2,2	1,2	3,6	0,3	0,1	0,3	1,6	3,1	1,5	1,8	0,6	0,2	0,7	0,5	0,2
YF8	2,0	1,2	3,8	0,2	0,09	0,5	1,6	3,4	1,6	1,8	0,6	0,1	0,7	0,4	0,2
YF9	2,5	1,0	3,5	0,2	0,08	0,4	1,9	3,1	1,6	2,1	0,6	0,1	0,7	0,4	0,2
YPF7	2,4	2,0	4,0	0,4	0,2	0,4	1,4	2,6	1,6	1,9	0,8	0,1	0,8	0,4	0,2
YPF8	2,0	1,4	3,8	0,3	0,1	0,4	1,6	3,4	1,6	1,9	0,6	0,1	0,8	0,5	0,2

1/ Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ Hojas más tallos.

3/ Vainas.

4/ Granos.

Cuadro 13A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de la yuca en monovolitivo y asociada con frijol arbustivo (kg/ha).

Sistemas ^{1/}	N			P			K			Ca			Mg		
	H ²	T ³	R ⁴	H	T	R	H	T	R	H	T	R	H	T	R
Y	14,6	172,7	70,9	0,9	20,7	9,7	2,9	85,8	61,3	9,5	104,4	6,4	2,5	56,9	6,4
Yp7	11,1	109,1	52,7	0,6	13,7	6,9	2,2	52,6	51,5	6,7	49,7	4,6	1,8	27,4	4,6
Yp8	11,7	149,0	64,9	0,7	17,0	8,2	2,2	59,9	43,9	8,3	76,2	5,5	2,4	40,5	6,2
Yp8	14,2	137,3	52,2	1,2	14,2	7,8	3,0	59,8	49,9	9,2	95,8	5,6	2,4	47,0	4,4
Yp9	14,1	146,5	66,9	0,8	15,7	9,7	2,8	57,9	58,8	8,5	73,6	6,7	2,7	41,5	5,9
Yf7	13,7	148,6	67,8	0,9	16,1	8,8	2,8	61,8	52,5	9,9	81,5	5,8	2,4	44,8	7,3
Yf8	18,1	182,6	60,7	1,1	20,5	7,6	3,4	73,9	44,3	12,8	100,5	5,0	2,9	49,2	5,0
Yf9	18,3	221,0	81,2	1,2	20,8	11,0	3,5	81,0	71,0	13,2	124,9	7,4	4,1	62,5	8,3
Ypf7	12,5	133,2	64,2	0,8	14,1	8,5	2,6	48,4	49,8	7,9	69,9	7,2	2,4	43,2	6,6
Ypf8	11,4	122,3	75,9	0,7	27,8	10,6	2,0	54,8	77,7	8,9	77,0	8,8	2,4	48,4	8,8
Ypf9	9,3	120,0	60,6	0,6	13,5	8,6	1,8	51,1	71,2	6,2	83,0	7,9	1,6	38,3	5,9

^{1/} Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame = p = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

^{2/} H = hojas más peciolos.

^{3/} Tallos.

^{4/} Raíces.

Cuadro 14A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de las plantas de frijol arbustivo en monocultivo y asociados con yuca a diferentes edades (kg/ha).

Sistemas ^{1/}	N		P		K		Ca		Mg						
	H+T ²	VAI ³ GRA ⁴	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA					
f7	0,8	5,7	81,4	0,1	0,4	10,4	0,8	12,7	27,7	1,1	3,5	1,7	0,6	3,2	3,5
f8	0,5	2,5	90,6	0,07	0,2	13,9	0,5	11,9	37,2	0,5	2,2	2,3	0,2	2,1	3,9
f9	0,4	4,1	56,2	0,04	0,2	5,9	0,9	16,7	26,3	0,6	2,5	1,2	0,3	2,9	2,4
Yf7	0,5	2,2	28,4	0,06	0,2	3,2	0,7	5,4	10,3	0,8	1,3	0,6	0,3	1,3	1,3
Yf8	0,2	1,7	34,8	0,02	1,3	5,0	0,2	3,9	13,6	0,2	0,2	0,8	0,07	0,5	1,7
Yf9	0,3	1,0	26,8	0,05	0,06	3,2	0,5	5,4	2,8	0,4	0,7	0,2	0,2	1,0	0,3
Ypf7	0,7	2,9	44,9	0,09	0,2	6,1	0,7	7,4	16,3	0,9	1,9	1,0	0,4	1,9	2,0
Ypf8	0,2	2,0	49,8	0,04	0,2	7,7	0,3	9,9	20,4	0,3	1,2	1,1	0,1	1,7	2,6
Ypf9	0,2	1,0	34,9	0,05	0,08	5,4	0,5	6,2	15,2	0,4	0,6	0,8	0,2	1,3	1,8

^{1/} Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

^{2/} Hojas más tallos.

^{3/} Vainas.

^{4/} Granos.

Cuadro 15A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de la yuca en monocultivo y asociada con frijol voluble (kg/ha).

Sistemas ^{1/}	N				P				K				Ca				Mg			
	H ²	T ³	R ⁴	R ⁴	H	T	R	R	H	T	R	R	H	T	R	R	H	T	R	
Y	9,9	133,3	63,2	63,2	0,5	14,8	10,5	10,5	2,0	37,0	84,3	8,9	59,2	10,5	2,6	37,0	10,5	10,5	10,5	
YP7	10,1	106,5	45,9	45,9	0,8	14,2	6,6	6,6	2,0	49,7	59,0	6,7	49,7	13,1	2,0	28,4	6,6	6,6	6,6	
YP8	9,9	104,9	44,8	44,8	0,5	13,1	6,4	6,4	2,1	45,9	44,8	7,5	58,9	6,4	1,9	26,2	5,8	5,8	5,8	
YP8	11,3	95,7	62,0	62,0	0,5	11,9	8,9	8,9	2,1	29,9	70,9	6,7	47,8	8,9	1,9	29,9	8,9	8,9	8,9	
YP9	19,4	124,7	51,8	51,8	1,4	14,7	6,5	6,5	4,2	51,3	58,3	11,1	65,9	12,9	3,2	36,7	6,5	6,5	6,5	
YF7	8,3	115,2	51,1	51,1	0,5	15,4	8,5	8,5	1,6	45,0	68,1	6,7	69,0	8,5	1,8	38,4	8,5	8,5	8,5	
YF8	14,4	117,9	42,3	42,3	1,0	14,7	7,0	7,0	3,0	51,6	56,4	8,2	66,3	14,1	2,4	36,8	7,0	7,0	7,0	
YF9	9,0	114,0	61,3	61,3	0,5	14,2	8,8	8,8	1,6	35,6	70,0	6,2	57,0	17,5	1,6	28,5	8,8	8,8	8,8	
YPF7	7,8	108,9	44,4	44,4	0,4	12,8	7,4	7,4	1,3	32,0	59,2	5,0	57,7	14,8	1,1	32,0	7,4	7,4	7,4	
YPF8	10,2	111,6	40,7	40,7	0,7	12,4	5,0	5,0	2,0	49,6	45,8	5,6	49,6	10,2	1,8	31,0	5,0	5,0	5,0	
YPF9	7,4	85,2	35,4	35,4	0,4	10,6	5,0	5,0	1,3	37,3	40,4	4,6	42,6	10,1	1,5	26,6	5,0	5,0	5,0	

^{1/} Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

^{2/} H = hojas más pecíolos.

^{3/} T = tallos

^{4/} R = raíces

Cuadro 16A. Extracción de nutrimentos por las diferentes partes de las plantas de frijol voluble en monocultivo y asociada con yuca a diferentes edades (kg/ha).

Sistemas	N		P		K		Ca		Mg	
	H+T ²	VAI ³ GRA ⁴	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA	H+T	VAI GRA
F7M	0,3	2,8 43,7	0,02	0,2 4,6	0,2 5,4	17,3	0,3	1,2 1,2	0,1	0,8 2,3
F8M	0,2	3,9 41,6	0,02	0,3 5,2	0,2 10,2	17,7	0,2	1,8 2,0	0,06	1,2 2,0
F9M	0,2	2,8 32,0	0,01	0,2 3,8	0,1 10,0	16,0	0,2	1,5 0,9	0,06	1,0 1,9
YF7	0,1	0,8 15,4	1,7	0,07 1,3	8,8 2,1	6,4	9,9	0,4 0,8	3,9	0,3 0,8
YF8	0,05	0,9 13,3	0,005	0,07 1,8	0,04 2,8	5,6	5,1	0,5 0,4	1,9	0,3 0,7
YF9	0,04	0,5 6,8	0,003	0,04 0,8	0,03 1,6	3,1	0,03	0,3 0,2	0,01	0,2 0,4
YPF7	0,2	1,8 6,2	0,02	0,2 0,6	0,08 2,4	2,5	0,1	0,7 0,2	0,04	0,4 0,3
YPF8	0,09	1,6 17,8	0,01	0,1 1,9	0,07 4,0	7,5	0,09	0,7 0,5	0,04	0,6 0,9
YPF9	0,1	1,2 12,9	0,01	0,08 1,3	0,08 3,5	5,6	0,09	0,6 0,3	0,03	0,5 0,7

1/ Y = yuca; F = frijol voluble; M = maíz; p = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ Hojas más tallos.

3/ Vainas.

4/ Granos

Cuadro 17A. Radiación solar no interceptada (%) por las plantas de yuca sin poda y con poda desde los 4,5 meses de edad hasta los 12 meses.

no. lectura ^{1/}	yuca sin poda ^{2/} (A)	yuca con poda ^{2/} (B)	B-A
1	5,9	5,9	0
2	7,1	7,1	0
3	8,9	8,9	0
4	4,4	4,4	0
5	20,5	34,0	+13,5
6	25,0	40,0	+15,0
7	31,5	57,8	+26,3
8	32,8	43,9	+11,1
9	31,6	43,5	+11,9
10	24,6	33,0	+ 8,4
11	32,1	38,4	+ 6,3
12	45,0	52,2	+ 7,2

1/ Las lecturas fueron hechas cada 20 días.

2/ Datos promedios de 16 observaciones.

Cuadro 18A. Datos morfológicos de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol arbustivo.

Sistema ^{1/}	1		2		3		4		5		1		2		3		4		5		
	I ³	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II ³	II	II	II	II	II	II	II	II	
	Peso fresco parte aérea (kg/pa)	Raíces totales (no/pa) ² (kg/pa)	Raíces comerciales* (kg/pa)	Raíces totales (no/pa)	Raíces comerciales* (kg/pa)	Raíces totales (no/pa)	Raíces comerciales* (kg/pa)	Raíces totales (no/pa)	Raíces comerciales* (kg/pa)	Raíces totales (no/pa)	Raíces comerciales* (kg/pa)										
Y	61,9	130	29,5	52	20,5	67,2	162	39,4	89	32,6											
Yp7	48,5	114	38,3	66	31,3	56,3	164	45,6	100	40,2											
Yp8	51,7	131	45,4	89	41,5	52,2	129	37,3	60	30,0											
Yp8	53,7	139	29,3	57	20,3	61,4	141	46,0	95	41,5											
Yp9	43,6	116	25,6	58	19,5	51,5	140	39,3	90	35,3											
Yf7	59,8	132	46,0	83	41,6	65,8	153	51,9	100	45,9											
Yf8	66,4	137	52,7	85	46,9	65,5	123	37,0	75	31,0											
Yf9	89,4	149	39,2	69	30,2	57,6	119	40,2	90	36,5											
Ypf7	46,3	147	46,5	102	41,7	49,2	157	48,9	112	45,0											
Ypf8	44,1	138	40,6	82	35,2	49,6	98	36,5	70	33,0											
Ypf9	41,9	158	36,6	82	30,6	56,3	153	45,4	92	39,1											
	III³	III	III	III	III	IV³	IV	IV	IV	IV											
Y	31,1	107	51,3	77	47,5	39,0	170	54,1	122	45,8											
Yp7	35,0	111	32,3	60	25,7	26,0	110	37,1	88	33,1											
Yp8	27,0	136	37,1	72	31,1	28,3	119	44,3	92	39,4											
Yp8	40,0	158	41,2	101	35,3	32,5	105	35,2	69	29,0											
Yp9	30,5	126	36,8	78	30,3	30,7	147	46,3	100	40,2											
Yf7	38,0	167	46,5	107	39,6	27,0	97	34,4	79	31,5											
Yf8	33,0	116	36,5	64	30,4	38,2	118	36,7	89	32,7											
Yf9	37,6	162	64,5	103	57,9	36,0	134	31,1	97	25,7											
Ypf7	28,5	125	36,4	82	31,4	26,9	72	23,4	56	20,4											
Ypf8	23,1	132	44,9	95	40,9	28,2	208	54,8	112	50,8											
Ypf9	25,0	120	26,8	65	22,5	26,4	97	22,6	70	17,8											

1/ Y = Yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ pa = parcela (19.44m²).

3/ I, II, III y IV = repeticiones.

Cuadro 19A. Datos de biomasa de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol arbustivo.

	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	I ⁵						II ⁵					
Sistemas ^{1/}	PF hojas más ^{2/} pecíolos (Kg/6 pl) ^{4/}	PS hojas año ^{3/} pecíolos (Kg/6 pl)	PF tallos PS tallos (Kg/6 pl)	I tallos PS tallos (Kg/6 pl)	I PF raíces PS raíces (Kg/6 pl)	I raíces PS raíces (Kg/6 pl)	II ⁵	II	II	II	II	II
Y	0,7	0,2	21,1	6,6	11,5	5,0	1,0	0,3	21,7	7,1	6,9	2,5
Yp7	0,5	0,3	15,0	4,1	9,6	3,5	0,6	0,2	12,2	3,5	10,6	4,0
Yp8	0,5	0,2	14,0	4,2	11,2	4,1	0,7	0,2	17,0	5,8	16,3	3,5
Yp8	0,6	0,2	19,9	3,1	10,3	2,4	0,8	0,2	17,3	4,9	14,5	4,8
Yp9	0,5	0,2	14,0	4,3	7,3	3,7	1,0	0,3	16,3	5,7	9,9	6,2
Yf7	1,0	0,2	20,2	6,1	15,0	6,0	0,5	0,2	21,7	6,7	23,7	5,0
Yf8	0,8	0,3	24,5	4,7	17,2	6,6	0,6	0,2	17,8	6,7	12,5	1,1
Yf9	1,5	0,5	29,3	9,4	19,7	7,2	1,1	0,3	18,5	5,5	11,2	4,3
Ypf7	0,5	0,2	16,2	5,1	13,4	4,8	0,9	0,2	14,5	5,3	16,9	6,2
Ypf8	0,6	0,2	16,2	4,4	16,6	6,4	0,4	0,1	12,8	4,9	11,5	4,4
Ypf9	0,3	0,1	12,9	4,0	13,8	4,8	1,1	0,2	18,2	4,4	16,7	6,0
	III ⁵	III	III	III	III	III	IV ⁵	IV	IV	IV	IV	IV
Y	0,7	0,2	17,3	7,6	13,8	5,2	0,7	0,2	17,7	5,5	12,3	7,3
Yp7	0,4	0,1	14,2	4,3	6,8	2,5	0,3	0,1	15,7	2,9	8,4	5,0
Yp8	0,6	0,2	17,5	5,4	13,3	4,9	0,7	0,2	17,2	5,6	14,3	5,3
Yp8	0,6	0,2	16,0	4,6	7,2	2,6	1,1	0,3	22,4	8,1	12,7	4,6
Yp9	0,8	0,2	16,0	4,8	15,3	5,4	0,7	0,2	17,3	5,5	11,3	4,0
Yf7	0,5	0,2	16,1	4,9	14,1	5,7	1,0	0,3	17,2	5,5	5,6	2,2
Yf8	0,9	0,3	20,7	6,9	12,0	4,6	0,9	0,4	19,5	8,3	11,7	4,1
Yf9	0,8	0,3	21,6	8,2	21,7	7,8	0,5	0,2	18,9	6,9	12,6	4,6
Ypf7	0,9	0,3	17,4	5,1	6,4	2,4	0,3	0,1	12,3	3,8	9,4	3,6
Ypf8	0,5	0,2	15,4	6,0	13,4	5,1	0,9	0,3	17,1	5,3	18,8	7,0
Ypf9	0,5	0,2	14,9	5,5	9,2	3,2	0,3	0,1	14,0	4,5	8,3	3,1

1/ Y = yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca

2/ PF = peso fresco.

3/ PS = peso seco

4/ pl = plantas.

5/ I, II, III y IV = repeticiones.

Cuadro 20A. Datos morfológicos y de biomasa de plantas de frijol arbustivo en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades.

	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	I ⁴	I	I	I	I	II ⁴	II	II	II	II	II	II
Sistema ^{1/}	(no/pa) ^{2/}	PS hojas ^{3/} tallos ^{3/}	PS vainas (Kg/pa)	PS granos no vainas por parcela (Kg/pa)	No granos en 100 vainas							
f7	297	1,695	0,296	1,972	2,625	433	321	1,630	0,942	2,935	3,916	429
f8	330	0,933	1,159	4,255	3,174	531	335	1,437	0,813	3,261	984	547
f9	328	1,056	1,264	2,045	2,045	708	325	1,501	0,473	1,909	2,749	572
Yf7	180	0,441	0,303	0,290	424	464	329	1,378	0,482	1,209	2,177	548
Yf8	290	0,252	0,249	1,210	1,102	560	300	0,300	0,460	1,523	954	608
Yf9	346	0,674	0,227	0,904	1,017	564	326	1,007	0,247	0,871	1,812	588
Ypf7	264	1,108	0,309	0,893	1,610	474	336	1,760	0,853	1,893	2,049	454
Ypf8	295	0,273	0,307	1,163	1,764	544	260	0,548	0,501	2,126	2,527	486
Ypf9	315	0,526	0,304	1,043	1,089	573	344	0,983	0,277	1,404	1,142	565
III ⁴		III	III	III	III	III	IV ⁴	IV	IV	IV	IV	IV
f7	322	2,112	1,380	3,648	3,748	499	355	1,693	0,665	2,680	3,464	498
f8	318	1,148	0,5	3,641	1,927	609	318	1,322	0,495	3,907	2,982	524
f9	312	1,428	0,550	1,942	2,271	306	315	1,543	0,444	1,857	2,396	674
Yf7	345	1,417	0,301	1,304	2,104	504	347	1,419	0,358	1,383	1,964	450
Yf8	308	0,709	0,433	1,154	3,073	545	341	0,479	0,380	1,610	1,889	544
Yf9	333	0,982	0,373	1,499	1,964	598	332	0,488	0,211	0,865	1,181	550
Ypf7	343	1,811	0,450	2,024	2,380	523	315	1,411	0,375	1,807	1,726	642
Ypf8	341	0,634	0,655	2,136	1,329	531	343	1,602	0,902	2,849	16,666	595
Ypf9	346	1,179	0,416	1,749	1,792	638	330	0,554	0,380	1,612	1,491	597

1/ Y = Yuca; f = frijol arbustivo; p = poda de desrame; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ pa = parcela.

3/ PS = peso seco

4/ I, II, III y IV = repeticiones.

Cuadro 21A. Datos morfológicos de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol voluble.

Sistema ^{1/}	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	II ²	II	II	II	II
	Peso fresco parte aérea (Kg/parcela)	I Raíces totales (no./parcela)	I Raíces totales (Kg/parcela)	I (no./parcela)	I (Kg/parcela)	I	II	II	II	II	IV	IV	IV	IV	IV
Y	56,6	144	53,3	96	48,3	45,5	106	39,9	73	35,9					
YP7	58,8	128	43,6	83	37,0	53,6	98	15,8	50	15,8					
YP8	69,2	110	32,1	65	27,6	56,5	125	52,9	83	48,1					
Yp8	48,5	142	50,7	80	42,2	43,6	123	38,6	78	33,7					
YP9	59,6	111	34,2	58	23,5	51,6	86	35,1	55	23,9					
YF7	57,2	124	37,0	67	29,1	60,8	181	62,8	117	58,1					
YF8	63,2	100	19,9	48	15,0	61,0	149	51,9	101	45,9					
YF9	65,9	105	35,4	67	31,3	59,4	115	53,4	84	49,7					
YPF7	49,3	128	35,6	83	31,2	55,6	118	52,8	88	48,0					
YPF8	55,2	156	45,5	102	40,8	43,5	84	25,1	60	22,7					
YPF9	48,6	135	32,6	79	27,8	48,0	67	12,1	14	7,0					
	III ²	III	III	III	III	IV ²	IV	IV	IV	IV					
Y	56,1	143	45,5	86	39,0	52,9	153	42,8	83	35,2					
YP7	49,7	130	42,4	73	35,9	50,4	109	26,5	47	19,7					
YP8	55,0	93	24,6	46	18,6	57,0	142	59,9	104	53,9					
Yp8	47,3	139	50,1	73	36,8	50,0	126	50,6	80	44,1					
YP9	72,4	151	56,1	85	44,1	56,4	144	55,7	89	48,7					
YF7	48,6	124	46,1	92	49,8	61,8	105	23,7	39	16,3					
YF8	53,0	144	58,0	82	40,9	67,4	165	56,4	109	49,0					
YF9	61,3	132	39,1	95	51,6	61,6	162	57,6	107	51,0					
YPF7	62,0	95	23,6	75	31,9	46,3	89	23,6	48	9,7					
YPF8	48,1	161	46,3	51	19,4	57,7	140	45,2	90	39,5					
YPF9	59,7	130	43,8	89	39,9	49,2	86	18,5	35	12,9					

1/ Y = yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ I, II, III y IV = repeticiones.

Cuadro 22A. Datos de biomasa de plantas de yuca en monocultivo y en asociación con frijol voluble.

Sistemas ^{1/}	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
	I ⁴	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	
PF Hojas más ^{2/} pecíolos ^{3/} (Kg/6 pl) ^{5/}	PS hojasmás ^{2/} pecíolos ^{3/} (Kg/6 pl)	PF tallos ^{3/} (Kg/6 pl)	PS tallos ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PF raíces ^{3/} (Kg/6 pl)	PS raíces ^{3/} (Kg/6 pl)
Y	0,7	0,2	17,7	4,5	19,5	7,2	0,4	0,1	14,8	3,6	16,0	5,7							
YP7	0,9	0,2	16,7	4,2	11,0	3,9	0,8	0,2	20,6	5,1	6,6	5,4							
YP8	0,7	0,2	14,5	3,5	8,2	2,8	0,6	0,2	16,3	4,2	17,1	6,3							
YP8	0,6	0,2	13,9	3,3	12,8	4,3	0,5	0,1	15,3	4,0	15,5	5,8							
YP9	1,2	0,3	20,4	4,8	12,3	4,0	0,5	0,1	15,2	3,5	7,5	2,3							
YF7	0,5	0,1	16,5	4,3	15,9	5,7	0,6	0,2	20,0	5,2	20,7	7,5							
YF8	0,9	0,2	22,6	5,9	4,4	1,5	0,7	0,2	18,5	4,7	18,5	7,0							
YF9	0,5	0,1	17,7	4,5	10,1	3,6	0,5	0,1	16,4	4,0	12,0	4,2							
YPF7	0,5	0,1	12,5	3,1	16,0	6,0	0,4	0,07	11,8	4,4	10,4	3,7							
YPF8	0,5	0,1	15,6	3,7	13,4	4,8	0,4	0,08	14,6	3,6	5,8	1,9							
YPF9	0,7	0,2	17,8	4,3	16,0	5,5	0,4	0,07	14,3	3,3	2,5	0,7							
	III ⁴	III	III	III	III	III	IV ⁴	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Y	0,4	0,1	16,4	4,4	21,5	7,8	0,9	0,3	23,6	6,7	16,8	6,6							
YP7	0,7	0,2	17,9	4,7	11,6	4,1	0,4	0,06	15,5	4,6	9,6	3,6							
YP8	0,5	0,1	19,2	5,0	10,3	3,6	0,6	0,2	16,2	4,3	19,1	3,9							
YP8	0,5	0,2	16,4	4,3	18,0	6,3	0,7	0,2	14,7	3,9	17,8	6,6							
YP9	1,5	0,4	22,3	5,2	13,4	4,7	1,5	0,4	20,8	5,5	16,5	5,8							
YF7	0,5	0,1	13,7	3,3	15,8	5,7	0,5	0,2	24,0	7,1	9,0	3,2							
YF8	0,4	0,09	14,9	3,8	15,1	5,5	1,4	0,4	18,2	4,7	11,6	4,3							
YF9	0,6	0,2	19,5	5,3	21,8	6,9	0,7	0,2	17,0	4,7	21,0	8,0							
YPF7	0,6	0,2	18,4	4,8	17,7	6,8	0,5	0,1	15,6	4,3	7,5	2,7							
YPF8	0,5	0,1	16,7	4,2	6,4	2,1	0,5	0,3	17,1	4,6	12,6	4,4							
YPF9	0,5	0,1	15,5	2,1	13,8	4,8	0,4	0,1	15,5	4,1	5,9	2,1							

1/ Y = Yuca; F = frijol voluble; p = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ PF = peso fresco.

3/ PS = peso seco.

4/ I, II, III y IV = repeticiones

5/ pl = plantas

Cuadro 23A. Datos morfológicos y de biomasa de plantas de frijol voluble en monocultivo y en asociación con yuca a diferentes edades.

	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
	I						II ²	II					
Sistemas ^{1/}	Plantas útiles ^{2/} (no/pa)	PS hojas más tallos ^{3/} (kg/pa)	PS vainas (Kg/pa)	PS granos (Kg/pa)	Número de vainas por parcela	Número de granos en 100 vainas							
F7M	127	0,906	0,168	1,950	1,626	382	121	1,343	0,480	1,609	1,500	379	
F8M	112	1,239	0,707	2,633	1,920	425	108	0,753	0,385	1,266	799	459	
F9M	77	0,482	0,364	1,316	582	466	148	0,907	0,400	1,452	996	505	
YF7	114	0,849	0,070	1,071	860	381	124	0,479	0,141	0,651	756	425	
YF8	106	0,371	0,163	0,803	540	463	117	0,479	0,166	0,635	686	427	
YF9	105	0,175	0,060	0,240	262	345	113	0,167	0,060	0,263	309	367	
YPF7	141	0,559	0,169	0,201	198	329	123	0,526	0,089	0,103	165	264	
YPF8	98	0,509	0,171	0,722	691	459	134	0,395	0,222	0,920	799	465	
YPF9	115	0,434	0,098	0,317	358	385	117	0,464	0,157	0,529	685	410	
	III ⁴	III	III	III	III	III	IV ⁴	IV	IV	IV	IV	IV	
F7M	105	0,937	0,240	1,960	1,568	415	122	1,105	0,415	1,936	1,539	439	
F8M	112	0,434	0,433	1,458	1,151	491	101	0,995	0,461	1,617	1,336	500	
F9M	103	0,602	0,498	1,587	1,209	416	100	0,610	0,404	1,770	1,213	514	
YF7	94	0,333	0,083	0,715	656	437	120	0,308	0,146	0,342	332	358	
YF8	106	0,173	0,094	0,416	456	324	80	0,111	0,104	0,412	427	470	
YF9	92	0,173	0,112	0,359	413	354	108	0,101	0,100	0,404	393	338	
YPF7	119	0,358	0,114	0,327	277	370	121	0,389	0,212	0,367	382	349	
YPF8	143	0,267	0,159	0,651	552	407	121	0,337	0,213	0,748	800	397	
YPF9	111	0,227	0,201	0,581	679	454	116	0,397	0,196	0,716	936	439	

1/ Y = yuca; F = frijol voluble; P = poda de desrame; P = poda de defoliación; 7, 8 y 9 = meses de edad de la yuca.

2/ pa = parcela.

3/ PS = peso seco.

4/ I, II, III y IV = repeticiones.