

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DE UNA ASOCIACION
DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) CON RABISA
(*Vigna unguiculata L. Walp*) DEBIDAS A SUS
HABITOS DE CRECIMIENTO

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

WERNER RODRIGUEZ MONTERO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Producción Vegetal
Turrialba, Costa Rica

1984

DEDICATORIA

A mis padres: Edgard Danilo Rodríguez Murillo y Gladys Montero Zamora por su fecundo testimonio de teson y cariño.

A mi esposa: Eugenia Ma. Bolaños, fuente de vida y amor, por su cálido apoyo e insoslayable confianza.

A mis hijos: Natalia y Fabían, frutos y acicates de superación, por su copiosa ternura.

AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento al Gobierno de Holanda y al Convenio CATIE-FIDA por la generosa financiación de mis estudios; al Comité Asesor de mi tesis por su paciente entrega a la dura tarea de sugerir, revisar y precisar las ideas que la conforman; a los Drs. Johnathan N. Woolley, Pedro Oñoro y Donald C.L.Kass por sus lúcidos consejos, confianza y afecto; a mis compañeros de estudio, por su sincera amistad y constructiva crítica; y finalmente, a los obreros de la finca experimental "La Montaña", homo faber de esta y muchas otras investigaciones.

Esta tesis fue aceptada 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 parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

JURADO:

Donald L. Kass

Donald C.L.Kass, Ph.D.

Profesor Consejero

Margaret E. Smith

Margaret E. Smith, Ph.D.

Miembro del Comité

Richard Hawkins

Richard Hawkins, Ph.D.

Miembro del Comité

Thomas Schlichter

Thomas Schlichter, Ph.D.

Miembro del Tribunal

[Signature]

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

[Signature]

Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad de Costa Rica.

Werner Rodríguez Montero

Werner Rodríguez Montero

Candidato

CONTENIDO

	No. de página
RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
La selección de genotipos para intercultivos	2
La competencia por luz	5
La asociación yuca-rabisa	7
MATERIALES Y METODOS	13
Ambiente	13
Arreglo de los cultivos	13
Tratamientos y diseño experimental	15
Manejo general	18
Toma de datos y análisis	19
RESULTADOS	22
Desempeño de la yuca	22
Desempeño del primer intercultivo de rabisa	25
Desempeño del segundo intercultivo de rabisa	33
Desempeño de las distintas asociaciones yuca-rabisa	38
Radiación fotosintéticamente activa	41
Descripción del crecimiento.	46
DISCUSION	54
Efecto de la rabisa sobre la yuca	54
Efecto de la yuca sobre la rabisa	59
Primera época de intercultivo	59
Segunda época de intercultivo	60
La asociación yuca-rabisa más adecuada	62
CONCLUSIONES	68
LITERATURA CITADA	71
ANEXOS.	76

RESUMEN

INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DE UNA ASOCIACION DE YUCA (Manihot esculenta) CON RABISA (Vigna unguiculata) DEBIDAS A SUS HABITOS DE CRECIMIENTO

La asociación yuca-rabisa posee potencial para el aprovechamiento adecuado de los recursos del Trópico Bajo Húmedo (TBH). El éxito de una asociación de cultivos depende de la compatibilidad interespecífica de sus componentes. Por lo tanto, es conveniente explorar el potencial de una asociación de cultivos evaluando un espectro amplio de fenotipos contrastantes (vgr. hábitos de crecimiento disímiles) de una y otra especie. Tal exploración permite identificar las características deseables y los principales recursos o factores que explican la relación de competencia interespecífica.

Considerando lo anterior se planteó una investigación con la asociación yuca-rabisa para: i) Determinar la compatibilidad existente entre cuatro diferentes hábitos de crecimiento de cada especie, ii) Evaluar la importancia del recurso luz en el desempeño de esta asociación; y iii) Postular características fenotípicas deseables para mejorar su compatibilidad.

El sistema yuca-rabisa utilizado consistió de un ciclo de producción de yuca con dos intercultivos de rabisa: a los 0 y a los 253 días después de sembrar la raíz. Los tratamientos: (cuatro hábitos de crecimiento de yuca y monocultivo de rabisa) x (cuatro hábitos de crecimiento de rabisa y monocultivo de yuca), fueron establecidos en cuatro bloques completamente aleatorizados. Las variables de respuesta medidas fueron: el rendimiento y sus componentes, la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca, el peso de la biomasa seca y la altura y ancho del follaje de ambos cultivos.

El hábito de crecimiento de la rabisa afectó el rendimiento de la yuca. En asociación con los hábitos erecto y trepador de rabisa declinó el rendimiento de los cvs. 'Criolla' y 'Valencia' de yuca pero aumentó el de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684'. La confusión entre hábitos de crecimiento de rabisa y arreglo espacial de la yuca impidió atribuir este efecto exclusivamente a la leguminosa.

Durante el primer intercultivo, la yuca mermó el rendimiento de la rabisa pero no hubo interacciones significativas; durante el segundo, el rendimiento de la rabisa fue proporcional al porcentaje de la RFA no interceptada por la yuca a los 308, 369 y 382 días después de su siembra. Este hecho ligado a la descripción del crecimiento de los distintos cvs. de yuca sugieren que la definición del idiotipo de yuca para asociaciones con leguminosas debe basarse en la cantidad de follaje. Tal cantidad es indicada por el peso seco de los tallos a la cosecha.

La rabisa fue 6,88 veces más importante que la yuca en la determinación de las diferencias entre las distintas asociaciones. Desde el punto de vista univariado y considerando la preferencia de los centroamericanos por la yuca no amarga, la asociación del cv. 'Criolla' de yuca con el hábito rastrero de rabisa es la mejor alternativa. Sin embargo, en términos relativos al rendimiento promedio de los monocultivos (índices), resulta superior la asociación 'Col 1684' - hábito rastrero de rabisa. Los valores parciales de este índice, señalaron que el cv. 'Valencia' de yuca y los hábitos erecto y semierecto de rabisa poseen 'habilidad de asociación general', en tanto, el cv. 'Col 1684' y el hábito trepador de rabisa poseen 'habilidad de asociación específica'.

SUMMARY

EFFECT OF GROWTH HABIT ON THE INTERACTION BETWEEN COWPEAS AND CASSAVA GROWN IN ASSOCIATION

A cowpea-cassava association would appear to possess potential for adequate use of the environmental inputs available in the lowland humid tropics. Whether or not a given crop association is successful depends upon the interspecific compatibility of its components. It is therefore fitting to use a wide range of contrasting phenotypes, e.g. dissimilar growth habits, when evaluating the potential of an interspecific mixture. Such a wide-ranging study permits the identification of the desirable characteristics as well as the principal factors or components which explain the nature of the interspecific competition.

With these considerations in mind, a study of the cassava-cowpea association was planned with the following objectives:

- I. Determine what degree of compatibility existed between phenotypes of each species with four different growth habits.
- II. Determine the importance of utilization of light in the success of the association.
- III. Postulate phenotypic characteristics which would increase interspecific compatibility.

The system utilized consisted of a single cropping cycle of cassava with two cowpea intercrops, planted at the time of cassava planting and 253 days later. The treatments (four growth habits of cassava and a cowpea monoculture) x (four growth habits of cowpeas and a cassava monoculture), were established in four randomized blocks. Variables of crop response determined were crops yield, components of crop yield, photosynthetically active radiation not intercepted by the cassava, as well as dry matter production and the height and width of the foliage of both crops.

Growth habit of the cowpeas affected cassava yield. Cowpeas of erect or climbing habit reduced yield of the 'Criolla' and 'Valencia' cassava cultivar but increased yield of the 'CMC 84' and 'Col 1684' cultivars. The fact that growth habits of the cowpeas were to some degree confounded with planting arrangement of cassava in the experiment prevented attributing the effect on cassava yield only to the phenotype of the associated cowpea.

During the first intercropping cycle, cassava reduced cowpea yield but there were no significant interactions with growth habit; in the second cycle, cowpea yield was proportional to the percentage of the photosynthetically active radiation not intercepted by the cassava 308, 369, and 382 days after planting. This result as well as a description of the growth of the different cassava cultivars suggests that the quantity of foliage should be an important factor in defining cassava plant types for associations. Dry weight of stalks at harvest would appear to be good indicator of the quantity of foliage.

Cowpea was 6.88 times as important as cassava in determining the differences between the different associations. Based on a univariate statistical analysis and considering the preference of central americans for non-bitter

cassavas, intercropping of the 'Criolla' cassava cultivar with a cowpea of trailing growth habit would be the best alternative. Based solely on relative yield indices, however, the recommended association would be 'Col 1684' cassava with cowpeas of trailing growth habit. These indices indicate that the 'Valencia' cassava cultivar and the erect and semierect cowpeas have good general combining ability while the 'Col 1684' cassava cultivar and the climbing cowpea habit possess good specific combining ability.

LISTA DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		No. de página
1	Principales características de los cvs. de yuca y rabisa utilizados	16
2	Análisis de varianza del rendimiento, número total de raíces, número de raíces comerciales, peso seco de los tallos y los peciolos y área foliar de la yuca a la cosecha.	23
3	Agrupación de las medias del rendimiento, número total de raíces, número de raíces comerciales, peso seco de los tallos y peciolos e índice de área foliar de la yuca a la cosecha debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan	27
4	Análisis de la correlación del rendimiento de la yuca con respecto al número total y comercial de raíces, peso seco de los tallos y los peciolos y área foliar de la yuca a la cosecha.	28
5	Análisis de varianza del rendimiento de la rabisa y sus componentes. Primer intercultivo.	29
6	Agrupación de las medias del rendimiento de la rabisa y sus componentes debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Primer intercultivo.	31
7	Agrupación de las medias por tratamiento del rendimiento de la rabisa y algunos de sus componentes mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	32
8	Análisis de correlación del rendimiento de rabisa del Primer Intercultivo respecto a sus componentes.	34
9	Análisis de varianza del rendimiento de la rabisa y sus componentes. Segundo intercultivo.	36
10	Agrupación de las medias del rendimiento de la rabisa y sus componentes debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Primer intercultivo.	37
11	Agrupación de las medias por tratamiento del rendimiento de la rabisa y algunos de sus componentes mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Segundo intercultivo .	39
12	Análisis de la correlación del rendimiento de rabisa del intercultivo respecto a sus componentes	40

CUADRO

No. de página

13	Análisis bivariado de la varianza del vector producción (Py, Pr) que combina los rendimientos de la yuca y la rabisa.	40
14	Raíces latentes y vectores para el efecto significativo de los hábitos de rabisa.	44
15	Análisis conjunto de la varianza de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 176, 186, 237, 308, 369 y 382 días después de su siembra.	44
16	Medias para los efectos principales de la Radiación fotosintéticamente Activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 308, 369 y 382 días después de su siembra.	45
17	Altura a la primera ramificación de los cvs. de yuca a los 234, 236 y 288 días después de su siembra.	48
18	Comparación de las medias debidas a los efectos principales sobre el peso seco de los tallos de la yuca mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	50
19	Comparación de las medias debidas a los efectos principales sobre el peso seco de los peciolos de la yuca mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	51
20	Comparación de las medias debidas a los efectos principales sobre el Índice de Area Foliar de la yuca mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	52
21	Índice de Cosecha medio de la yuca para los efectos principales.	56
22	Rendimiento total alcanzado por las dieciseis combinaciones de hábitos de crecimiento de yuca y rabisa.	58
23	Variación conjunta de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca sobre el rendimiento de la rabisa asociada; segundo período de intercultivo.	61
24	Desempeño de las distintas combinaciones yuca-rabisa en términos relativos a la producción de los monocultivos.	64
25	Valores parciales y totales del índice No. 3 para los hábitos de crecimiento de rabisa y yuca.	67

APENDICE

<u>CUADRO</u>	No. de página
1A Tratamientos.	77
2A Variables de respuesta medidas y generadas para el análisis del comportamiento de la yuca y la rabisa.	78
3A Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales y algunas interacciones para la variable de rendimiento de la yuca.	79
4A Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales mediante contrastes ortogonales con un grado de libertad para la variable de rendimiento de rabisa. Primer intercultivo.	80
5A Análisis de los componentes del rendimiento de la rabisa (Primer intercultivo) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2	81
6A Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales mediante contrastes ortogonales con un grado de libertad para la variable de rendimiento de rabisa. Segundo intercultivo.	82
7A Análisis de los componentes del rendimiento de la rabisa (Segundo intercultivo) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2	83
8A Análisis de algunos de los componentes del rendimiento de la rabisa (Segundo intercultivo) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2	84
9A Análisis de la varianza de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 308, 369 y 382 días después de la siembra.	85
10A Análisis de varianza de las variables morfológicas de la yuca: altura del dosel de hojas, diámetro de copa y altura a la primera ramificación.	86
11A Agrupación de las medias de diez fechas del diámetro de copa de la yuca debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	87
12A Agrupación de las medias de diez fechas de la altura del dosel de hojas de la yuca debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.	88
13A Contenido de nitrógeno total de cada hábito de crecimiento utilizado.	89

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	No. de página
1 Información climatológica registrada durante el período experimental setiembre de 1981-noviembre de 1982 por la Estación Meteorológica del CATIE, Turrialba y arreglo cronológico de los sistemas de cultivo utilizados.	14
2 Arreglo espacial de los cultivos, parcela total y parcela útil. (a) Arreglo espacial de la yuca asociada con el hábito trepador de rabisa; (b) Arreglo espacial de la yuca asociada con los hábitos erecto, semierecto y rastrero de rabisa.	17
3 Interacción de los pares de cvs. de yuca 'CMC 84', 'Col 1684' y 'Criolla', 'Valencia' respecto a los tratamientos de monocultivo de la yuca, asociación con el hábito trepador de rabisa y los hábitos erecto, semierecto y rastrero.	24
4 Interacciones yuca-rabisa significativas al diez por ciento (a) Efecto de los hábitos rastrero, trepador y erecto de rabisa sobre los cvs. 'CMC 84', 'Col 1684' y 'Criolla', 'Valencia' de yuca (b) Efecto de los hábitos trepador y rastrero de rabisa sobre los cvs. 'CMC 84', 'Col 1684' y 'Criolla', 'Valencia' de yuca (c) Efecto de los hábitos trepador y rastrero de rabisa sobre los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia' de yuca.	26
5 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) no interceptada por los cuatro cvs. de yuca a los 176, 186, 237, 308, 369 y 382 días después de su siembra.	42
6 Efecto del arreglo espacial de la yuca sobre su porcentaje de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) no interceptada.	43
7 Altura (a) y diámetro de copa (b) de cada cv. de yuca a los 80 a los 380 días después de su siembra.	47

INTRODUCCION

La asociación yuca-rabisa posee características ventajosas para explotar los recursos del Trópico Bajo Húmedo. Ambas especies toleran las condiciones generalmente adversas de suelo, clima, plagas y enfermedades propias de este ambiente. El potencial de esta asociación también reside en el "espacio" disponible para la leguminosa tanto al inicio como al final del crecimiento de la yuca, en la correlación negativa existente entre la habilidad competitiva y la capacidad productiva de esta raíz, en el adecuado balance carbohidratos-proteína del alimento que produce y en el aumento de la productividad de la tierra resultante. No obstante, esta asociación aun no ha sido investigada en Centroamérica.

El éxito de una asociación de cultivos depende de la compatibilidad interespecífica de sus componentes. Por lo tanto, es conveniente explorar el potencial de una asociación de cultivos evaluando un espectro amplio de fenotipos contrastantes (vgr. hábitos de crecimiento disímiles) de una y otra especie. Tal exploración permite identificar las características deseables y los principales recursos o factores que explican la relación de competencia interespecífica.

Considerando lo anterior y bajo la hipótesis de que el hábito de crecimiento de los cultivos componentes de la asociación yuca-rabisa afecta su desempeño, fue diseñado un experimento con los siguientes objetivos:

- i. Determinar la compatibilidad existente entre un rango amplio de fenotipos de yuca y rabisa asociados;
- ii. Evaluar la importancia del recurso luz para el desempeño de la asociación yuca-rabisa; y,
- iii. Sugerir características fenotípicas deseables para mejorar la compatibilidad entre la yuca y la rabisa asociadas.

REVISION DE LITERATURA

Esta revisión de literatura consta de tres partes. La primera aborda el problema de la selección de genotipos adecuados para las condiciones de intercultivo. La segunda, revisa el tema de la competencia por luz, recurso clave en el sistema de cultivos empleado. Finalmente, la tercera, señala los principales hallazgos pertinentes al intercultivo yuca-rabisa y su importancia actual y potencial.

La selección de genotipos para intercultivos

Los agricultores del Trópico han seleccionado genotipos adecuados a las condiciones de intercultivo durante siglos (27, 101). El fitomejoramiento aplicado a sistemas de cultivos asociados es consecuencia lógica del incremento de las evidencias de mayor productividad e ingreso neto por hectárea con sistemas de cultivos múltiples que con sus respectivos monocultivos. Más importante que lo anterior: los pequeños agricultores del Trópico prefieren la estabilidad de la producción total obtenida con intercultivos que la ganancia fortuita propia de los monocultivos (81). No obstante, la investigación realizada para aclarar el problema de fitomejorar asociaciones de cultivos es exigua (84).

A partir de estudios de competencia, Harper (36), concluyó que el comportamiento de los intercultivos no puede ser predecido a partir del comportamiento de sus componentes en monocultivo. Considerar exclusivamente las características de uno de los cultivos asociados, origina resultados inesperados (46) y de validez cuestionable (28). Según Willey (105), el objetivo de seleccionar individuos para intercultivos puede ser alcanzado, simplemente, eligiendo a los genotipos que maximicen los efectos complementarios recíprocos. Indudablemente, un genotipo que participa en asociaciones con otras especies debe ser evaluado,

en algún momento, bajo esta condición.

El éxito de una asociación depende de la complementariedad de sus componentes en el uso de los recursos (102). Esta puede ocurrir en el tiempo o en el espacio (13). En el primer caso, los cultivos poseen patrones de crecimiento distintos y, por ende, sus períodos de utilización de recursos no coinciden. Tal tipo de complementariedad puede ser alcanzada variando las épocas relativas de siembra (1, 53) o asociando un cultivo de crecimiento rápido con otro de crecimiento lento (7, 81). En el segundo caso, los cultivos desarrollan doses de hojas a niveles distintos (88) o poseen sistemas radicales que, análogamente, exploran volúmenes de suelo diferentes (85). Si el crecimiento de los componentes del intercultivo es restringido por recursos distintos, puede obtenerse una ventaja con éste cuando cada uno de ellos es el mejor competidor por el recurso restringente (88).

La identificación de genotipos con características complementarias requiere el desenvolvimiento de métodos de selección particulares. Hamblin et al (35), propusieron un diseño experimental que permite seleccionar dos especies simultáneamente para las características de alta producción y buena habilidad de combinación ecológica. La metodología consiste en desarrollar líneas de cada especie a partir de asociaciones que las combinan. Willey (104), incorporó algunos elementos del análisis de la interacción genotipo-ambiente de Finlay y Wilkinson (26) y propuso la graficación del rendimiento individual -en términos del índice Uso Equivalente de la Tierra (UET)- de una especie contra la producción media de cada genotipo de la otra especie; la pendiente de la regresión calculada a partir de los puntos obtenidos indicaría la "compatibilidad de intercultivo general" y las desviaciones a partir de ella, la "compatibilidad de intercultivo específica". Concomitantemente, una pendiente igual a uno identificaría a un genotipo que puede dar la misma ventaja o desventaja al asociarse

con cualquier genotipo de la otra especie; una pendiente menor que uno señalaría a un genotipo ventajoso en "ambientes" en que es dominado; finalmente, lo contrario sería indicado por una pendiente mayor que uno.

Wien y Smithson (101), han sugerido los siguientes pasos para seleccionar genotipos adaptados a la condición de intercultivo: (a) Definir el sistema o los sistemas de interés; (b) Manipular la época de siembra y el espaciamiento bajo una condición de "stress" promedio; (c) Evaluar, bajo condiciones de intercultivo definidas, un gran número de líneas puras e identificar características deseables; (d) Determinar el grado de expresión de estas características en monocultivo; (e) Eliminar, bajo la condición de monocultivo, a los cultivos susceptibles o de hábito inapropiado; (f) Seleccionar, de los genotipos elegidos en el paso anterior, a los mejor adaptados al intercultivo definido. Coincidiendo con estos autores, Willey (105), opina que para mejorar intercultivos deben identificarse las características de la planta que permitan la selección ulterior de los individuos menos incompatibles bajo un presupuesto de recursos definido. El estudio de combinaciones adecuadas entre genotipos diversos también puede enfrentarse con diseños dialélicos semejantes a los elaborados por los geneticistas de poblaciones para medir agresividad (27, 58, 105).

Cuando el cultivo a seleccionar domina el comportamiento de la asociación, su selección puede ser efectiva aun en condiciones de monocultivo (105). Evidencia en este sentido ha sido presentada por Francis et al (29) y por Francis et al (30) para los sistemas de maíz-frijol arbustivo y maíz-frijol trepador, respectivamente; con ello se simplifica el proceso de mejoramiento durante las primeras generaciones del frijol (52). Los resultados sugieren que los híbridos o poblaciones de maíz desarrolladas en condiciones de monocultivo podrían comportarse bien intercultivadas con frijol (31),

La competencia por luz

El elevado rendimiento total de las asociaciones de cultivo ha sido atribuida, algunas veces, a su utilización eficiente de la luz (57, 96). En general, las especies asociadas compiten por una cantidad limitada de "espacio". Este término sintetiza todos los requisitos de crecimiento tales como luz, agua y nutrimentos; la producción de cada especie resulta proporcional al espacio que logra apropiarse (88). Aunque la ocupación de nichos distintos debería correlacionar siempre con mayor producción de biomasa por unidad de área, esto sólo ocurre en el 60,2 por ciento de los casos según la muestra considerada por Trenbath (95).

Sánchez (85), opina que en los Trópicos la competencia por nutrimentos del suelo es más importante que la competencia por luz. No obstante, puesto que el conocimiento de las interacciones entre especies en el suelo es aun reducido, necesariamente, la selección debe concentrarse en sus características aéreas (105). Como lo indica Trenbath (97), si los fitomejoradores pudieran seleccionar doseles de hojas adecuados mejorarían el aprovechamiento de la luz en los intercultivos. Los modelos matemáticos han sugerido por ejemplo, que la tasa fotosintética aumenta cuando el follaje posee hojas cuya inclinación decrece conforme aumenta la profundidad en el estrato vegetal (97). Considerando la asimilación de carbono, la superposición de un cultivo C4 de hojas verticales sobre otro C3 de hojas horizontales resulta idónea (18, 97).

La condición de intercultivo afecta el microclima de las plantas. Allen et al (4) infirieron que, en estas condiciones: (a) El dosel de hojas más bajo recibe radiación enriquecida con las longitudes de onda de 730 nm y esto puede afectar los procesos morfogénéticos; (b) El establecimiento de cultivos no tolerantes de la sombra en el estrato más bajo es difícil o imposible; (c) La evapotranspiración es mayor en el estrato superior de la asociación y en el

monocultivo respectivo; (d) La radiación en el nivel inferior de vegetación fluctuará dependiendo del tamaño de las hojas, la velocidad del viento y la dispersión e inclinación de las hojas en el nivel de vegetación superior (96); (e) Finalmente, el éxito del intercultivo puede depender de la adaptabilidad fotoperiódica de los cultivos utilizados.

A juicio de Trenbath (96), cuando el balance entre las producciones de los componentes de un intercultivo puede regularse variando la proporción de siembra, aplicando fertilizante o modificando la época relativa de siembra, es útil para el agricultor contar con una variedad de alta habilidad de competencia por luz. Basado en la evidencia suministrada por varios autores, menciona las siguientes características relacionadas con tal habilidad: rápida expansión del dosel superior de hojas, hojas grandes para minimizar el efecto de la penumbra, hojas horizontales bajo condiciones nubladas y plagiotrópicas bajo condiciones asoleadas, metabolismo C4 de asimilación, baja transmitividad de las hojas, arreglo foliar de mosaico, hábito de crecimiento trepador, alta asignación de materia seca a la construcción de tallos altos y elongación rápida de los tallos ante el sombreamiento. Para la condición de baja intensidad luminosa menciona las siguientes adaptaciones: tasa de respiración oscura reducida, razón raíces / parte aérea baja y razón área foliar / peso foliar alta.

La información sobre el problema de la competencia por luz en la asociación yuca-rabisa es exigua. Orlando-Toala (72), lo estudió en los sistemas de rabisa (cv. 'V 44') y frijol común (cv. '27 R') asociados con maíz, yuca (cv. 'Valencia') y plátano durante dos épocas de intercultivo. Halló que la disminución de la radiación provocada por el cultivo dominante deterioró el rendimiento de las leguminosas, especialmente durante el segundo intercultivo, iniciado 155 días después de la siembra de la yuca. Como también lo revelaran ensayos posteriores realizados por Leihner (53), la rabisa mostró mayor tole-

rancia al sombreamiento que el frijol común. El IITA (41) estudió la tolerancia de la rabisa al sombreamiento: los cvs. 'TVx4' y 'Vita 4' durante la primera estación, y los cvs. 'TVx1836' y 'Vita 5' durante la segunda, crecieron bajo tres niveles de sombreamiento artificial (50, 62 y 75 por ciento de la radiación total) desde la emergencia hasta la floración. Ambos cvs., experimentaron una reducción proporcional al porcentaje de sombreamiento de su peso seco total, índice de área foliar y número de ramificaciones por planta. No obstante, los resultados indican que la rabisa puede recuperarse del sombreamiento severo conforme sea la duración de su ciclo productivo.

La competencia por luz en la asociación yuca-leguminosas puede ser atenuada mediante la poda de la primera. Tal poda es especialmente conveniente del sexto al octavo mes, cuando el porcentaje de la radiación total que intercepta la yuca alcanza su máximo (55). Las investigaciones realizadas acerca del efecto de podar la yuca (7, 33, 86) permiten concluir que: (a) La poda media no afecta la producción de raíces comerciales pero reduce su contenido de almidón y diámetro; (b) El efecto de la poda es igual si es realizada a los seis, siete u ocho meses de edad de la yuca; (c) El follaje eliminado es recuperado totalmente; y, (d) La poda de la yuca aumenta la producción de la leguminosa asociada porque le permite recibir más luz.

La asociación Yuca-Rabisa

Dentro de las raíces y tubérculos tropicales de importancia comercial la yuca ocupa el primer lugar (12). La producción mundial de yuca fue estimada en 103 millones de toneladas métricas en 1974; entonces, tanto América Latina como Asia produjeron un 29 por ciento de la producción mundial y, Africa, el 42 por ciento restante (21). Otros atributos de este cultivo son su excepcional capacidad para la producción de carbohidratos (99), amplia adaptación (107)

y potencial para las industrias de concentrados y combustibles (49). Su mayor diversidad genética está concentrada al noreste de Brasil y al occidente y sur de México (44). Por otra parte, la rabisa es una fuente de proteína importante en los continentes de Africa y Asia (90), algunas islas del Caribe y, en menor grado, en los países centroamericanos de El Salvador y Panamá (*); también es cultivada en América del Sur (91). La rabisa es originaria de Etiopía pero sus centros modernos de diversidad están localizados en la India y al Oeste de Africa (90).

La asociación de la yuca con otros cultivos es una práctica común (28, 49). La proporción de la yuca asociada es de un cincuenta por ciento en Africa (70) y de un cuarenta por ciento en América Latina (94). La asociación yuca-rabisa es frecuente al sur de Nigeria (24). En la región noreste de Brasil, la yuca es asociada con Phaseolus o Vigna según el clima: frijol común cuando hay disponibilidad de agua y rabisa cuando esta es exigua (56, 78, 82). En Centroamérica, la yuca es asociada con frijoles arbustivos y trepadores (65).

Existe traslape entre los rangos de adaptación de la yuca y la rabisa. La yuca es un cultivo tolerante de suelos ácidos y pobres (16, 47, 53), resistente a la sequía (61, 71, 79) y, sin embargo, productivo en zonas de alta precipitación (14, 15, 46, 59). La rabisa también produce en condiciones de baja fertilidad y alta acidez del suelo (25, 42), resiste la sequía (98) y tolera temperatura y precipitación altas (80). Sin embargo, esta adaptación de la rabisa a la humedad es restringida por su susceptibilidad a Colletotrichum lindemuthianum y otras enfermedades (91). Ambos cultivos son incapaces de producir en suelos anegados (9, 41).

(*) Woolley, J.N. Comunicación Personal. Turrialba, CATIE, 1981.

Las siguientes características de la asociación yuca-rabisa han sido reportadas como ventajosas con respecto al monocultivo de yuca: producción de una cosecha adicional en menor tiempo (54, 82), mejoramiento del contenido proteico del regimen alimenticio del agricultor (54, 91), aumento del nitrógeno disponible en el suelo por fijación simbiótica (68), mejor aprovechamiento de los nutrimentos del suelo (6), disminución de la erosión (59), menor incidencia de malezas (54, 77), plagas (10) y enfermedades (63).

Existe un rango amplio de hábitos de crecimiento^(*) de yuca con respecto a su ramificación y vigor inicial. Conforme a Thung (94), las variedades de yuca con alto vigor inicial deprimen más la producción del frijol asociado que aquellas con menor vigor inicial, pero no existe relación entre este vigor y la producción de raíces. Consecuentemente, los fenotipos de poco vigor y ramificación tardía son los más adecuados para intercultivos pues compiten menos con las leguminosas asociadas (54, 107). Como lo insinuaba el modelo ideal de yuca propuesto por Cock et al (15), los genotipos de yuca con mayor capacidad productiva son los de menor capacidad competitiva (49). Esto sugiere una "vocación natural" de la yuca para compatibilizar con cultivos de menor tamaño, pues la selección de genotipos de yuca con alta capacidad productiva y poco vigor vegetativo podría maximizar la producción tanto de la yuca como la del cultivo asociado (49). Desde luego, esto podría no ser así, si la agresividad del cultivo asociado fuera tal que redujera el rendimiento de la yuca. En cuanto a la rabisa, las investigaciones realizadas con el intercultivo yuca-frijol (94), sugieren la conveniencia de utilizar un genotipo de hábito poco agresivo (erecto o postrado), con capacidad de cubrir el suelo rápidamente y

(*) El término "hábito de crecimiento" es utilizado in extenso: abarca tanto las distintas arquitecturas de las plantas de rabisa como las de yuca.

madurar antes de los cien días. Otros trabajos, han mostrado la factibilidad de asociar frijoles trepadores (10) o erectos (7) hacia el final del ciclo productivo de la yuca.

El problema de determinar la época óptima para intercultivar la rabisa bajo la yuca comprende aspectos tanto fisiológicos como prácticos. La capacidad competitiva de la yuca por luz es menor durante dos períodos de su vida: de la siembra a los tres meses y de los ocho a los doce meses después de su siembra (39). Durante el primero de estos períodos, la yuca determina su número total de raíces, posee una reducida tasa de crecimiento, intercepta poca luz (9, 39) y es especialmente susceptible a la competencia (22). Thung (94) halló que la siembra simultánea o la siembra del frijol una semana antes de la yuca determinan las mayores producciones biológicas. Probablemente, lo más práctico para la siembra de este intercultivo es concentrar toda la operación de siembra en una semana (54). Durante el segundo de estos períodos, el índice de área foliar de la yuca alcanza un mínimo debido a la declinación de la tasa de formación de hojas y a la producción de hojas más pequeñas y de menor longevidad (15). Para este segundo período, Castellanos (7) determinó que el mejor momento para intercultivar el frijol bajo la yuca es ocho meses después de la siembra de esta. Los sistemas de cultivo desarrollados por los agricultores con la asociación yuca-rabisa coinciden con este arreglo cronológico (24, 65).

La producción total del sistema yuca-leguminosas y su valor de UET son afectados por las densidades de siembra utilizadas. Moreno (64) sembró 10, 15, 20 y 25 plantas de frijol (cv. 'Turrialba 4') por metro cuadrado simultáneamente con diez mil plantas por hectárea de yuca (cv. 'Valencia'). Halló que las poblaciones de 20 y 25 plantas de frijol por metro cuadrado rinden igual pero más que las poblaciones de diez y quince plantas por metro cuadrado; la yuca produjo considerablemente más en monocultivo que asociada con frijol pero no

hubo diferencias significativas debidas a las distintas poblaciones de la leguminosa. Leihner (54) tampoco halló diferencias entre el rendimiento de yuca asociada con 10 y 40 plantas por metro cuadrado de frijol trepador. Por el contrario, al aumentar la población de la yuca disminuyó la producción del frijol asociado pero no los valores de UET. Este autor concluyó que las poblaciones normalmente utilizadas en monocultivo son adecuadas para maximizar la producción de los intercultivos yuca-leguminosas. Por lo tanto, estas asociaciones pueden denominarse aditivas (60). En el CIAT (11), la producción de rabisa aumentó proporcionalmente con su población dentro del rango de 50.000 a 120.000 plantas por hectárea y decreció a densidades mayores que 200.000 plantas por hectárea. Sin embargo, la rabisa no afectó a la yuca asociada dentro de estos límites.

La compatibilidad entre la yuca y la rabisa asociadas puede ser favorecida mediante su arreglo adecuado en el espacio. Según la opinión de Leihner (54), basada en el comportamiento de monocultivos de yuca y rabisa, estos cultivos responden con flexibilidad a los distintos espaciamientos; por lo tanto, pueden ser asociados utilizando en arreglo espacial de mayor conveniencia práctica. Una alternativa asidua en la literatura es el arreglo de la yuca en surcos dobles (53, 69, 77, 82, 87, 93). Con este arreglo, Ternes (93) y Pires (77) hallaron que aumenta el rendimiento de los monocultivos de yuca debido al llamado "efecto de borde". Sin embargo, no sucede lo mismo cuando la yuca está asociada con otros cultivos. En algunos casos, como el reportado por Ezumah y Okigbo (25) con la asociación yuca-maní, los tratamientos de asociación igualaron el rendimiento de los monocultivos de yuca y produjeron más grano que las asociaciones con el arreglo simple. En otros casos, como el de Ternes (93) con la asociación yuca-maíz, la menor intercepción de luz alcanzada por la yuca sembrada en surcos dobles (sólo el treinta por ciento de la radiación total en

este caso) favoreció la capacidad competitiva del cultivo asociado y esto redundó en menor producción de la raíz. Así pues, la conveniencia del uso de surcos dobles en asociaciones de cultivos con yuca, depende de la proporción de cosecha de uno y otro cultivo que se desea y de la capacidad competitiva del cultivo asociado.

Finalmente, la competencia por nutrimentos entre la yuca y los cultivos con que se asocia es un campo de investigación poco explorado. Conforme a Howeler, citado por Leihner (54), no existe interacción entre los requerimientos nutricionales de la yuca y siete leguminosas asociadas. Estas no modificaron los niveles foliares de N y P de la yuca. Por lo tanto, no existió aporte de N por parte de las leguminosas a la yuca ni hubo competencia entre los cultivos por otros nutrimentos.

MATERIALES Y METODOS

Ambiente

El ensayo tuvo lugar en Turrialba, Costa Rica, donde tiene su campo experimental el Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), localizado a 9°53' latitud norte y 83° 38' longitud este. El sitio pertenece al Bosque Muy Húmedo Premontano (38) y posee una elevación de 600 metros sobre el nivel del mar.

El trabajo de campo dió inicio el 15 de setiembre de 1981 y finalizó el 19 de noviembre de 1982. Durante este período, cayeron 3.652,9 mm de lluvia, predominantemente de setiembre a diciembre de 1981 y de mayo a noviembre de 1982 (Fig. 1). De enero a abril, hubo un déficit hídrico que coincidió con la época de mayor radiación disponible. Esta alcanzó su máximo en marzo de 1982 (683 MJ/m^2) y su mínimo en noviembre de 1981 (373 MJ/m^2). El promedio mensual de la temperatura y la humedad relativa fue 22,8 °C y 86,9 % con una desviación estandar de 0,9 °C y 3 %, respectivamente.

El suelo utilizado pertenece a la Serie Instituto, Fase Normal, y ha sido clasificado como un Typic Dystropept fino mixto isohyperthermic (3). El análisis químico del suelo previo a la siembra arrojó los siguientes resultados: pH 5,1; Materia Orgánica 7,77 por ciento; Ca, Mg y K intercambiables y Al, 4,0, 1,0, 0,4 y 0,3 meq/100 ml, respectivamente; P_2O_5 disponible (Olsen modificado) 14,2 ug/ml.

Arreglo de los cultivos

El sistema yuca-rabisa utilizado consistió de un ciclo de producción de yuca con dos intercultivos de rabisa. El primer intercultivo de rabisa coincidió con la siembra de la yuca y el segundo, dió inicio 253 días después de su

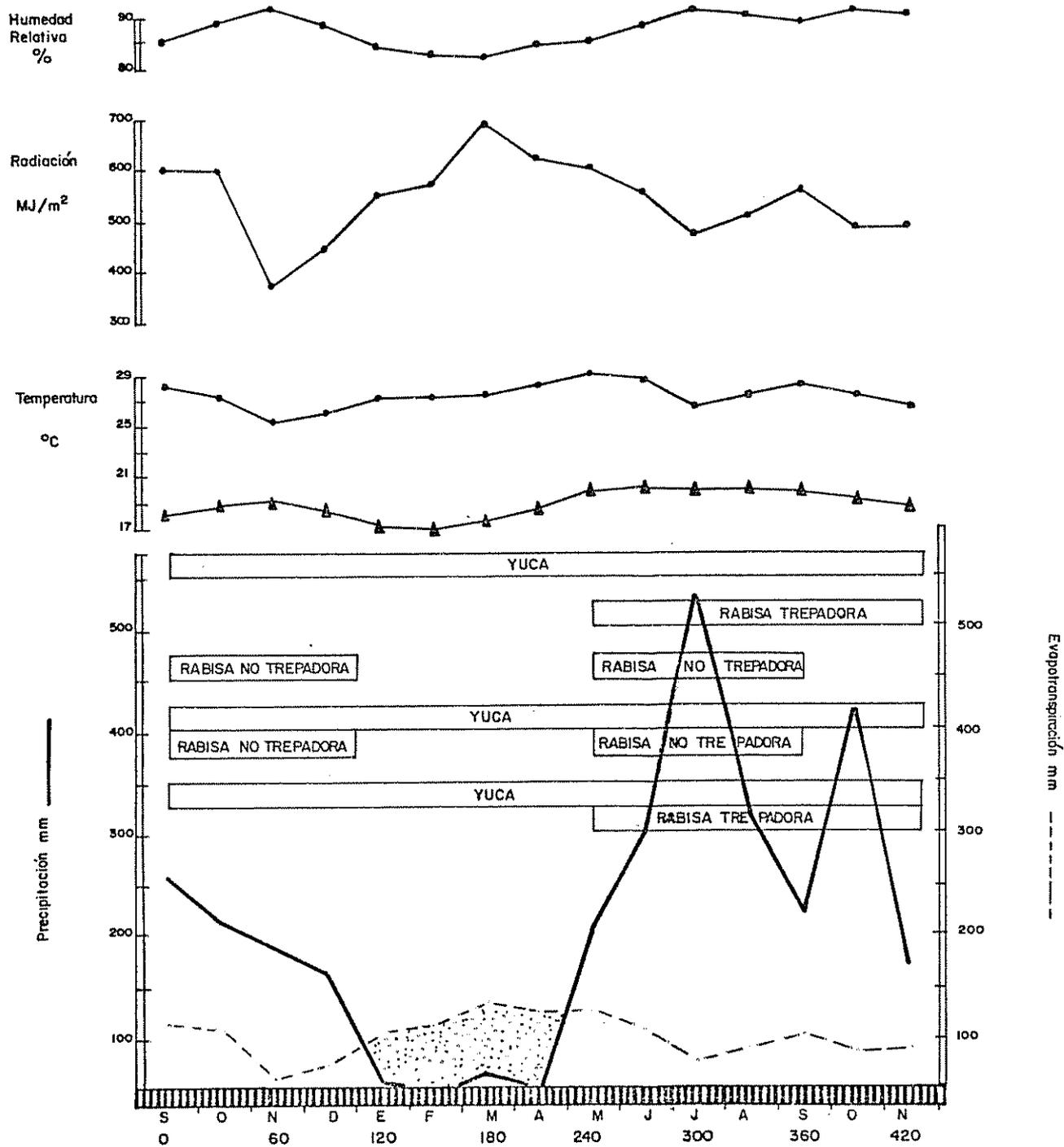


Figura 1. Información climatológica registrada durante el periodo experimental setiembre de 1981 a noviembre de 1982 por la Estación Meteorológica del CATIE, Turrialpa y arreglo cronológico de los sistemas de cultivos utilizados.

siembra. El hábito trepador de rabisa únicamente fue intercultivado en esta segunda ocasión. Los monocultivos fueron sembrados en las mismas fechas que las asociaciones (Fig. 1).

La rabisa de hábito trepador creció asociada con la yuca sembrada a 1 m x 1 m (Fig. 2), en tanto, los otros hábitos de crecimiento de la leguminosa ocuparon el espacio de 2,5 m disponible entre los dos dobles surcos de yuca de cada parcela (Fig. 2). En ambos arreglos, la población de la yuca fue de 10.000 plantas por hectárea. Para las rabisas rastrera y semierecta, la población fue de 80.000 plantas por hectárea en asociación (pl/ha) y 133.333 pl/ha en monocultivo. Para la rabisa erecta, la población en asociación y en monocultivo fue de 160.160 y 266.666 pl/ha, respectivamente. Para la rabisa trepadora la población fue de 80.000 pl/ha tanto en asociación como en monocultivo. Tales poblaciones de rabisa han sido utilizadas por el CIAT (11). Como secuela de lo anterior, hubo confusión entre el efecto de los hábitos de crecimiento de rabisa con el de las poblaciones y el arreglo espacial utilizados.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos consistieron en todas las combinaciones posibles de cuatro hábitos de crecimiento de rabisa y yuca, tanto en asociación como en monocultivo (Cuadro 1A). Como se muestra en el Cuadro 1, las diferencias entre los cultivares (cvs.) de yuca fueron establecidas con base en su altura a la primera ramificación e Índice de Área Foliar (IAF); los hábitos de crecimiento de rabisa correspondieron a los denominados como 7, 6, 3 y 2 o trepador, rastrero, semierecto y erecto, respectivamente, por el IITA (1974) (Cuadro 1).

El arreglo factorial de los tratamientos (cuatro hábitos de crecimiento de yuca y monocultivo de rabisa) X (cuatro hábitos de crecimiento de rabisa y

Cuadro 1. Principales características de los cultivares de yuca y rabisa utilizados.

Cultivar	Índice de área foliar	Altura de la primera ramificación (cm)	Diámetro de copa máximo (cm)	Longevidad foliar (días)	Rendimiento medio (TM/ha)	YUCA	
						CMC 84	Col 1684
	Alto	176	190	50-60	22		
	Bajo	40	190	50-60	22		
	Alto	126	250	50-60	23		
	Bajo	195	160	50-60	19		

Cultivar	Hábito de crecimiento y área foliar	Índice de área foliar	Días al 50% de floración	Días a la última cosecha	No. de cosechas	Rendimiento medio (TM/ha)	
	Trepador	Alto	77	212	12	0,5	
	Rastrero	Alto	53	125	8	1,5	
	Semierecto	Medio	46	115	3	0,3	
	Erecto	Bajo	39	65	2	0,4	

RABISA							
	Negro Tenabo	Alto	77	212	12	0,5	
	TVU 1190	Alto	53	125	8	1,5	
	Centa	Medio	46	115	3	0,3	
	S 288	Bajo	39	65	2	0,4	

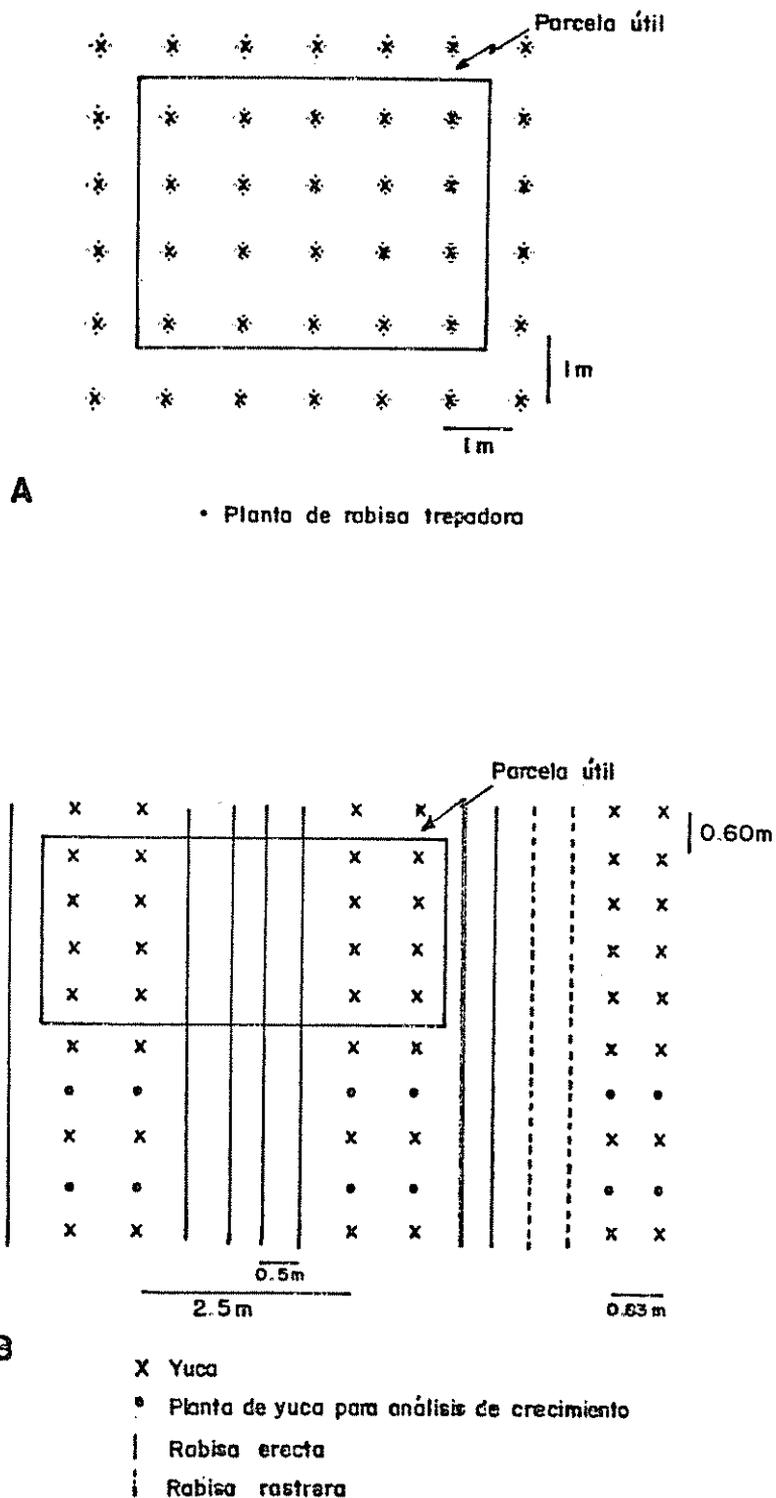


Figura 2. Arreglo espacial de los cultivos, parcela total y útil. (a) Arreglo espacial de la yuca asociada con el hábito trepador de rabisa; (b) Arreglo espacial de la yuca asociada con los hábitos erecto, semierecto y rastrero de rabisa.

monocultivo de yuca) fue establecido en cuatro bloques completamente aleatorizados (repeticiones).

Manejo general

Hasta cuatro meses antes de la siembra, el campo había sido utilizado por un experimento de carácter entomológico con el sistema maíz-frijol común durante un año. Dos meses antes de la siembra, fue arado el terreno a 30 cm, afinado con dos pasadas de rastra y encalado a razón de 0,5 ton/ha. Antes de la siembra de la yuca y la rabisa del primer intercultivo, se aplicó una mezcla de herbicida con linurón (3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metilurea) y trifluralin (α, α, α -Trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropil-p-toluidino) incorporado a razón de 1 kg de ingrediente activo (i.a.) de cada uno por hectárea (ha). Antes de la segunda siembra de la rabisa, se aplicó una mezcla con los herbicidas linurón y alachlor (2-cloro-2',6'-dietil-N-(metoximetil)acetanilido) a razón de 1,0 y 4,0 kg de i.a./ha, respectivamente. Cuando fue necesario, se combatieron adicionalmente las malezas con deshierbas manuales y aplicaciones dirigidas de paraquat (1,1'-dimetil-4,4'-ión bipyridino) a razón de 2,4 kg de i.a./ha. Se aplicaron por igual a monocultivos y asociaciones 20 kg/ha de N, 44 kg/ha de P_2O_5 y 42 kg/ha de K_2O a la siembra de la yuca y la rabisa del primer intercultivo.

La semilla de rabisa se trató con una mezcla de 0,5 g captán (Cis-N-((Triclorometil)tio)-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida) 0,04 g malathion (0,0-Dimetils-(1,2-dicarbetoietil)fósforo ditionato) de i.a. de cada uno por kg de semilla. La semilla de yuca se sumergió durante dos minutos en una solución de 0,7 g i.a. malathion + 1,8 g i.a. mancozeb (Zn ó Mn-etilen-bisclitocarbamato) + 3 g i.a. captán.

La ramificación de la yuca provocada por el ataque de insectos fue preve-

nida mediante la aplicación a los cogollos de (0,5-dimetil fosforamidotiato) metamidophos (0,5 kg de i.a./ha). Únicamente el brote de mayor diámetro de la yuca no fue podado a los 90 días después de la siembra. Una mezcla de benomyl (metil 1-(butilcarbamoil)-2-benzimidazol-carbamato) y carbaryl (1-NaftilN-metilcarbamato) alternada con otra de mancozeb y carbaryl, fue aplicada a la rabisa para el combate de enfermedades foliares e insectos (principalmente, Diabrotica spp.) a razón de 0,5 y 1,0 g de i.a./l, respectivamente.

La rabisa se raleó o resemebró diez días después de su siembra con el objeto de mantener dos plantas por golpe. La resiembra de la yuca se realizó 20 días después de su siembra.

Toma de datos y análisis

Para la determinación de la materia seca en tallos, hojas y pecíolos y del área foliar, se muestrearon dos plantas de yuca por tratamiento en tres fechas (60-70, 120-150 y 210 días después de la siembra de la yuca) previas a la cosecha. Entonces, fueron determinadas tanto estas variables como el rendimiento con las 16 plantas de la parcela útil. El área foliar se determinó multiplicando el peso seco de las hojas por el área foliar específica, la cual fue considerada como la razón entre el área de treinta círculos foliares extraídos a una muestra de hojas y su peso seco. La yuca se cosechó 440 días después de su siembra. Los hábitos trepador, rastrero, semierecto y erecto de rabisa requirieron 10, 8, 3 y 2 cosechas, respectivamente. El alto y ancho del dosel de hojas de la yuca y la rabisa fue determinado a intervalos de 30-45 días.

El porcentaje de radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca fue determinado a los 176, 185, 196, 237, 308, 369 y 382 días después de su siembra. Siempre se midió la RFA no interceptada por la yuca en los

monocultivos y asociaciones con el hábito trepador de rabisa en un mínimo de dos repeticiones pero, en las tres últimas fechas, se le midió en todos los tratamientos. Para estas determinaciones, fue colocado un radiómetro puntual (Quantum Sensor LI-190SB, LICOR, Lincoln, Nebraska) por encima del dosel de hojas de la yuca y dos radiómetros lineales de un metro cada uno (Line Quantum Sensor LI-191SB, LICOR, Lincoln, Nebr.) a nivel del suelo. Estos últimos, cubrieron un transecto de 6 m en las parcelas con yuca sembrada en surcos dobles y de 2 m en las parcelas con yuca sembrada a 1 m X 1 m.

Todas las determinaciones de peso seco fueron posteriores a un período de secado de 72 horas a 70 °C. Las producciones de yuca y rabisa fueron estandarizadas a un 66 y un 12 por ciento de humedad, respectivamente.

El Cuadro 2A muestra las variables de respuesta medidas y generadas para la yuca y la rabisa. A la cosecha, se determinaron el peso de cien granos buenos y el número de vainas por planta de rabisa. Un yerro en la conducción del experimento impidió determinar el número de granos buenos por vaina y el porcentaje de grano bueno del hábito trepador de rabisa. Para los análisis, únicamente se consideró el peso de los granos buenos. Se tomaron el número y el peso de todas las raíces de yuca producidas por cada parcela. Fueron consideradas raíces comerciales las de un mínimo de 8 cm de diámetro a lo largo de una longitud de 22 cm. Para evitar la interferencia de factores ajenos a los tratamientos, los rendimientos de ambos cultivos fueron corregidos por la covariable número de plantas perdidas (población inicial menos población final) según el procedimiento sugerido por Steel y Torrie (89).

A partir del rendimiento de las 16 asociaciones se realizó un análisis de varianza bivariado y univariado, considerando a la yuca y a la rabisa conjuntamente y por separado, respectivamente. Pruebas de F con un grado de libertad (contrastes ortogonales) permitieron subdividir el efecto de los tratamientos.

Regresiones establecidas por pasos determinaron los mejores modelos para describir el rendimiento a partir de sus componentes y otros atributos. Varios índices estimaron la compatibilidad interespecífica de los genotipos utilizados. La varianza de la RFA no interceptada por la yuca se analizó considerando a la fecha como una fuente de variación. Adicionalmente, fue analizada esta variable en sendos análisis de varianza para cada una de las tres últimas fechas: 308, 369 y 382 días después de la siembra de la yuca.

RESULTADOS

El cv. semierecto de rabisa 'Centa 105' no produjo grano durante el segundo intercultivo porque sufrió un severo ataque de antracnosis (Colletotrichum spp.). Además, la parcela con la asociación yuca cv. 'CMC 84'-rabisa de hábito rastrero de la primera repetición, fue considerada perdida porque sus anegamiento impidió el desarrollo de la yuca.

Desempeño de la Yuca

El Cuadro 2 muestra el análisis de la varianza del rendimiento, número total de raíces, número de raíces comerciales, peso seco de los tallos y los peciolos y área foliar de la yuca a la cosecha. Los hábitos de yuca fueron una fuente de variación altamente significativa (Pr 0,01) para las siguientes variables: peso seco de los tallos, número total de raíces y peso seco de los peciolos. Hubo un efecto altamente significativo (Pr 0,01) de los hábitos de rabisa sobre el número total de raíces y significativo (Pr 0,05) sobre el área foliar y el peso seco de los peciolos. En todos los casos, la covariable número de plantas de yuca perdidas fue una fuente de variación significativa. Esto reveló la importancia de la población de plantas con respecto a las variables de la yuca y el error asociado.

La ausencia de interacciones significativas entre los hábitos de yuca y rabisa fue negada al establecer comparaciones mediante contrastes ortogonales. Como lo muestra la figura 3, los cvs. de yuca 'CMC 84' y 'Col 1684', rindieron más tanto en monocultivo como en asociación con el hábito trepador de rabisa que cuando fueron asociados con los restantes hábitos de la leguminosa; los cvs. 'Criolla' y 'Valencia' mostraron el comportamiento contrario. Entre los dos pares de cvs. de yuca, los hábitos erecto y trepador de rabisa causaron el efecto más contrastante. Otras interacciones significativas al diez por ciento

Cuadro 2. Análisis de la varianza del rendimiento, número total de raíces, número de raíces comerciales, peso seco de los tallos y los peciolo y área foliar de la yuca a la cosecha.

Fuentes de variación	G.L.	Rendimiento de la yuca	Número total de raíces	Número de raíces comerciales		Peso seco de los tallos		Peso seco de los peciolo		Area foliar
				F	F	F	F	F	F	
Hábitos de yuca	3	1,0	12,1 ***	2,6 *	11,7 ***	15,9 ***	1,6			
Hábitos de rabisa	4	0,9	4,5 ***	1,0	0,8	2,8 **	3,6 **			
Interacción	12	0,7	1,2	0,5	0,8	0,8	0,9			
Número de plantas de yuca perdidas	1	28,8 ***	72,9 ***	11,9 ***	13,9 ***	9,5 ***	6,8 **			

* = Significativo al 10 por ciento.

** = Significativo al 5 por ciento.

*** = Significativo al 1 por ciento.

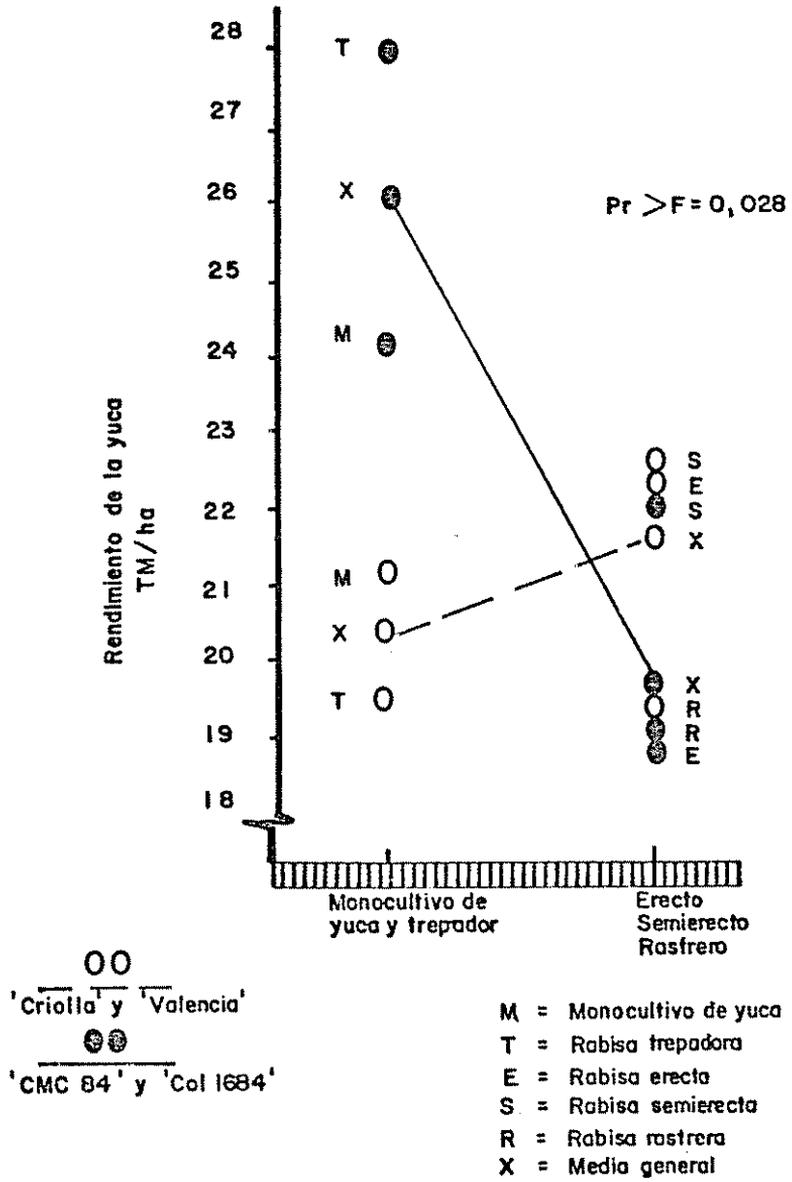


Figura 3. Interacción de los pares de cvs. de yuca 'CMC 84', 'Col 1684' y 'Criolla', 'Valencia' respecto a los tratamientos de monocultivo de la yuca, asociación con el hábito trepador de rabisa y los hábitos erecto, semierecto y rastrero.

(Cuadro 3A) han sido graficadas en la figura 4. Los hábitos rastrero y trepador de rabisa estimularon el rendimiento de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684', en tanto, el hábito erecto produjo el efecto inverso (Fig. 4a). Esta interacción no se debió al hábito rastrero de rabisa (Fig. 4b); no obstante, este hábito contribuyó a la interacción cuando fueron excluidos de la comparación los cvs. 'CMC 84' y 'Valencia' (Fig. 4c).

El Cuadro 3 muestra las medias debidas a los efectos principales. En cuanto al rendimiento, sólo hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) entre el cv. 'Valencia' y los restantes cvs. de yuca. El número total de raíces del cv. 'Criolla' fue significativamente mayor que el de los otros cvs. de yuca; el número total de raíces alcanzado por la yuca asociada con el hábito trepador de rabisa fue tan alto como el de los monocultivos. En cuanto al número de raíces comerciales, los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia', superaron al cv. 'CMC 84'. El peso seco de los tallos de los cvs. 'Criolla' y 'CMC 84' superó significativamente al del cv. 'Valencia' y, este, a su vez al del cv. 'Col 1684'. El peso seco de los peciolo de los cvs. 'Criolla' y 'CMC 84' fue superior al alcanzado por los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia'. Entre los hábitos de rabisa, el semierecto aumentó significativamente el peso de los peciolo con respecto a las restantes asociaciones. Finalmente, el Índice de Área Foliar (IAF) de la yuca asociada con el hábito semierecto de rabisa fue el mayor, pero no diferió del monocultivo.

El Cuadro 4 muestra el análisis de la correlación entre el rendimiento de la yuca y las restantes variables. Esta fue altamente significativa ($P < 0,01$) en todos los casos.

Desempeño del Primer Intercultivo de Rabisa

El Cuadro 5 muestra el análisis de la varianza del rendimiento de la rabi-

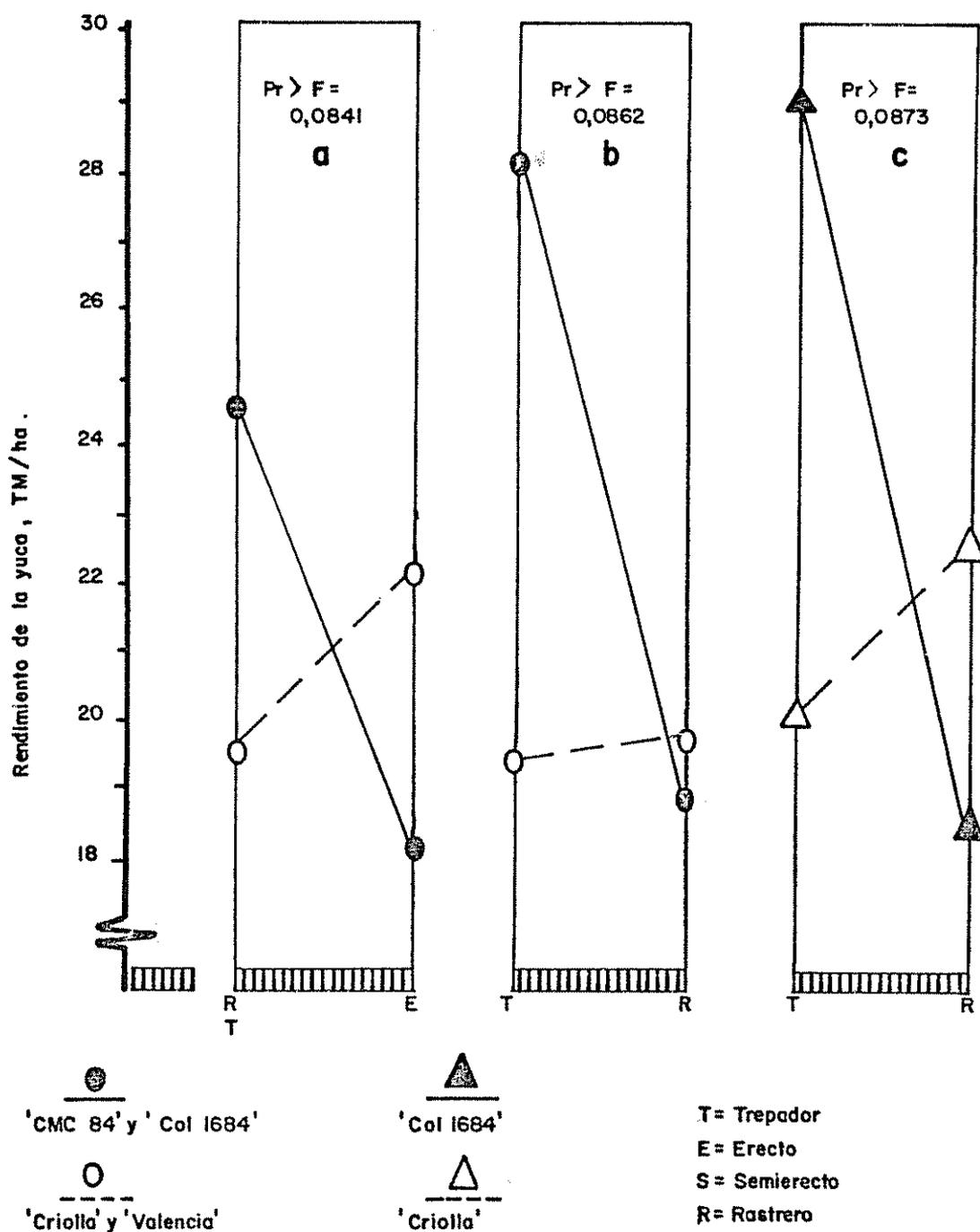


Figura 4. Interacciones yuca-rabisa significativas al diez por ciento. (a) Efecto de los hábitos rastrero, trepador y erecto de rabisa sobre los cvs. 'CMC 84', 'Col 1684' y 'Criolla', 'Valencia' de yuca; (c) Efecto de los hábitos trepador y rastrero de rabisa sobre los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia' de yuca.

Cuadro 3. Agrupación de las medias del rendimiento, número total de raíces, número de raíces comerciales, peso seco de los tallos y los peciolos e índice de área foliar de la yuca a la cosecha, debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

E F E C T O	Rendimiento (kg/ha)	Número total de raíces	Número de raíz- ces co- merc.	Peso seco		Índice de área foliar	
				de los tallos	de los peciolos		
				(g)	(g)		
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	22.035 a(1)	45 b	7 b	21.441 a	165 a	1,10 a
	'Col 1684'	22.596 a	40 b	11 ab	11.477 c	112 b	0,86 a
	'Criolla'	22.994 a	59 a	10 ab	21.847 a	199 a	1,09 a
	'Valencia'	19.186 b	45 b	11 a	16.147 b	89 b	0,97 a
Hábitos de RABISA	Monocultivo de yuca	22.719 a	50 ab	21 a	18.842 a	157 a	1,17 ab
	Rastrero	19.415 a	42 b	19 a	16.397 a	128 b	0,90 bc
	Erecto	20.305 a	45 b	17 a	16.117 a	123 b	0,87 c
	Semierecto	22.319 a	43 b	23 a	19.115 a	175 a	1,23 a
	Trepador	23.756 a	55 a	18 a	18.170 a	123 b	0,84 c
c.v.	33,7	10,5	25,1	34,5	39,5	37,7	

(1) Las medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 4. Análisis de la correlación del rendimiento de la yuca con respecto al número total y comercial de raíces, peso seco de los tallos y los pecioloos y área foliar de la yuca a la cosecha.

	Número total de raíces	Número de raíces comerciales	Peso seco de los tallos	Peso seco de los pecioloos	Area foliar a la cosecha
Coefficiente	0,47755*** (1)	0,39962***	0,48472***	0,43966***	0,43121***
Prob. (2)	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
Nº Observac.	79	79	78	78	78

(1) *** = Significativo al 1 por ciento

(2) Probabilidad de que la hipótesis nula $\rho=0$ sea cierta

Cuadro 5. Análisis de varianza del rendimiento de la rabisa y sus componentes. Primer Intercultivo.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento de rabisa (1)	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	Número de granos buenos por vaina	Peso de 100 granos buenos
	F	F	F	F	F	F
Hábitos de yuca	4	3,9***	13,9***	13,3***	6,7***	3,8***
Hábitos de rabisa	2	47,0***	391,2***	0,4	79,3***	7,2***
Interacción	8	5,7***	3,2***	1,4	1,5	2,1***
Número de plantas de rabisa perdidas	1	1,2	325,5***	0,1	2,4	16,2***

* = Significativo al 10 por ciento.

** = Significativo al 5 por ciento.

*** = Significativo al 1 por ciento.

(1) Exclusivamente grano bueno.

sa y sus componentes correspondiente al primer intercultivo. Los efectos principales y su interacción fueron altamente significativos para el rendimiento de la rabisa y los componentes: número de plantas por metro cuadrado y peso de cien granos buenos. Hubo diferencias altamente significativas entre el número de granos buenos por vaina debidas a los hábitos de yuca y rabisa. Los hábitos de yuca provocaron diferencias altamente significativas entre el número de vainas por planta. También fueron altamente significativas las diferencias entre los porcentajes de grano bueno alcanzado por los distintos hábitos de rabisa.

El Cuadro 6 agrupa las medias del rendimiento de la rabisa y sus componentes mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. En cuanto al rendimiento, la comparación de las rabisas intercultivadas con distintos hábitos de yuca, reveló que el monocultivo de la leguminosa superó a las asociaciones; entre los hábitos de rabisa, el rendimiento del rastrero fue el más alto. El uso de contrastes ortogonales permitió corroborar lo anterior (Cuadro 4A). El número de plantas por metro cuadrado del hábito erecto fue mayor que el de los restantes hábitos de rabisa y el de los monocultivos superó al de las asociaciones. Por lo tanto, las diferencias poblacionales introducidas por los tratamientos no resultaron alteradas. Los monocultivos produjeron mayor número de vainas por planta que las asociaciones. El número de granos buenos por vaina fue proporcional a la duración del ciclo productivo de cada hábito. Hubo menor número de granos buenos por vaina en los monocultivos que en las asociaciones. Aparentemente, la mayor producción de vainas fue compensada con un menor número de granos por vaina. Finalmente pesaron más cien granos buenos de los monocultivos y del hábito rastrero de rabisa que igual número de granos buenos de cualquiera otro hábito (Cuadro 6).

El Cuadro 7 agrupa las medias por tratamiento de las variables con interacción significativa entre los efectos principales. Con el rendimiento de la

Cuadro 6. Agrupación de las medias del rendimiento de la rabisa y sus componentes debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Primer Intercultivo.

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO						
Efecto		Rendimiento de rabisa(1)	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	Número de granos buenos por vaina	Peso de 100 granos buenos
		(kg/ha)				(g)
Hábitos de yuca	Monocultivo de rabisa	2.561a(1)	9,06a	26,58a	2,42b	24,8a
	'CMC 84'	971b	7,05b	9,95b	4,92a	17,3b
	'Col 1684'	1.307b	6,99b	11,44b	6,37a	16,9b
	'Criolla'	1.239b	6,91b	13,31b	5,76a	15,6b
	'Valencia'	1.124b	6,99b	11,26b	5,70a	15,4b
Hábitos de rabisa	Erecto	508b	14,4a	13,8a	1,1c	14,7b
	Semierecto	361b	4,6b	13,4a	3,4b	15,8b
	Rastrero	3.452a	4,9b	14,8a	14,3a	23,5a
C.V.		61,5	4,5	16,5	19,6	31,2

(1) Exclusivamente grano bueno

(2) Medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 7. Agrupación de las medias por tratamiento del rendimiento de rabisa y algunos de sus componentes mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Primer Intercultivo.

T R A T A M I E N T O		C O M P O N E N T E S D E L R E N D I M I E N T O		
Hábitos de yuca	Hábitos de rabisa	Rendimiento(1) (kg/ha)	Número de plantas por m ²	Peso de 100 granos buenos (g)
		(2)		
Monocultivo de rabisa	Erecto	269c	15,4a	30,0a
"	Semierecto	583c	5,6c	19,2bcdef
"	Rastrero	6.833a	7,5b	25,1ab
'CMC 84'	Erecto	617c	14,2a	14,3defg
"	Semierecto	239c	4,4d	14,2defg
"	Rastrero	2.057b	4,4d	23,6abc
'Col 1684'	Erecto	543c	14,2a	11,1fg
"	Semierecto	338c	4,3d	17,2bcdefg
"	Rastrero	3.041b	4,3d	22,5abcde
'Criolla'	Erecto	590c	14,1a	10,0fg
"	Semierecto	353c	4,2d	13,5efg
"	Rastrero	2.773b	4,3d	23,4abcd
'Valencia'	Erecto	524c	14,0a	8,3g
"	Semierecto	291c	4,4d	14,8cdefg
"	Rastrero	2.556b	4,3d	23,1abcd
C.V.		61,5	4,5	31,2

(1) Grano bueno exclusivamente

(2) Medias de una misma columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

rabisa pudo constatarse que la interacción detectada por el análisis de varian-za (Cuadro 5) solo fue aparente: no hubo respuestas distintas ante efectos simples iguales, sino una marcada superioridad productiva del hábito rastrero. La agrupación de las medias por tratamiento para el número de plantas por metro cuadrado no reveló efectos adicionales a los ya mencionados. En cuanto al peso de cien granos buenos, fue claro que únicamente el hábito erecto de rabisa sufrió significativamente por el efecto competitivo de la yuca.

El Cuadro 8 muestra el resultado del análisis de correlación entre el rendimiento del primer intercultivo de rabisa y sus componentes. Tal correlación fue altamente significativa para los componentes: número de vainas por planta y número de granos buenos por vaina. El número de plantas por metro cuadrado correlacionó con el rendimiento al diez por ciento de significancia y no hubo correlación con respecto al número de granos buenos. El mejor modelo hallado para describir el rendimiento de la rabisa a partir de sus componentes fue el que utilizó como variables independientes a todos los componentes del rendimiento. Sin embargo, la superioridad de este modelo es atribuible al simple aumento del número de grados de libertad más que a la participación de los componentes número de plantas por metro cuadrado y peso de cien granos buenos. La participación del número de vainas por planta y el número de granos buenos por vaina si es notoria: juntos logran explicar el 73 por ciento de la variación a un valor de C(P) de solo 8,2.

Desempeño del Segundo Intercultivo de Rabisa

El Cuadro 9 muestra el análisis de varianza del rendimiento de la rabisa y sus componentes correspondiente al segundo intercultivo. Los efectos principales y la interacción fueron significativas para el rendimiento de la rabisa y los componentes número de vainas por planta y número de plantas por metro

Cuadro 8. Análisis de correlación del rendimiento de rabisa del Primer Intercultivo respecto a sus componentes.

C O M P O N E N T E S D E L R E N D I M I E N T O				
	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	Número de granos buenos por vaina	Peso de 100 granos buenos
Coefficiente	* (1) 0,23945	*** 0,45367	*** 0,67064	-0,0292
Prob. (2)	0,0654	0,0003	0,0001	0,8247
Nº Observ.	60	60	60	60

(1) * = Significativo al diez por ciento

** = Significativo al cinco por ciento

*** = Significativo al uno por ciento

(2) Probabilidad de que la hipótesis nula $R_{hc}=0$ sea cierta

cuadrado. Este último fue afectado por la covariable (número de plantas perdidas) significativamente. Un error en la conducción del experimento impidió determinar el número de granos buenos por vaina y el peso de cien granos buenos para el hábito trepador de rabisa. Consecuentemente, estos componentes contaron con un grado de libertad menos para el efecto de los hábitos de rabisa (Cuadro 9); no obstante, este fue altamente significativo en ambos casos. El efecto de los hábitos de yuca fue significativo al 10 y 5 por ciento para los componentes de número de granos buenos por vaina y peso de cien granos, respectivamente.

El Cuadro 10 agrupa las medias debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. El rendimiento del monocultivo fue significativamente mayor que el de las asociaciones. Sin embargo, los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia' deprimieron el rendimiento de la rabisa en menor medida que los cvs. 'CMC 84' y 'Criolla'. El hábito rastrero rindió más que los hábitos erecto y trepador. Tales resultados fueron confirmados por pruebas de F con un grado de libertad (Cuadro 6A). El número de plantas por metro cuadrado mostró diferencias debidas a las distintas poblaciones sembradas. El número de vainas por planta de las asociaciones con los cvs. 'Col 1684' y 'Valencia' no difirió significativamente del monocultivo. Entre los hábitos de rabisa, el trepador produjo el mayor número de vainas por planta. Tanto el número de granos buenos por vaina como el peso de cien granos buenos fueron significativamente mayores para el hábito rastrero que para el erecto. En cuanto al efecto de los hábitos de yuca, el cv. 'Valencia' determinó un número de granos buenos por vaina significativamente mayor al alcanzado por la asociación con el cv. 'Criolla', pero no respecto a las restantes asociaciones. El peso de cien granos buenos fue significativamente menor en el monocultivo que en las asociaciones con los cvs. 'CMC 84' y 'Criolla' de yuca.

El Cuadro 11 compara las medias debidas a la interacción de los efectos

Cuadro 9. Análisis de varianza del rendimiento de la rabisa y sus componentes. Segundo Intercultivo.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento de rabisa		Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	G.L.	Número de granos buenos por vaina	Peso de cien granos buenos
		F	F					
Hábitos de yuca	4	18,1***	75,4***	10,3***	4	2,6*	4,0**	
Hábitos de rabisa	2	10,9***	353,3***	4,6**	1	134,1***	204,2***	
Interacción	8	3,7***	2,6**	3,5***	4	0,9	0,2	
Número de plantas de rabisa perdidas	1	2,4	93,8***	0,7	1	0,6	0,6	

* = Significativo al 10 por ciento

** = Significativo al 5 por ciento

*** = Significativo al 1 por ciento

Cuadro 10. Agrupación de las medias del rendimiento de la rabisa y sus componentes debidas a los efectos principales mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Segundo Intercultivo.

Efecto		Rendimiento de rabisa II Ciclo (kg/ha)	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	Número de granos buenos por vaina	Peso de cien granos buenos (g)
Hábitos de yuca	Monocultivo de rabisa	1.505a (1)	16,7a	5,9a	6,1ab	13,3a
	'CMC 84'	218c	9,4b	2,1b	7,2a	12,4bc
	'Col 1684'	603b	9,6b	4,5a	6,8ab	12,8ab
	'Criolla	125c	9,5b	1,5b	5,5b	11,9c
	'Valencia'	573b	10,2b	4,5a	7,2a	12,8ab
Hábitos de rabisa	Rastrero	603a	8,4b	3,1b	9,5a	14,6a
	Erecto	218b	16,4a	2,5b	4,1b	10,8b
	Trepador	125b	8,8b	5,0a	-	-
C.V.		66,2	7,0	27,4	9,7	5,7

(1) Medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

principales. En cuanto al rendimiento, el monocultivo de los hábitos rastrero y trepador de rabisa superó significativamente al de las asociaciones. Además, el rendimiento del hábito rastrero de rabisa fue significativamente menor cuando se asoció con el cv. 'Criolla' que cuando creció bajo el cv. 'Valencia'. En cuanto al número de vainas por planta, el monocultivo del hábito trepador superó la producción de los restantes monocultivos. El número de plantas por metro cuadrado más alto fue alcanzado por la asociación 'Valencia'-hábito rastrero. El número de vainas por planta del hábito rastrero asociado con los cvs. 'CMC 84' y 'Criolla' fue inferior que el del monocultivo. Esta reducción fue general para el hábito trepador de rabisa: todas las asociaciones produjeron un menor número de vainas por planta que el monocultivo.

El Cuadro 12 muestra el análisis de correlación entre el rendimiento de la rabisa (II Intercultivo) y sus componentes. El número de vainas por planta, el número de granos buenos por vaina y el peso de cien granos buenos correlacionaron con el rendimiento. Puesto que estos dos últimos componentes no fueron determinados para el hábito trepador de rabisa, la búsqueda del mejor modelo para explicar el rendimiento se realizó tanto considerando como excluyendo a este hábito. Considerando al hábito trepador, el número de vainas por planta explicó el 44 por ciento de la variación mostrada por el rendimiento a un valor de C (P) de sólo 2,5. La introducción de otros componentes no mejoró el modelo (Cuadro 7A). Excluyendo al hábito trepador, el mejor modelo es el definido por el número de vainas por planta, el peso de cien granos buenos y el número de plantas por metro cuadrado. Este modelo explicó el 75 por ciento de la variación mostrada por el rendimiento a un valor de C (P) de 9,1 (Cuadro 8A).

Desempeño de las distintas asociaciones yuca-rabisa

El análisis bivariado consideró la varianza debida al rendimiento de

Cuadro 11. Agrupación de las medias por tratamiento del rendimiento de rabisa y algunos de sus componentes mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. Segundo Intercultivo.

T R A T A M I E N T O		COMPONENTES DEL RENDIMIENTO		
Hábitos de yuca	Hábitos de rabisa	Rendimiento(1) (kg/ha)	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta
Monocultivo de rabisa	Rastrero	2.393a(2)	12,2c	5,5cb
"	Erecto	535cde	24,3a	1,6fg
"	Trepador	1.588b	14,6b	13,4a
'CMC 84'	Rastrero	150de	7,3e	1,3g
"	Erecto	227de	14,5b	2,8cdefg
"	Trepador	279cde	7,4e	2,3defg
'Col 1684'	Rastrero	738cde	7,2e	4,7bcde
"	Erecto	170de	14,9b	2,4cdefg
"	Trepador	900c	7,6e	6,8b
'Criolla'	Rastrero	95e	7,0e	1,2g
"	Erecto	93e	14,7b	2,2efg
"	Trepador	189de	7,7e	1,2g
'Valencia'	Rastrero	792cd	8,9d	4,4bcdef
"	Erecto	239cde	14,6b	3,7bcdefg
"	Trepador	689cde	7,7e	5,5bcd
C.V.		66,2	7,0	27,4

(1) Granos buenos exclusivamente

(2) Medias de una misma columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 12. Análisis de la correlación del rendimiento de rabisa del segundo Intercultivo respecto a sus componentes.

C O M P O N E N T E S D E L R E N D I M I E N T O				
	Número de plantas por m ²	Número de vainas por planta	Número de granos buenos por vaina	Peso de cien granos buenos
Coefficiente	0,01565	*** (1) 0,69338	*** 0,42551	*** 0,55994
Prob. (2)	0,9080	0,0001	0,0069	0,0002
Nº Observac.	57	58	39 (3)	39 (3)

(1) *** = Significativo al uno por ciento

(2) Probabilidad de que la hipótesis nula $\rho = 0$ sea cierta.

(3) A diferencia de los restantes componentes del rendimiento, este análisis de correlación sólo considera a los hábitos rastrero y erecto de rabisa.

Cuadro 13. Análisis bivariado de la varianza del vector producción (Py,Pr) que combina los rendimientos de la yuca y la rabisa.

Fuente de variación	Grados de libertad de la distribución de F	Criterio de Wilks	Probabilidad de un valor mayor que F
Hábitos de Yuca	6,88	1,62	0,1503
Hábitos de Rabisa	6,88	32,98	0,0001
Interacción	18,88	0,78	0,7205

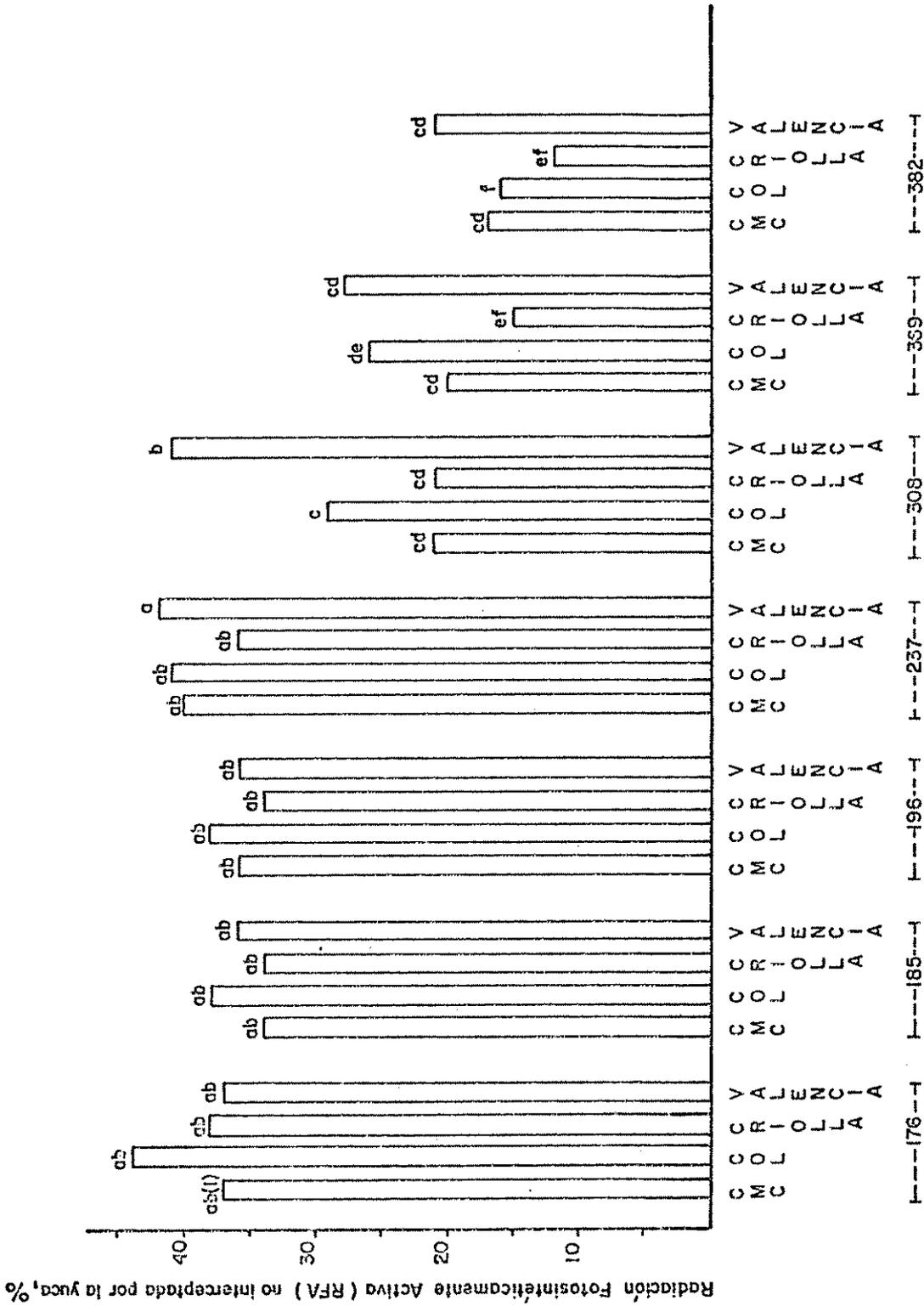
ambos cultivos simultáneamente. Como lo indica el Cuadro 13, según el criterio de Wilks (67), únicamente el efecto debido a los hábitos de rabisa fue significativo. La matrix hipótesis correspondiente a este efecto (Cuadro 14) indica que el 97 por ciento de la variación observada es explicada por el vector Ry_1 , Ry_2 . Este vector es dominado por la leguminosa, la cual alcanzó una importancia relativa 6,88 veces mayor que la de la yuca. Esto guarda coherencia con los resultados obtenidos mediante sendos análisis univariados de los rendimientos de los cultivos. Ambos análisis atribuyeron a la rabisa la mayor responsabilidad en la determinación de las diferencias observadas entre tratamientos.

Radiación Fotosintéticamente Activa

El análisis de varianza de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca para las siete fechas de medición es mostrado por el Cuadro 15. Tanto el efecto de las fechas como el de los arreglos fueron significativos.

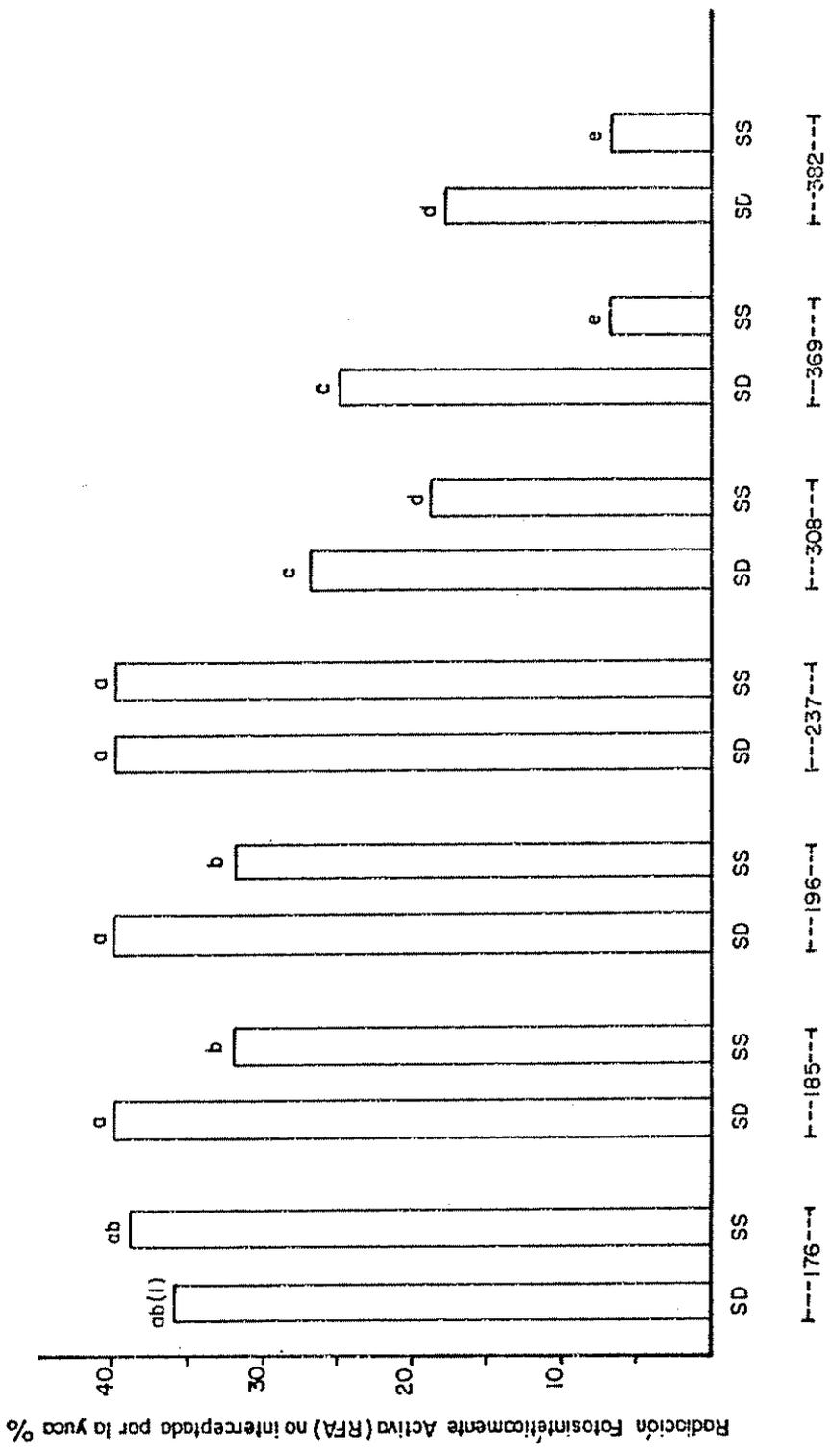
Como lo indica la figura 5, el porcentaje de RFA no interceptada por los distintos cvs. de yuca siguió un mismo patrón durante las primeras cuatro fechas. En este lapso, la sequía provocó la defoliación de la yuca y, por ende, más de un 34 por ciento de la radiación no fue interceptada. A partir de la quinta fecha el porcentaje de la RFA no interceptada disminuyó y hubo diferencias significativas entre los cvs. de yuca y los hábitos de rabisa (Cuadro 9A). El cuadro 16 muestra las medias debidas a los hábitos de yuca y de rabisa para estas tres últimas fechas. En todas ellas, el cv. 'Criolla' interceptó la mayor cantidad de RFA y el cv. 'Valencia' la menor; la diferencia entre estos dos cvs. de yuca siempre fue significativa.

La figura 6 muestra el efecto del arreglo espacial sobre el porcentaje de la RFA no interceptada por la yuca. El arreglo de la yuca en surcos simples



Tiempo (Días después de la siembra de la yuca).

Figura 5. Radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por cada cv. de yuca en siete fechas. (1) Columnas con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.



SS= Yuca sembrada en surcos sencillos a 1m x 1m. SD = Yuca sembrada en surcos dobles a 2,5 (0,83x0,60)m.

Figura 6. Efecto del arreglo espacial de la yuca sobre el porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa (RAF) que no es capaz de interceptar en siete fechas.
 (1) Columnas con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5% según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Cuadro 14. Raíces latentes y vectores para el efecto significativo de los hábitos de rabisa.

Raíz latente	Porcentaje de variación	Vector	Coefficiente	Desviación estandar	Coefficiente estandarizado	Importancia relativa
7,48594983	96,84	$R y_1$	-0,00000586	3726,53	0,021837465	1,00
		$R y_2$	0,00033319	450,82	0,150208715	6,88
0,24390111	3,16	$R y_2$	0,00003989	3726,53	0,148651281	1,00
		$R r_2$	0,00000695	450,82	0,003133199	0,02

Cuadro 15. Análisis conjunto de la varianza de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 176, 185, 196, 237, 308, 369 y 382 días después de su siembra.

Fuente de Variación	G.L.	F
Fecha	6	40,87***
Hábitos de yuca	3	2,36
Error a (H. de yuca X fecha)	18	
Arreglo	1	6,36**
Error b	6	

** Significativo al cinco por ciento

*** Significativo al uno por ciento

Cuadro 16. Radiación fotosintéticamente activa no interceptada por la yuca a los 308, 369, y 382 días después de la siembra de la yuca.

Efecto		% RFA no interceptada por la yuca a los		
		308 dds (1)	369 dds	382 dds
Hábitos de yuca	'CMC 84'	21c	20b	17a
	'Col 1684'	29b	26ab	16ab
	'Criolla'	21c	15c	12b
	'Valencia'	41a	28a	21a
Hábitos de rabisa	Rastrero	34a	27a	21a
	Erecto	28a	30a	18a
	Semierecto	31a	27a	18a
	Trepador	19b	7b	7b
	Monocultivo de yuca	27a	25a	18a
C.V.		14,7	13,2	17,0

(1) dds = días después de su siembra

(2) Medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

permitió la intercepción de una cantidad de RFA significativamente mayor que el arreglo en surcos dobles a los 185, 308, 369 y 382 días después de la siembra de la yuca. Sin embargo, en las tres últimas fechas el efecto del arreglo estuvo confundido con el efecto de sombreamiento debido al hábito trepador de rabisa. Durante este período, la RFA no interceptada por la yuca fue significativamente menor en las asociaciones con el hábito trepador de rabisa (Cuadro 16).

Descripción del crecimiento

La figura 7 muestra la altura y el diámetro de copa de cada cv. de yuca de los 80 a los 380 días después de la siembra. A lo largo de este período, el cv. 'Valencia' mantuvo la mayor altura de copa en tanto el cv. 'Col 1684' mantuvo la menor, siendo esta diferencia significativa. La diferencia entre la altura de copa de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684' no fue significativa antes de los 187 días después de la siembra (Fig. 7a)

En cuanto al diámetro de copa (Fig. 7b), el cv. 'Col 1684' superó significativamente a los restantes cvs. de los 168 a los 236 días después de la siembra. Durante este último período, el diámetro de copa de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684' fue similar, en tanto, el del cv. 'Valencia' fue el menor.

La altura a la primera ramificación solo fue determinada a los 234, 236 y 288 días después de la siembra de la yuca. Durante este período, como lo muestra el Cuadro 17, el cv. 'Col 1684' mantuvo la menor altura de ramificación, seguido por el cv. 'Criolla'. El cv. 'Valencia' ramificó, en promedio, a mayor altura que los restantes cvs. de yuca, pero no alcanzó diferenciarse del cv. 'CMC 84' antes de los 288 días después de la siembra. En cuanto al efecto de los hábitos de rabisa, los hábitos rastrero y erecto redujeron significativamente la altura a la primera ramificación de la yuca con respecto a la asocia-

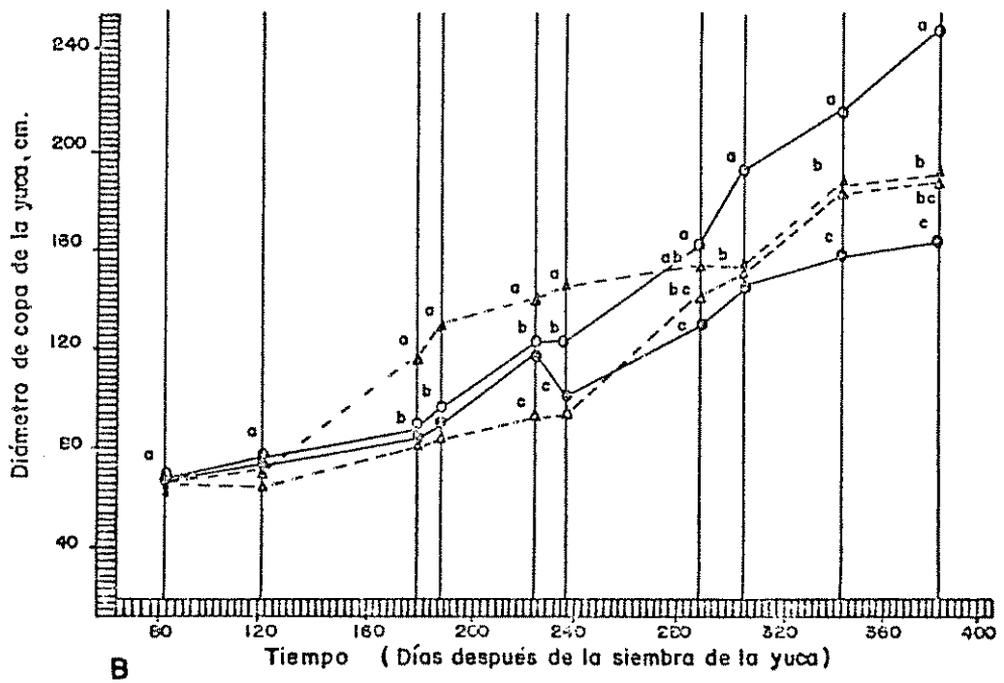
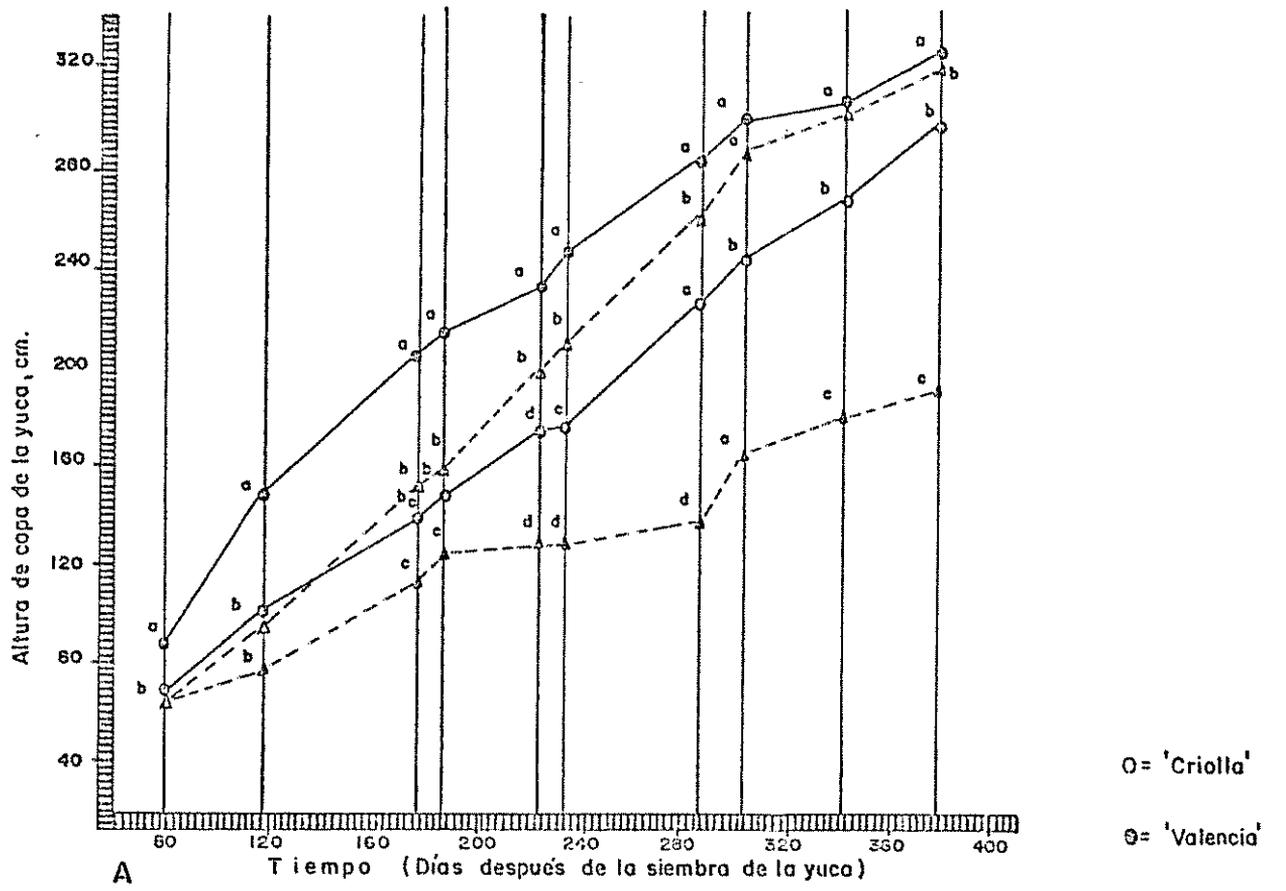


Figura 7. Altura (a) y diámetro de copa (b) de cada cv. de yuca de los 80 a los 380 días después de su siembra.

Cuadro 17. Altura a la primera ramificación de los cvs. de yuca a los 234, 236 y 288 días después de su siembra.

E F E C T O		ALTURA DE LA PRIMERA RAMIFICACION		
		EN cm A LOS:		
		224 dds(1)	236 dds	288 dds
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	158 a(2)	163 a	176 b
	'Col 1684'	43 c	42 c	40 d
	'Criolla'	112 b	119 b	126 c
	'Valencia'	150 a	176 a	195 a
Hábitos de RABISA	Rastrero	105 a	113 b	129 a
	Erecto	108 a	114 b	132 a
	Semierecto	117 a	124 ab	142 a
	Trepador	123 a	139 a	130 a
	Monocultivo de yuca	120 a	133 a	134 a
c.v.		21,3	19,1	16,0

(1) dds= Días después de la siembra de yuca.

(2) Medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

ción con el hábito trepador y el monocultivo a los 236 días después de la siembra. Los datos anteriores y posteriores a esta fecha no evidenciaron diferencias significativas.

Los Cuadros 18, 19 y 20, muestran el peso seco de los tallos, peso seco de los peciolos e Índice de Área Foliar (IAF) de la yuca, respectivamente, durante cuatro fechas. En las dos primeras fechas los muestreos del cv. 'Criolla' precedieron a los muestreos de los restantes cvs. de yuca; en las dos últimas fechas los muestreos fueron simultáneos.

El peso seco de los tallos de cada cv. de yuca fue similar de los 60 a los 150 días después de su siembra (Cuadro 18). A los 210 días después de la siembra, el cv. 'Valencia' de yuca superó significativamente el peso seco de los tallos de los restantes cvs. Sin embargo, 230 días después fue superior el peso de los cvs. 'Criolla' y 'CMC 84', seguidos por los de 'Valencia' y 'Col 1684'. En cuanto al efecto de los hábitos de rabisa, a los 70, 150 y 210 días después de la siembra, la leguminosa determinó una disminución del peso de los tallos de yuca.

El peso seco de los peciolos no fue distinto entre los hábitos de yuca hasta los 150 días después de la siembra (Cuadro 19). A partir de entonces, el cv. 'Col 1684' mantuvo pesos significativamente mayores. A los 440 días, hubo diferencias entre los pesos bajos de los peciolos de 'Col 1684' y 'Valencia' y los altos de 'CMC 84' y 'Criolla'. La presencia de la leguminosa estuvo asociada con menor peso de los peciolos a los 70, 150 y 440 días después de la siembra.

El Índice de Área Foliar (IAF) del cv. 'Valencia' fue el mayor a los 150 días después de su siembra (Cuadro 20). A los 210 días, el IAF del cv. 'Criolla' fue bajo y significativamente menor al de los restantes cvs. A la cosecha, no hubo diferencias entre los cvs. de yuca. En cuanto al efecto de la rabisa, esta disminuyó el IAF con respecto al monocultivo a los 70, 150, 210

Cuadro 18. Comparación de las medias debidas a los efectos principales sobre el peso seco de los tallos mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

E F E C T O	PESO SECO DE LOS TALLOS DE LA YUCA EN g. A LOS:						(1)
	60 dds	70 dds	120 dds	150 dds	210 dds	440 dds	
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	-	42.4 a(2)	-	122.9 a	146.5 b	21,441 a
	'Col 1684'	-	35.7 a	-	124.9 a	137.1 b	11,477 c
	'Criolla'	13.8	-	50.7	-	147.0 b	21,847 a
	'Valencia'	-	41.0 a	-	175.8 a	251.4 a	16,147 b
Hábitos de RABISA	Rastrero	13.1 a	42.9 ab	40.7 a	106.3 b	138.5 b	16,397 a
	Erecto	14.5 a	38.7 ab	47.8 a	123.0 b	153.4 b	16,117 a
	Semierecto	14.3 a	30.1 b	65.3 a	121.7 b	249.5 a	19,115 a
	Trepador	-	-	-	-	-	18,170 a
	Monocultivo de Yuca	13.0 a	47.2 a	48.9 a	210.6 a	177.5 ab	18,842 a
c.v.		31.3	41.4	82.8	52.4	42.8	34.5

(1) dds= Días después de su siembra.

(2) Medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 19. Comparación de las medias debidas a los efectos principales sobre el peso seco de los pecíolos mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

E F E C T O		PESO SECO DE LOS PECÍOLOS DE LA YUCA EN g. A LOS:						
		60 dds	70 dds	120 dds	150 dds	210 dds	440 dds(1)	
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	-	18,2 a(2)	-	20,1 a	16,1 a	165 a	
	'Col 1684'	-	14,8 a	-	10,7 b	5,7 b	112 b	
	'Criolla'	10,9	-	15,7	-	13,6 a	199 a	
	'Valencia'	-	16,2 a	-	20,6 a	15,7 a	89 b	
Hábitos de RABISA	Rastrero	10,2 a	17,1 ab	9,8 a	12,2 b	11,7 a	128 b	
	Erecto	11,9 a	15,3 ab	17,6 a	15,0 b	10,7 a	123 b	
	Semierecto	11,0 a	13,6 b	20,5 a	14,7 b	16,0 a	175 a	
	Trepador	-	-	-	-	-	123 b	
	Monoc. de Yuca	10,4 a	19,6 a	15,0 a	26,5 a	12,7 a	157 a	
c.v.		25,2	34,9	80,1	52,9	32,6	39,5	

(1) dds= Días después de su siembra.

(2) Las medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 20. Comparación de las medias debida a los efectos principales sobre el Índice de Area Foliar de la yuca mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

E F E C T O		INDICE DE AREA FOLIAR DE LA YUCA A LOS:						
		60 dds	70 dds	120 dds	150 dds	210 dds	440 dds (1)	
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	-	0,52 a(2)	-	0,71 b	0,99a	1,10 a	
	'Col 1684'	-	0,46 a	-	0,71 b	0,63 b	0,86 a	
	'Criolla'	0,52	-	0,49	-	1,00 a	1,09 a	
	'Valencia'	-	0,54 a	-	1,00 a	1,18 a	0,97 a	
Hábitos de RABISA	Rastrero	0,47	0,53 ab	0,35 a	0,68 b	0,85 b	0,90 bc	
	Erecto	0,58 a	0,50 ab	0,51 a	0,79 b	0,85 b	0,87 c	
	Semierecto	0,60 a	0,40 b	0,62 a	0,71 b	1,21 a	1,23 a	
	Trepador	-	-	-	-	-	0,84 c	
	Monocultivo de Yuca	0,43 a	0,60 a	0,47 a	1,1 a	0,98 ab	1,17 ab	
c.v.		34,3	37,4	65,1	35,3	24,2	37,7	

(1) dds= Días después de su siembra

(2) Las medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

y 440 días después de sus siembra. En general, los IAF medidos fueron bajos, probablemente debido a que las fechas de muestreo coincidieron con el período de escasa precipitación.

DISCUSION

La presente investigación sustentó dos hipótesis: (i) la yuca y la rabisa asociadas interactúan y; (ii) el hábito de crecimiento de la yuca y la rabisa afecta la interacción que establecen al crecer asociadas. Los resultados permiten aceptar como verdaderas ambas hipótesis.

Efecto de la rabisa sobre la yuca

El hábito de crecimiento de la rabisa afectó el rendimiento de la yuca. Ante los hábitos erecto y trepador de rabisa el rendimiento de los cvs. 'Criolla' y 'Valencia' de yuca siguió un comportamiento contrario al de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684' (Cuadro 3A; Figuras 3 y 4). Algunas investigaciones precedentes, caracterizadas por el intercultivo de la rabisa al inicio o al final del ciclo de crecimiento de la yuca (7, 8, 11, 62, 66, 94) no hallaron efecto de la leguminosa sobre la raíz. Por el contrario, otras investigaciones como la de Andrade y Frazao (5), reportan que la rabisa sembrada al final del ciclo productivo de la yuca y tras una cosecha de maíz, redujo su rendimiento en 1.357 kg de raíces por hectárea. Kawano y Thung (49), quienes sembraron yuca-frijol y yuca-soja simultáneamente, observaron que las leguminosas redujeron ligeramente el rendimiento de la yuca. Sin embargo, Okeke (69) halló un efecto más severo: el cv. "Ife Brown" de rabisa disminuyó el rendimiento del cv. "TMS 30211" de yuca en un 11 por ciento.

El efecto de los hábitos erecto y trepador de rabisa sobre la yuca estuvo confundido con el del arreglo espacial utilizado en cada caso. Por lo tanto, es posible que la interacción observada sea consecuencia del arreglo espacial de la yuca y no de la competencia ejercida por la rabisa. Conforme a ello, los cvs. de yuca 'CMC 84' y 'Col 1684' serían favorecidos por el

arreglo espacial de 1 m x 1 m utilizado para la siembra del hábito trepador de rabisa y perjudicados por el arreglo de surcos dobles utilizado en los restantes tratamientos. Sin embargo, Leihner (53), quien probó un rango amplio de genotipos y arreglos espaciales, no halló efecto del arreglo espacial de la yuca sobre su rendimiento.

La consideración del efecto competitivo de la rabisa sobre la yuca como la causa de las diferencias observadas (Cuadro 3A; Figuras 3 y 4), supone la introducción de diferencias entre cvs. de yuca debidas a los distintos hábitos o períodos de competencia de la leguminosa. Efectivamente, durante el primer período de intercultivo, las plantas de yuca sin competencia de rabisa produjeron un mayor número total de raíces (Cuadro 3), mayor peso seco de los tallos a los 70, 150 y 210 días después de su siembra (Cuadro 18), mayor peso seco de los pecíolos a los 70 y 150 días después de la siembra (Cuadro 19) y mayor altura (Cuadro 12A) y diámetro de copa (Cuadro 11A) que las plantas de yuca con competencia de rabisa. Durante el segundo intercultivo, prevaleció mayor el desarrollo foliar de las plantas de yuca sin competencia de rabisa, pero sólo fue perceptible en términos del IAF y peso seco de los pecíolos (Cuadros 19 y 20).

Como corolario de lo anterior, el Índice de Cosecha de la yuca (Cuadro 21) dominado por el peso de los tallos y las raíces, fue sensible al efecto competitivo de la rabisa especialmente durante el primer período de intercultivo. Entonces, la rabisa probablemente sombreó a la yuca disminuyendo su desarrollo aéreo. Rosas, Cock y Sandoval (83), han demostrado que el sombreamiento de la yuca provoca la absición de sus hojas. Considerando, como Kawano y Thung (49), al Índice de Cosecha como la mejor medida de la

Cuadro 21. Índice de cosecha parcial (1) medio de la yuca para los efectos principales.

E F E C T O	P E S O S S E C O S D E:						Índice de cosecha
	Raíces (2) (kg)	Tallos (kg)	Hojas (kg)	Peciolos (kg)	Biomasa (kg)		
Habitos de YUCA							
'CMC 84'	21,2	21,4	0,5	0,2	43,3	0,49	
'Col 1684'	21,8	11,5	0,3	0,1	33,7	0,65	
'Criolla'	22,2	21,8	0,3	0,2	44,5	0,50	
'Valencia'	18,5	16,1	0,1	0,1	34,8	0,53	
Rastrero	18,7	16,4	0,2	0,1	35,4	0,53	
Erecto	19,6	16,1	0,3	0,1	36,1	0,54	
Semierecto	21,5	19,1	0,3	0,2	41,1	0,52	
Trepador	22,9	18,2	0,3	0,1	41,5	0,55	
Monocultivo de Yuca	21,9	18,8	0,3	0,2	41,2	0,53	

(1) Parcial, pues todas las mediciones se realizaron a la cosecha cuando el peso de la biomasa aérea había declinado.

(2) Todos los pesos secos corresponden al momento de la cosecha.

capacidad productiva de un genotipo de yuca, es posible suponer que la ausencia de competencia experimentada por las plantas del cv. 'Criolla' de los tratamientos monocultivo de yuca y asociación con el hábito trepador de rabisa, provocó un exceso de vigor aéreo detrimental para su rendimiento. Lo contrario sucedió con el cv. 'Col 1684'; lo cual le favoreció la ausencia de competencia (Figura 3). Una explicación análoga ha sido argüida anteriormente para aclarar el problema de la interacción genotipo-temperatura en yuca (43) y el aumento de rendimiento asociado con la poda de las ramas (92) y esporádicas sequías (17). Estos factores, aparentemente detrimentales, restringen el potencial de crecimiento de la biomasa aérea más que su capacidad para asimilar carbón; en consecuencia, los carbohidratos en exceso son trasladados a las raíces (17). No obstante, resulta imposible explicar el comportamiento de los cvs. 'CMC 84' y 'Valencia' con el mismo razonamiento. El primero desarrolló un follaje similar al del cv. 'Criolla' pero, sin embargo, su rendimiento fue estimulado por el hábito trepador de rabisa (Figura 3). El segundo fue insensible al efecto competitivo de la rabisa (Cuadro 22). Esto sugiere la existencia de diferencias interculturales respecto al período óptimo para modificar la relación biomasa subterránea-biomasa aérea con resultados positivos sobre el rendimiento. Tales diferencias han sido reportadas por Zandstra (107), Connor, Cock y Parra (17), Palta (74) y Dahniya, Oputa y Hahn. (19).

Cuadro 22. Rendimiento alcanzado por la yuca y la rabisa en las dieciseis combinaciones de sus hábitos de crecimiento.

YUCA	HÁBITOS de crecimiento	Producción de Yuca		Producción de Rabisa		TOTAL
		(Kg/ha)	I Epoca	II Epoca		
'CMC 84'	Erecto	17.707	617 c(1)	227 de	844	
	Rastrero	19.427	2.057 b	150 de	2.207	
	Semierecto	23.182	239 c	0	239	
	Trepador	26.978	0	279cde	279	
'Col 1684'	Erecto	18.828	543 c	170 de	713	
	Rastrero	20.272	3.041 b	738cde	3.779	
	Semierecto	20.918	338 c	0	338	
	Trepador	29.070	0	900c	900	
'Criolla'	Erecto	25.044	590 c	93e	683	
	Rastrero	22.674	2.773 b	95e	2.868	
	Semierecto	25.089	353 c	0	353	
	Trepador	20.169	0	189 de	189	
'Valencia'	Erecto	19.651	524 c	239 cde	763	
	Rastrero	16.949	2.556 b	792 cd	3.348	
	Semierecto	20.089	291 c	0	291	
	Trepador	18.808	0	689 cde	689	

(1) Medias seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel protección del cinco porciento.

Efecto de la yuca sobre la rabisa

Primera Época de Intercultivo

Durante la primera época de intercultivo, la yuca mermó el rendimiento de la rabisa a pesar de su lento crecimiento inicial y arreglo espacial en surcos dobles (Cuadro 6). Tal efecto de la yuca estuvo confundido con el de la distinta población de rabisa utilizada en asociaciones y monocultivos. Dado el poco desarrollo foliar de la yuca durante este período (Cuadros 19 y 20), los principales recursos limitantes fueron los nutrimentos del suelo y no la luz. La ausencia de una interacción real entre los efectos principales (Cuadro 7), reveló que los cvs. de yuca no fueron suficientemente diferentes como para modificar el comportamiento de la rabisa significativamente.

La superioridad productiva del hábito rastrero de rabisa fue evidente (Cuadro 6). Este hábito produjo mayor cantidad de granos, de mayor peso y menor deterioro que los restantes hábitos de crecimiento, pero permaneció en el campo durante un período más largo (Cuadro 1). Esto concuerda con lo indicado por Rachie y Roberts (80): la capacidad productiva de la rabisa es proporcional a la duración de su ciclo y a lo indeterminado de su crecimiento. Lo mismo ha sido afirmado para frijol común (51). Sin embargo, los hábitos indeterminados de rabisa son menos deseables que los determinados para la producción de grano porque estos últimos poseen una razón de vainas a tallos alta, poca tendencia a la perennidad y maduración homogénea (23).

Segunda Época de Intercultivo

Durante la segunda época de intercultivo, el mayor desarrollo de las diferencias entre los cvs. de yuca influyó el rendimiento de la rabisa. Esta produjo proporcionalmente a la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 308, 369 y 382 días después de su siembra (Cuadro 23). Tal comportamiento también ha sido reportado por Wahua, Babalola y Aken'ova (100) en intercultivos maíz-rabisa y por el CIAT (11) y Gardner y Craker (32) en intercultivos maíz-frijol común. Por lo tanto, el porcentaje de la RFA que no es interceptada por la yuca constituye un criterio de selección adecuado para evaluar la idoneidad de cvs. de esta raíz como componentes de asociaciones yuca-rabisa.

Los cvs. 'Col 1784' y 'Valencia' desarrollan hábitos de crecimiento con menos capacidad de competencia por luz que los cvs. 'CMS 84' y 'Criolla' de mayor desarrollo aéreo (Cuadro 18, 19 y 12A a los 440, y 382 días después de la siembra, respectivamente). Conforme a Thung y Cock (94), el idiotipo de yuca para asociar con frijol común debe poseer un tallo alto y ramificar tardíamente. No obstante, la menor interceptación de luz alcanzada por 'Valencia', un cv. con las características señaladas por Thung y Cock (94), y por 'Col 1684', un cv. bajo (Cuadro 12A) y de ramificación temprana (Cuadro 17), sugieren que la definición del idiotipo de yuca para asociaciones con leguminosas debe considerar la cantidad de follaje. Esta cantidad es indicada por el peso seco de los tallos a la cosecha (Cuadro 18) más que por otras variables biomásicas como el peso seco de los pecíolos (Cuadro 19) o morfológicas como el índice del área foliar (Cuadro 20), altura del follaje (Figura 7a) o el diámetro de copa (Figura 7b). Conforme a Cock et al (15), la cantidad de follaje de la yuca es función de

Cuadro 23. Variación conjunta de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca sobre el rendimiento de la rabisa asociada; segunda época de intercultivo.

Hábitos de Crecimiento de la yuca	PRODUCCION DE RABISA (Kg/ha)			Media de los tres RFA no interceptada por la yuca (%) (1)	
	Trepador	Rastrero	Erecto		
'Valencia'	689 cde (2)	792 cd	239 cde	573 b	30,0
'Criolla'	189 de	95 e	93 e	125 c	16,0
'Col 1684'	900 c	738 cde	170 de	603 b	24,0
'CMC 84'	279 cde	150 de	227 de	218 c	19,3
Monocultivo	1588 b	2393 a	535 cde	1505 a	100,0

(1) Promedio de las tres últimas fechas de muestreo en parcelas de monocultivos de yuca.

(2) Medias seguidas por una misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de D.M.S. al cinco por ciento.

su hábito de ramificación. Por lo tanto, convendría investigar con mayor profundidad las relaciones existentes entre el hábito de ramificación, el Índice de Area Foliar (IAF) y la RFA no interceptada para definir las características deseables de un cv. de yuca que crecerá como componente dominante de asociaciones con cultivos de menor tamaño.

En cuanto a los componentes del rendimiento de la rabisa, el número de vainas por planta fue el principal responsable de las diferencias observadas. Esto coincide con las conclusiones de Adams (2) y Kheradnam y Niknejad (50).

La asociación yuca-rabisa más adecuada

Los criterios existentes para evaluar el desempeño de los sistemas o asociaciones de cultivos son diversos (46, 105). La producción de las especies asociadas puede ser considerada recíprocamente afectada (34, 75, 76, 103) mediante análisis bivariados, independientemente con análisis univariado (105) o en términos relativos a la producción de tratamientos en monocultivo mediante índices (106, 73).

El análisis univariado es generalmente menos sensible al efecto de los tratamientos que el análisis bivariado (34). Conforme a este último tipo de análisis (Cuadro 13) y en términos de varianza, la rabisa fue 6,88 veces más importante que la yuca en la determinación de las diferencias entre sistemas o asociaciones (Cuadro 14). A pesar de sus diferencias, los distintos cvs de yuca alcanzaron rendimientos similares (Cuadros 1 y 3).

Por lo tanto, la dilucidación de las posibilidades de compatibilidad entre estas especies (yuca y rabisa) requeriría considerar características fenotípicas distintas a las comprendidas por los hábitos de crecimiento de yuca aquí definidos o del diseño de experimentos con menor error experimental que el presente.

Desde el punto de vista univariado y considerando las preferencias de consumo y las condiciones de mercado, la asociación del cv. 'Criolla' de yuca y el hábito rastrero de rabisa es la mejor alternativa (Cuadro 22). En áreas como el norte de Brazil, en donde la rabisa es un componente importante de la dieta popular, un agricultor estaría dispuesto a sacrificar 2.000kg/ha de yuca para obtener 1.000 kg/ha de rabisa adicionales (45). Sin embargo, como los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684' son amargos, deben ser procesadas sus raíces reduciéndose con ello su retorno económico. Con los cvs. dulces 'Criolla' y 'Valencia', los aceptados en áreas como Centro América donde la yuca amarga no gusta, la substitución del hábito de rabisa rastrero por el trepador, implicaría perder 2.000 kg/ha de 'Criolla' o ganar 1.000kg/ha de 'Valencia' pero a costa de perder 2.000kg/ha de rabisa. La baja producción de los hábitos erecto y semierecto de rabisa, la mayor capacidad productiva del cv. 'Criolla' y del hábito rastrero asociado con este cv. que con 'Valencia' durante el primer intercultivo y la buena calidad del alimento producido (Cuadro 13A), destacan a la asociación 'Criolla' - hábito rastrero como la mejor alternativa.

El cálculo de índices permite un espectro de interpretación mayor. El Cuadro 24 muestra el valor asignado por cuatro diferentes índices a cada asociación yuca-rabisa. El No. 1, un índice del uso equivalente de la

Cuadro 24. Desempeño de las distintas combinaciones yuca-rabisa en términos relativos a la producción de los monocultivos.

COMBINACION		INDICE 1 (1)	INDICE 2	INDICE 3	INDICE 4
Yuca	Rabisa	(Mead y Willey, 1980)	(Mead y Willey, 1980)	(Willey, 1979 b)	(CIAT, 1975)
'CMC 84'	E	3,48	0,87	1,17	1,25
"	S	1,42	0,94	1,11	1,03
"	R	1,21	1,12	1,75	0,93
"	T	1,35	1,17	1,37	1,29
'Col 1684'	E	3,08	0,89	1,15	1,16
"	S	1,40	0,87	1,05	0,94
"	R	1,54	1,54	2,57	0,93
"	T	1,71	1,52	1,88	1,46
'Criolla'	E	3,50	1,11	1,39	1,66
"	S	1,72	1,03	1,24	1,18
"	R	1,47	1,33	2,14	1,10
"	T	1,04	0,87	1,01	1,05
'Valencia'	E	3,36	0,95	1,22	1,50
"	S	1,48	0,83	0,99	1,06
"	R	1,53	1,36	2,28	1,02
"	T	1,35	1,02	1,29	1,21

(1) Definición de los índices. Sean

L_R = Valor del índice para la rabisa

L_Y = Valor del índice para la yuca

A_R = Producción de la rabisa asociada

A_Y = Producción de la yuca asociada

M_R = Producción de la rabisa en monocultivo

M_Y = Producción de la yuca en monocultivo

M_{RM} = Producción máxima de la rabisa en monocultivo

M_{YM} = Producción máxima de la yuca en monocultivo

\bar{M}_R = Producción promedio de la rabisa en monocultivo

\bar{M}_Y = Producción promedio de la yuca en monocultivo

D = Duración del ciclo productivo (Siembra-Cosecha) en días; particular a cada cultivo y genotipo.

ENTONCES:

$$\text{Indice 1} = L_R + L_Y = \frac{A_R}{M_R} + \frac{A_Y}{M_Y} ; \quad \text{Indice 2} = L_R + L_Y \frac{A_R}{M_{RM}} + \frac{A_Y}{M_{YM}} ; \quad \text{Indice 3} = L_R + L_Y = \frac{A_R}{\bar{M}_R} + \frac{A_Y}{\bar{M}_Y} ;$$

$$\text{Indice 4} = L_R + L_Y = \frac{A_{R/D}}{M_{R/D}} + \frac{A_{Y/D}}{M_{Y/D}} .$$

tierra (UET) típico, utiliza como denominadores a las producciones de cada genotipo en monocultivo. Según este índice, las asociaciones con el hábito erecto de rabisa son las más ventajosas. Teóricamente, este índice es apropiado cuando interesa comparar la eficiencia biológica de distintos sistemas de cultivos (60); en el presente caso produce una sobreestimación de los sistemas donde participa el hábito erecto de rabisa debido a su baja producción en monocultivo (Cuadro 24). El índice No.2, utiliza como denominadores la producción máxima alcanzada en monocultivo por cada especie. Por ende, es adecuado para determinar la mejor combinación específica de genotipos de una y otra especie (60). Las asociaciones 'Col 1684' -rastrero y 'Col 1684'- trepador alcanzaron valores altos para este índice (Cuadro 24) por razones distintas. En el primer caso, el hábito rastrero de rabisa rindió bien sin perjudicar al cv. 'Col 1684' de yuca. En el segundo caso, hubo un efecto sinérgico interespecífico según la interacción ya discutida (Figura 3). El índice No.3, utiliza como denominadores la media del rendimiento de todos los genotipos de cada especie (60). Willey (105) considera apropiado este índice para estudios sobre la habilidad de asociación interespecífica pues prueba las asociaciones bajo una presión de competencia promedio. Con este índice, la asociación 'Col 1684' -rastrero es nuevamente la más ventajosa (Cuadro 24). Finalmente, el índice No.4 es similar al No.3, pero utiliza producciones diarias (producción dividida por el número de días que demoró cada genotipo en el campo). Con ello, se supone, erróneamente, que siempre la producción será tan alta como durante los períodos ensayados. El ciclo relativamente corto del hábito erecto de rabisa lo hace alcanzar en sus asociaciones con cualesquiera cv. de yuca los valores más

altos (Cuadro 24). Todo lo anterior permite concluir que los índices más apropiados, considerando los objetivos del presente estudio, son el No.2 y el No.3.

La discusión de los valores parciales del Índice No.3, permite distinguir entre genotipos con habilidad de asociación general y específica. Como fue explicado anteriormente, tales términos han sido acuñados por Willey (104,105) a partir de Finlay y Wilkinson (26). Puede observarse en el Cuadro 25, que el cv. 'Valencia' de yuca mantuvo valores parciales para el índice muy similares ante los distintos hábitos de rabisa (casi no hubo variación alrededor de la media 0,83); un comportamiento similar fue manifestado por el hábito erecto de rabisa. Por ende, estos genotipos poseen una habilidad de asociación general. La habilidad de asociación específica es claramente manifestada por el cv. 'Col 1684' de yuca y el hábito trepador de rabisa. Esta asociación reveló la interacción interespecífica más fuerte y merece mayor investigación.

Cuadro 25. Valores parciales y totales del índice No.3 para los hábitos de crecimiento de rabisa y yuca.

HABITOS DE YUCA	HABITOS DE RABISA					
	Rastrero	Erecto	Semierecto	Trepador	Media	
'CMC 84'	Yuca	0,85	0,78	1,02	1,19	0,96
	Rabisa	0,90	0,39	0,09	0,18	0,39
	TOTAL	1,75	1,17	1,11	1,37	1,35
'Col 1684'	Yuca	0,89	0,83	0,92	1,28	0,98
	Rabisa	1,68	0,32	0,13	0,60	0,68
	TOTAL	2,57	1,15	1,05	1,88	1,66
'Criolla'	Yuca	1,00	1,10	1,10	0,89	1,02
	Rabisa	1,14	0,29	0,14	0,12	0,42
	TOTAL	2,14	1,39	1,24	1,01	1,44
'Valencia'	Yuca	0,75	0,86	0,88	0,83	0,83
	Rabisa	1,53	0,36	0,11	0,46	0,61
	TOTAL	2,28	1,22	0,99	1,29	1,44
Media Yuca	0,87	0,89	0,98	1,05	0,95	
Media Rabisa	1,31	0,34	0,12	0,34	0,53	
T O T A L	2,18	1,23	1,10	1,39	1,48	

CONCLUSIONES

Con base a los resultados y condiciones del presente experimento, es posible concluir que:

1. El efecto combinado del arreglo espacial de 1 m x 1 m y la asociación con el hábito trepador de rabisa a partir de los 253 de edad de la yuca favorece el rendimiento de los cvs. 'CMC 84' y 'Col 1684' pero perjudica el de los cvs. 'Criolla y 'Valencia'.
2. Las plantas de yuca sin competencia de rabisa produjeron mayor cantidad de biomasa aérea que las plantas de yuca con competencia de rabisa durante el primer intercultivo; al cabo del segundo intercultivo, hubo mayor desarrollo foliar de las plantas de yuca sin competencia de rabisa.
3. En el primer intercultivo, la rabisa asociada con yuca rindió menos que la no asociada, sin embargo, no hubo interacciones significativas entre los hábitos de una y otra especie.
4. El hábito rastrero de rabisa alcanzó el rendimiento más alto en el primer intercultivo, en tanto, el hábito trepador de rabisa lo hizo en el segundo intercultivo.
5. El rendimiento de la rabisa del segundo intercultivo fue proporcional al porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 308, 369 y 382 días después de su siembra. Por lo tanto, esta variable constituye un criterio apropiado para identificar cvs. de yuca adecuados como componentes de asociaciones con rabisa.

6. El idiotipo de yuca para asociar con rabisa debe poseer poco follaje, característica que es indicada por el peso seco de los tallos.
7. La yuca con el arreglo de 1m x 1m interceptó más RFA que la yuca sembrada en surcos dobles a los 185, 196, 308, 369 y 382 días después de su siembra.
8. El número de vainas por planta es el componente del rendimiento de la rabisa principalmente responsable de las diferencias observadas.
9. Conforme al análisis bivariado de los rendimientos, la rabisa es 6,88 veces más importante que la yuca en la determinación de las diferencias entre las asociaciones probadas.
10. Desde el punto de vista univariado y considerando las preferencias de los centroamericanos por la yuca no amarga, la asociación del cv. 'Criolla' de yuca con el hábito rastrero de rabisa es la mejor alternativa.
11. Conforme a los índices No.2 y 3, recomendados para detectar la mejor combinación entre los genotipos de dos especies, la asociación del cv. 'Col 1684' de yuca con el hábito rastrero de rabisa es la mejor combinación.
12. El cv. 'Valencia' de yuca y los hábitos erecto y semierecto de rabisa poseen habilidad de asociación general, en tanto, el cv. 'Col 1684' y el hábito trepador de rabisa poseen habilidad de asociación específica.
13. La dilucidación de las posibilidades de compatibilidad entre la yuca y la rabisa requeriría considerar, para la yuca, características

fenotípicas distintas a las comprendidas por los hábitos de crecimiento de yuca aquí definidos y, para la rabisa, comprobar la hipótesis de que el hábito de crecimiento (erecto, semierecto, rastrero y trepador) es la principal característica fenotípica responsable de su comportamiento en asociaciones con yuca.

1. ACEVEDO, F.J. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) asociado como maíz (Zea mays). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, 1975. 91 p.
2. ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field beans, Phaseolus vulgaris. *Crop Science* 7(5): 505-510. 1967.
3. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 139 p.
4. ALLEN, L.H., SINCLAIR, I.R. y LEMON, E.R. Radiation and microclimate relationships in multiple cropping systems. In Papendick, R.I., Sánchez, P.A. y Triplett, G.B. Multiple Cropping. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1976. pp. 171-200.
5. ANDRADE, E.B. DE y FRAZAO, D.A.C. Sistemas de producao em policultivo de mandioca, milho e caupi para a microrregiao Brangantina-Para. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Circular Técnica No.4. 1980. 27p.
6. BURGOS, C. Soil-related intercropping practices in cassava production. In Workshop on Cassava Cultural Practices, Salvador, Bahía, Brazil, 1980. Proceedings edited by E.J.Weber, J.C.M. Toro y E.Graham. Ottawa, IDRC, 1980. pp. 75-81. (IDRC-151e)
7. CASTELLANOS DOMINGUEZ, V.H. Comportamiento de la yuca (Manihot esculenta C.) sometida a una poda artificial y cultivada en asociación con frijol común arbustivo y voluble (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 104 p.
8. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Small farmer cropping systems for Central America; second annual report 1976-77. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 51 p.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual 1975. Cali, Colombia, 1976. p. irr.
10. _____. Informe Anual 1977. Cali, Colombia, 1978. 76 p.
11. _____. Informe Anual 1981. Cali, Colombia, 1982. 112 p.
12. CHANDRA, S. Tropical root crop statistics: A world perspective. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 6th, Lima 1983. Proceedings edited by H.Schluder. Lima, CIP. (en prensa).
13. CHANG, J.F. An analysis of competition between intercropped cowpea and maize. Ph.D. Thesis Ames, Iowa State University, 1981. 98 p.
14. COCK, J.H. Agronomic potential for cassava production In Cassava processing and storage, Pattaya, Thailand, 1974. Proceedings edited by E.V.Araullo, B.Nestel y M.Campbell, Ottawa, IDRC, 1974 pp. 21-26.
15. _____. et al. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crops Science* 19(2): 271-279. 1979.
16. _____, y HOWELER, R.H. The ability of cassava to grow on poor soils. In Jung, G.A., ed. Crop tolerance to suboptimal land conditions. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1978. pp 145-154. (ASA Special Publication No. 32).
17. CONNOR, D.J., COCK, J.H. y PARRA, G.E. Response of cassava to water shortage. I. Growth and Yield. *Field Crops Research* 4: 181-200. 1981.
18. CROOKSTON, R.K. y KENT, R. Intercropping; a new version of an old idea. *Crops and Soils* 28(9): 7-9. 1976.
19. DAHNIYA, M.T., OPUTA, C.O. y HAHN, S.K. Investigating source-sink relations in cassava by reciprocal grafts. *Experimental Agriculture* 18: 399-402. 1982.
20. DAVIS, J.H.C. y GARCIA, S. Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping. *Field Crops Research* 6: 59-75. 1983.
21. DIAZ, R.O. Características de la producción de yuca en el mundo con énfasis en América Latina. In Domínguez, C.E. ed. Manual de producción de yuca. Cali, Colombia, CIAT, 1980. p. irr.

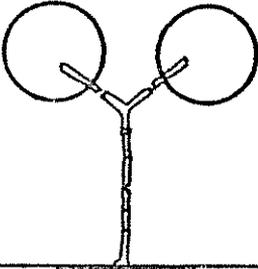
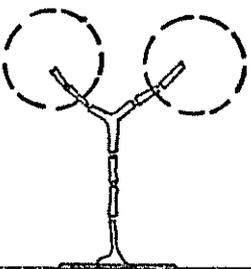
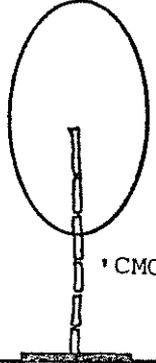
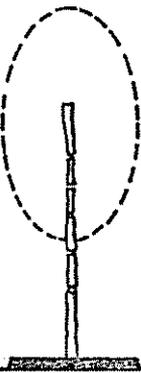
22. DOLL, J.D. y PIEDRAHITA, W. Methods of weed control in cassava. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1976. 12 p. (CIAT EE-21).
23. ERSKINE, W. y KHAN, T.N. Effects of spacing on cowpea genotypes in Papua New Guinea. *Experimental Agriculture* 12: 401-410. 1976.
24. EZELIO, W.N.O. Intercropping with cassava in Africa. In *Intercropping with cassava*, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp 49-56. (IDRC 142e).
25. EZUMAH, H.C. y OKIGBO, B.N. Cassava planting systems in Africa. In *Workshop on Cassava Cultural Practices*, Salvador, Bahía, Brazil, 1980. Proceedings edited by E.J.Weber, J.C.M. Toro y Graham. Ottawa, IDRC, 1980. pp. 44-49 (IDRC 151e).
26. FINLAY, K.W. y WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research* 14: 742-754. 1963.
27. FINLAY, R.C. Selection criteria in intercrop breeding. In *Intercropping in Semi-arid areas*, Morogoro, Tanzania, 1976. Proceedings edited by J.H.Mongo, A.D.R.Ker y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1976. pp. 33-36. (IDRC-076e).
28. FRANCIS, C.A., FLOR, A. y TEMPLE, S.R. Adapting varieties for intercropping systems in the tropics. In *Papendick, R.I., Sánchez, P.A. y Triplett, G.B. Multiple Cropping*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1976. pp. 253-263.
29. _____ et al. Genotype x environment interactions in bush bean cultivars in monoculture and associated with maize. *Crop Science* 18: 237-242. 1978.
30. _____, PRAGER, M. y LAING, D.R. Genotype x environments interactions in climbing bean cultivars in monoculture and associated with maize. *Crops Science* 18: 242-247. 1978.
31. _____ et al. Maize genotype by cropping pattern interactions: monoculture vs. intercropping. *Crop Science* 23(2): 302-306. 1983.
32. GARDINER, T.R. y CRAKER, L.E. Bean growth and light interception in a bean-maize intercrop. *Field Crops Research* 4:313-320. 1981.
33. GERODETTI BORGHESE, M. Efectos de la poda y laboreo del suelo sobre el crecimiento y rendimiento de la yuca (*Manihot esculenta vulgaris* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 102p.
34. GILLIVER, B. y PEARCE, S.C. A graphical assesment of data from intercropping factorial experiments. *Experimental Agriculture* 19: 23-31. 1983.
35. HAMBLIN, J.I. ROWELL, J.G. y REDDEN, R. Selection for mixed cropping. *Euphytica* 25: 97-106. 1976.
36. HARPER, J.L. The individual in the population. *Journal of Ecology* 52: 149-158. 1963.
37. HELWIG, J.T. SAS; introductory guide. Cary, North Carolina, SAS Institute, 1972. 83 p.
38. HOLDRIGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del inglés por H.Jiménez. San José. Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. (Serie libros y materiales educativos No. 34).
39. HUNT, L.A., WHOLEY, D.W. y COCK, J.H. Growth Physiology of Cassava. *Field Crops Abstracts* 30(2): 77-91. 1977.
40. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Cowpea: germplasm catalog. Ibadán, Nigeria, 1974. 111p.
41. _____. Annual Report 1976. Ibadan, Nigeria, 1977. 126 p.
42. _____. Annual Report 1979. Ibadan, Nigeria, 1980. 152 p.
43. IRIKURA, Y., COCK, J.H. y KAWANO, K. The physiological basis of genotype-temperature interactions in cassava. *Field Crops Research* 2: 227-239. 1979.

44. JENNINGS, D.L. Cassava. In Simmonds, N.W. Evolution of crop plants. Londres, Logman, 1976. pp. 81-84.
45. KASS, D.C.L. Simultaneous polyculture of tropical food crops with special reference to the management of sandy soils of the Brazilian Amazon. Ph.D. thesis Ithaca, New York, Cornell University, 1976. 265 p.
46. _____. Polyculture cropping systems; review and analysis. Ithaca, New York State College of Agriculture and Life Sciences, 1978. 69 p.
47. KAWANO, K. et al. Evaluation of cassava germplasm for productivity. Crop Science 18(3): 377-380. 1978.
48. _____. et al. Efficiency of yield selection in cassava populations under different plant spacings. Crop Science 22(3): 560-564. 1982.
49. _____. y THUNG, M.D. Intergenotypic competition and competition with associated crops in cassava. Crop Science 22(1): 59-63. 1982.
50. KHERADNAM, M. y NIKNEJAD, M. Heredability estimates and correlations of agronomic characters in cowpea (Vigna sinensis L.). Journal of Agricultural Science 82: 207-208. 1974.
51. KUENEMAN, E.A., HERNANDEZ-BRAVO, G. y WALLACE, D.H. Effects of growth habits and competition on yields of dry beans (Phaseolus vulgaris) in the tropics. Experimental Agriculture 14: 97-104. 1978.
52. LAING, D.R. Competencia en los sistemas de cultivos asociados de maíz-frijol. In Reunión de Maiceros de la Zona Andina. 8va., Lima, 1978. Trabajos presentados. Lima, 1978. p. irr.
53. LEIHNER, D.E. Agronomic implications of cassava-legume intercropping systems. In Intercropping with cassava, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp.103-112. (IDRC 142e).
54. _____. New technology for cassava intercropping. In Workshop on prerelease testing of agricultural technology, Cali, Colombia, 1979. Proceeding. Cali, Colombia, CIAT, 1979. p. irr.
55. LIZARRAGA, N.A. Evaluación del crecimiento del camote (Ipomoea 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. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 102 p.
56. LORENZI, J.O., NORMANHA, E.S. y CONCEICAO, A.J. DE. Cassava production and planting systems in Brazil. In workshop on Cassava cultural practices, Salvador, Bahía, Brazil, 1980. Proceedings edited by E.J.Weber, M.J.C. Toro y M.Graham. Ottawa, IDRC, 1980. pp. 38-43 (IDRC-151e).
57. MAY, K.W. y MISANGU, R. Genotype evaluations and implications for adapting plant material for intercropping. In Keswau, Intercropping, Morogoro, Tanzania, 1980. Proceedings edited by C.L.Keswau y B.J. Ndunguru. Ottawa, IDRC, 1980. pp. 79-83. (IDRC-186e).
58. MCGILCHRIST, C.A. y TRENATH, B.R. A revised analysis of plant competition experiments. Biometrics 27(9): 659-671. 1971.
59. McINTOSH, J.L. y EFFENDI, S. Soil fertility implications of cropping patterns and practices for cassava. In Intercropping with cassava, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp. 77-86. (IDRC-114e).
60. 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.
61. MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica, IICA, 1977. 281 p.
62. MORENO, R.A. Informe Anual; Programa de Cultivos Anuales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. p. irr.

63. MORENO, R.A. Crop protection implications of cassava intercropping. In *Intercropping with cassava*, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbel, Ottawa, IDRC, 1979. pp. 113-128. (IDRC 142e).
64. _____. Informe Anual; Programa de Cultivos Anuales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. p. irr.
65. _____, y HART, R.D. Intercropping with Cassava in Central America. In *intercropping with cassava*, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbel, Ottawa, IDRC, 1979. pp. 17-24. (IDRC 142e).
66. _____, y MENESES, R. Rendimiento de algunas leguminosas intercultivadas al final del ciclo de vida de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In *Reunión Anual PCCMCA*, 26a, Guatemala, 1980. Memoria. Guatemala, 1980. pp
67. MORRISON, D.F. *Multivariate statistical methods*. New York, McGraw Hill, 1967. 338 p.
68. NUTMAN, P.S. Perspectives in biological nitrogen fixation. *Science Progress* 59: 55-74. 1971.
69. OKEKE, J.E. Cassava Productivity in Intercropping Systems. In *Symposium of the International Society for Tropical Root Crops*, 6th, 1983. Proceedings edited by H.Schluder. Lima, CIP. (en prensa).
70. OKIGBO, B.N. Intercropping systems in tropical Africa. In *Stelly, M. ed. Multiple Cropping*. Madison, Wisconsin, American Society of Agriculture, 1976. 38 p. (Special Publication No. 27).
71. ONWUEME, I.C. *The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyams*. Chichester, John Wiley, 1978. 228 p.
72. ORLANDO-TOALA, A. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento del frijol común y de costa asociados con maíz, yuca y plátano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 135 p.
73. OYELOLA, B.A. y MEAD, R. Statistical assesment of different ways of calculating land equivalent ratios (LER). *Experimental Agriculture* 18: 125-138. 1982.
74. PALTA, J.A. Gas exchange of four cassava cultivars in relation to light intensity. *Experimental Agriculture* 18: 375-382. 1982.
75. PEARCE, S.C. y GILLIVER, B. The statistical analysis of data from intercropping experiments. *Journal of Agricultural Science* 91: 625-632. 1978.
76. _____ y GILLIVER, B. Graphical assesment of intercropping methods. *Journal of Agricultural Science* 93: 51-58. 1979.
77. PIRES, P.L.M., SOUZA, P.L. DE y CALDAS, R.C. Double row planting system for cassava in Brazil. In *Workshop on cassava cultural practices*, Salvador, Bahía, Brazil, 1980. Proceedings edited by E.J.Weber, J.C.M. Toro y E.Graham: Ottawa, IDRC, 1980. pp. 54-50.
78. PORTO, M.C.M. *et al.* Cassava Intercropping in Brazil. In *Intercropping with cassava*, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp. 25-30. (IDRC 142e).
79. PURSEGLOVE, T.W. *Tropical crops; monocotyledons*. Singapore, Longman, 1981. 585 p.
80. RACHIE, K.O. y ROBERTS, L.M. Grain legumes of the lowland tropics. *Advances in Agronomy* 26: 2-118. 1974.
81. RAO, M.R. y WILLEY, R.W. Evaluation of yield stability in intercropping: Studies on sorghum/pigeonpea. *Experimental Agriculture* 16(2): 105-116. 1980.
82. REGO, J.R.S. Efecto de arreglos espaciales de yuca sobre la competencia interespecífica en un cultivo intercalado de yuca con caupí. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. 12p.
83. ROSAS, C., COCK, J.H. y SANDOVAL, G. Leaf fall in Cassava. *Experimental Agriculture* 12: 395-400. 1976.
84. RUTHENBERG, H. The development of crop research in the humid and semi-humid tropics. *Plant Research and Development* 6(1): 7-27. 1977.

85. SANCHEZ, P.A. Suelos del Trópico; características y manejo. Traducido del inglés por E.Camacho. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 660 p. (IICA Serie de Libros y Materiales Educativos No. 48).
86. SANTOS, M.A. DOS. Evaluación biológica de agroecosistemas basados en el cultivo de la yuca (Manihot esculenta C.) y su rentabilidad económica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 172 p.
87. SOUZA, L.D.S., PIRES, P.L.M. DE y CALDAS, R.C. Efeito de sistema de preparo do solo reduzido na producao da mandioca plantada em fileras duplas. In Congresso Brasileiro sobre Mandioca, 1., Bahía, 1979. Anais. Bahía, Sociedade Brasileira de Mandioca, 1981. pp. 97-103. (EMPRA-PA-DID. Documentos, 18).
88. SPITTERS, C.J.T. Competition affects within mixed stands. In Hurd, R.G., Biscoe, P.V. y Dennis, C., eds. Opportunities for increasing crop yields. New York, Pitman, 1980. (en prensa).
89. STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. Principles and procedures of Statistics; a biometrical approach. 2ed. New York, McGraw Hill, 1980. 633p.
90. STEELE, W.M. Cowpeas. In Simmonds, N.W. ed. Evolution of Crop Plants, Londres, Longman, 1976. pp. 183-185.
91. SUMMERFIELD, R.J., HUXLEY, P.A. y STEELE, W. Cowpea (Vigna unguiculata (L) Walp). Field Crops Abstracts 27(7): 301-312. 1974.
92. TAN, S.L. y COCK, J.H. Branching habit as a yield determinant in cassava. Field Crops Research 2(3): 281-289. 1979.
93. TERNES, M. Análisis agroeconómico del sistema maíz-yuca según variaciones de población y arreglo espacial. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 118 p. 1981.
94. THUNG, M. y COCK, J.H. Multiple cropping cassava and field beans: status of present work at the International Centre of Tropical Agriculture, In Intercropping with cassava, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp. 7-16 (IDRC 142e).
95. TRENBATH, B.R. Biomass productivity of mixtures. Advances in Agronomy 26: 177-207. 1974.
96. _____. Plant interactions in mixed crop communities. In Papendick, R.I., Sánchez, P.A. y Triplett, G.B. Multiple Cropping. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1976. pp. 129-170.
97. _____. Light-use efficiency of crops and the potential for improvement through intercropping. In Willey, R.W. y Garver, C. eds. International Workshop on Intercropping. Hyderabad, India, 1979. Patancheru, India, ICRISAT, 1981. pp. 141-154.
98. TURK, K.J. y HALL, A.E. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. Agronomy Journal 72(3): 413-439. 1980.
99. VRIES, D.A. DE, FEWEDA, J.D. y FLACH, M. Choice of food crops in relation to actual and potential production in tropics. Netherlands Journal of Agricultural Science 15: 241-248. 1967.
100. WAHUA, T.A.T., BABALOLA, O. y AKEN'OVA, M.E. Intercropping morphologically different types of maize with cowpeas: IER and growth attributes of associated cowpeas. Experimental Agriculture 17: 407-413. 1981.
101. WIEN, H.C. y SMITHSON, J.B. The evaluation of genotypes for intercropping. In Willey, R.W. y Garver, C. eds. International Workshop on Intercropping, Hyderabad, India, 1979. Patancheru, India, ICRISAT, 1981. pp. 105-116.
102. WIT, C.T. DE. On competition. Wageningen, Centrum voor Landbouw publikaties Landbouw documentatie, 1964. 82p.
103. WIJESINHA, A. et al. Some statistical analysis for a maize and beans intercropping experiment. Crop Science 22(3): 660-666. 1982.
104. WILLEY, R.W. Intercropping; its importance and research needs. I. Competition and Yield advantages. Field Crops Abstracts 32(1): 1-10. 1979.
105. _____. Intercropping; its importance and research needs. II. Agronomy and research approaches. Field Crop Abstracts 32(2): 73-85. 1979.
106. _____ y RAO, M.R. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Experimental Agriculture 16: 117-125. 1980.
107. ZANDSTRA, H.G. Cassava intercropping research: agroclimatic and biological interactions. In Intercropping with cassava, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbell. Ottawa, IDRC, 1979. pp. 67-76. (IDRC 142e).

A N E X O S

1		'CRIOLLA DEL ZAMORANO'	'TVu 1190'		  
2			'Selección 288'		
3			'Centa 105'		
4			'Negro tenabo'		
5			Sin rabisa		
6		'Col 1684'	'TVu 1190'		  
7			'Selección 288'		
8			'Centa 105'		
9			'Negro tenabo'		
10			Sin rabisa		
11			'TVu 1190'		  
12			'Selección 288'		
13			'Centa 105'		
14		'CMC 84'	'Negro tenabo'		
15			Sin rabisa		
16			'TVu 1190'		  
17			'Selección 288'		
18			'Centa 105'		
19		'VALENCIA'	'Negro tenabo'		
20			Sin rabisa		
21			'TVu 1190'		
22			'Selección 288'		
23	'SIN YUCA'		'Centa 105'		
24			'Negro tenabo'		
			Sin rabisa		

Cuadro 1A. Tratamientos.

Cuadro 2A. Variables de respuesta medidas y generadas para el análisis del comportamiento de la yuca y la rabisa.

Tipo de Variable	Cultivo	Variable Medida	Unidades	Variabes generadas	Unidades
Agronómicas	Y (1)	Peso fresco de las raíces comerciales	Kg	Rendimiento	kg/ha
	Y	Peso seco de 1/2 kg de raíces comerciales	g	Peso seco de las raíces comerciales	kg
				Indice del uso equivalente de la tierra (UET)	-
				Producción diaria	g/día
				Indice de producción diaria relativa al monocultivo	-
				Indice de cosecha	-
	Y	Peso fresco de las raíces no comerciales	Kg	<u>Idem</u> raíces comerciales	Idem
		Peso seco de 1/2 kg de raíces no comerciales	g	<u>Idem</u> raíces comerciales	
	Y	Número de raíces comerc.			
	Y	Número total de raíces			
	YR	Número de plantas al inicio	-	Número de plantas perdidas	-
	YR	Número de plantas a la cosecha.	-	Número de plantas perdidas	-
	R	Peso seco de los granos buenos	kg	Rendimiento	kg/ha
				Porcentaje de grano bueno	%
				Producción diaria	g/día
				Indice de UET	-
				Indice de producción diaria relativa al monocultivo	
				Número de granos buenos por vaina.	-
	R	Peso seco de cien granos buenos	g	Número de granos buenos por vaina	-
	R	Peso seco de los granos malos	kg	Porcentaje de grano bueno	%
R	Peso seco de cien granos malos				
R	Número de vainas por parcela	-	Número de vainas por planta Número de granos buenos por vaina	-	
Biomásicas	YR	Peso seco de las hojas	g	Area foliar	cm ²
				Indice de área foliar	-
	Y	Peso seco de los peciolo	g	Indice de cosecha	-
	YR	Peso seco de los tallos	g	Indice de cosecha	-
Microclimáticas	Y	Radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca	uE/m ² /s	Porcentaje de RFA no interceptada por la yuca	%
Morfológicas	YR	Altura del dosel de hoj.	cm		
	YR	Ancho del follaje	cm		
	Y	Altura a la 1ª ramific.	cm	Area foliar por planta	cm ²
	Y	Peso de 30 círculos foliares	mg	Indice de area foliar	-
Fenológicas	Y	Longevidad foliar	días		
	R	50 % de floración	días		
	R	50 % de madurez	días		

(1) Y= Yuca; R= Rabisa

Cuadro 3A. Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales y algunas de sus interacciones para la variable de rendimiento de la yuca.

Primer Juego de Contrastes		Segundo Juego de Contrastes		Tercer Juego de Contrastes		Efectos Principales YUCA RABISA
Fuente de variación	F	Fuente de Variación	F	Fuente de Variación	F	
1-AB (1) vs. CD	0,5	AD vs. BC	1,5	AB vs. CD	0,5	Efectos Principales YUCA RABISA
2-A vs. B	0,0	B vs. C	0,0	A vs. B	0,0	
3-C vs. D	2,6	A vs. D	1,4	C vs. D	2,6	
4-abc vs. e	2,3	abd vs. c	0,7	abd vs. c	0,7	
5-d vs. e	0,2	c vs. e	0,0	c vs. e	0,0	
6-ab vs. e	1,2	b vs. ad	0,3	b vs. ad	0,3	
7-a vs.	0,1	a vs. d	2,7	a vs. d	2,7	
1 X 4	5,1 ++	2 X 7	3,0 +	1 X 6	3,1 +	Interacciónes significativas
				1 X 7	3,0 +	

++= Significativo al 5 por ciento

+ = Significativo al 10 por ciento

(1) Las letras indican los siguientes tratamientos:

A= 'CMC 84'	a= Rastrero
B= 'Col 1684'	b= Erecto
C= 'Criolla'	c= Semierecto
D= 'Valencia'	d= Trepador
E= 'Monocultivo de rabisa	e= Monocultivo de yuca

Cuadro 4A. Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales mediante contrastes ortogonales de un grado de libertad para la variable de rendimiento de rabisa, primer intercultivo.

C O N T R A S T E	F	Prob. > F
Erecto, semierecto vs. rastrero	56,18 ^{***(1)}	0,0001
Erecto vs. semierecto	0,12	0,7331
Monocultivo de yuca vs. asociaciones	15,30 ^{***}	0,0003
'Col 1684' y 'CMC 84' vs. 'Criolla y 'Valencia'	0,03	0,8705
'Col 1684' vs. 'CMC 84'	0,84	0,3635
'Criolla' vs. 'Valencia'	0,10	0,7532

(1) ***= Significativo al uno por ciento

Cuadro 5A. Análisis de los componentes del rendimiento de la rabisa (Primer intercultivo) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2 .

	Valor de B	F	Pr>F	R^2	C(P)	G.L. Regr.	Error	Cuadrado medio del error.
PASO 1. Se introduce la variable porcentaje de grano bueno (PGB).								
Intersecto	-0,0166365							
PGB	0,6891688	42,12	0,0001	0,433696	72,5028	1	55	0,59463806
MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADO								
PASO 2. Se introduce la variable número de vainas por planta (NVPL).								
Intersecto	-0,0131043							
NVPL	0,4254470	43,12	0,0001	0,614956	34,3325	2	54	0,41179671
PGB	0,6426947	52,33	0,0001					
PASO 3. La variable PGB es reemplazada por la variable número de granos buenos por vaina (NGBV).								
Intersecto	0,0021302							
NVPL	0,5767150	66,96	0,0001	0,732736	8,2303	2	54	0,28583327
NGBV	0,7120153	99,18	0,0001					
MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO								
PASO 4. Se introduce la variable número de plantas por metro ² (NPLM).								
Intersecto	-0,0066782							
NVPL	0,4510253	27,84	0,0001	0,760242	6,1345	3	53	0,26627833
NPLM	0,1736594	4,25	0,0442					
NGBV	0,5243642	19,56	0,0001					
MEJOR MODELO DE TRES VARIABLES HALLADO								
PASO 5. Se introduce la variable peso de cien granos buenos.								
Intersecto	0,02049276							
NVPL	0,41936270	23,88	0,0001	0,773702	5,15147	4	52	0,25625687
NPLM	0,19874513	5,62	0,0216					
NGBV	0,44549757	12,74	0,0008					
PCGB	0,21312517	3,03	0,0876					
MEJOR MODELO DE CUATRO VARIABLES HALLADO								

Cuadro 6A. Subdivisión de la suma de cuadrados debida a los efectos principales mediante contrastes ortogonales de un grado de libertad para la variable rendimiento de rabisa, segundo intercultivo.

C O N T R A S T E S	F	Prob. > F
Erecto, rastrero vs. trepador	1,48	0,2299
Erecto vs. rastrero	19,75 ^{***}	0,0001
Monocultivo de yuca vs. asociaciones	61,86 ^{***}	0,0001

'CMC 84', 'Col 1684' vs. 'Criolla', 'Valencia'	0,26	0,6119
'CMC 84' vs. 'Col 1684'	4,87 ^{**}	0,0328
'Criolla' vs. 'Valencia'	7,27 ^{***}	0,0100

**= Significativo al cinco por ciento.

***= Significativo al uno por ciento.

Cuadro 7A. Análisis de los componentes del rendimiento de la rabisa (Segundo intercultivo) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2 .

	Valor de B	F	Pr > F	R^2	C(P)	G.L.		Cuadrado medio del error
						Regr.	Error	
PASO 1. Se introduce la variable número de vainas por planta (NVPL).								
Intersecto	0,24767							
NVPL	1,29824	46,8	0,0001	0,5652	33,43	1	36	0,589716
MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADO								
PASO 2. Se introduce la variable peso de cien granos buenos (PCGB).								
Intersecto	0,21954							
NVPL	1,08575	33,0	0,0001	0,6466	22,80	2	35	0,492961
PCGB	0,36168	8,1	0,0075					
MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO								
PASO 3. Se introduce la variable número de plantas por metro cuadrado (NPLM).								
Intersecto	0,04588							
NVPL	1,03872	40,9	0,0001	0,7479	9,09	3	34	0,361960
NPLM	0,45172	13,67	0,0008					
PCGB	0,63965	23,30	0,0001					
MEJOR MODELO DE TRES VARIABLES HALLADO								
PASO 4. Se introduce la variable número de granos buenos por vaina (NGBV).								
Intersecto	-0,06621							
NVPL	1,08339	47,67	0,0001	0,7936	6,00	4	33	0,31482
NPLM	0,40298	12,13	0,0015					
NGBV	-0,16682	2,89	0,0990					
PCGB	0,81098	27,36	0,0001					
PGB	-0,29770	3,06	0,0900					
MEJOR MODELO DE CUATRO VARIABLES HALLADO								

Cuadro 8A. Análisis de algunos de los componentes de la rabisa (Segundo intercultural) mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de R^2 .

	Valor de B	F	$P_{r>F}$	R^2	C(P)	G.L. Regr.	Error	Cuadrado medio del error
PASO 1. Se introduce la variable número de vainas por planta (NVPL).								
Intersecto	-0,002587							
NVPL	0,674183	43,52	0,0001	0,4417	2,51	1	55	0,58765967
MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADO								
PASO 2. Se introduce la variable número de plantas por metro cuadrado (NPLM).								
Intersecto	-0,003094							
NVPL	0,708284	46,71	0,0001	0,4638	2,31	2	54	0,57488224
NPLM	0,154866	2,22	0,1418					
MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO								
PASO 3. Se introduce la variable porcentaje de grano bueno (PGB).								
Intersecto	-0,004060	43,32	0,0001					
NVPL	0,687666	2,23	0,0001	0,4669	4,00	3	53	0,58227721
MEJOR MODELO DE TRES VARIABLES HALLADO								

Cuadro 9A. Análisis de varianza de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) no interceptada por la yuca a los 300, 369 y 382 días después de su siembra.

Fuente de variación	G.L.	VALOR DE F PARA CADA FECHA		
		300 dds	369 dds	382 dds (1)
Hábitos de yuca	3	13,22 ***	10,61 ***	4,96 ***
Hábitos de Rabisa	4	4,11 **	29,85 ***	9,17 ***
Interacción	12	0,45	1,73	1,86

(1) dds= Días después de su siembra.

*** Significativo al uno por ciento

** Significativo al cinco por ciento.

Cuadro 11A. Agrupación de las medias del diámetro de copa de la yuca (a los 80, 117, 178, 187, 224, 236, 288, 305, 343 383 días después de su siembra) debidos a los efectos principales mediante la prueba de rango múltiple de Duncan.

E F E C T O		DIÁMETRO DE COPA (en cms) DE LA YUCA A LOS:												
		80 dds(1)	117 dds	178 dds	187 dds	224 dds	236 dds	288 dds	305 dds	343 dds	382 dds			
Hábitos de YUCA	'CMC 84'	66 a (2)	64 a	84 b	85 b	94 c	95 a	141 bc	152 b	183 b	186 bc			
	'Col 1684'	65 a	70 a	117 a	130 a	140 a	145 a	153 ab	151 b	183 b	190 b			
	'Criolla'	65 a	75 a	86 b	96 b	122 a	123 b	160 a	191 a	215 a	247 a			
	'Valencia'	68 a	73 a	83 b	90 b	119 b	111 c	129 c	136 b	157 c	163 c			
Hábitos de RABISA	Rastrero	57 c	56 b	84 c	98 c	120 a	116 ab	216 a	247 a	263 a	277 a			
	Erecto	63 bc	65 b	94 b	95 b	117 a	121 ab	225 a	245 a	261 a	281 a			
	Semierecto	61 c	58 b	80 c	93 c	115 a	110 b	228 a	248 a	250 a	284 a			
	Trepador	77 a	83 a	99 ab	105 ab	120 a	123 a	223 a	242 a	262 a	275 a			
	Monoc. de yuca	71 ab	89 a	106 a	110 a	124 a	125 a	224 a	247 a	267 a	284 a			
	c.v.	22,0	28,1	9,4	17,1	17,7	12,8	15,0	16,0	17,0	19,0			

(1) dds= Días después de su siembra

(2) Las medias de un mismo efecto y columna seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

Cuadro 12A. Agrupación de las medias de la altura del follaje de la yuca (a los 80, 117, 178, 187, 224, 236, 288, 305, 343 y 382 días después de su siembra) debidos a los efectos principales mediante la prueba de rango múltiple de Duncan.

E F E C T O		ALTURA DEL FOLLAJE DE LA YUCA EN CMS A LOS:												
		80 dds(1)	117 dds	178 dds	187 dds	224 dds	236 dds	288 dds	305 dds	343 dds	382 dds			
HÁBITOS de YUCA	'CMC 84'	64 b (2)	94 b	151 b	158 b	196 b	208 b	258 b	284 b	299 a	317 ab			
	'Col 1684'	64 b	77 b	112 c	123 c	127 d	127 d	136 d	163 c	178 c	188 c			
	'Criolla'	63 b	100 b	137 bc	147 b	173 c	174 c	222 c	240 b	264 b	294 b			
	'Valencia'	87 a	147 a	202 a	212 a	229 a	244 a	280 a	296 a	302 a	323 a			
HÁBITOS de HABISA	Rastrero	63 a	83 b	138 a	146 b	168 b	175 b	147 a	147 a	173 a	190 a			
	Erecto	72 a	101 ab	150 a	149 b	177 b	177 b	141 a	164 a	180 a	190 a			
	Semierecto	64 a	83 b	138 a	159 b	177 b	185 ab	147 a	157 a	192 a	207 a			
	Trepador	78 a	133 a	149 a	165 ab	187 ab	201 a	153 a	154 a	194 a	198 a			
	Monocultivo de yuca	71 a	122 a	177 a	183 a	198 a	204 a	142 a	164 a	184 a	196 a			
c.v.		21,7	35,3	23,1	20,1	13,7	19,0	12,4	12,4	12,4	12,4			

(1) dds= Días después de la siembra de la yuca.

(2) Altura de una misma columna y efecto no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 por ciento.

Cuadro 13A. Contenido de nitrógeno total de cada hábito de crecimiento utilizado.

ESPECIE	Cultivar o Hábito	% N [*]	Kg/ha	Kg/ha
		(1)	Rendimiento peso seco (2)	Contenido de nitrógeno total (1 y 2)
YUCA	'CMC 84'	0,52	13.146	68,36
	'Col 1684'	0,21	12.417	28,17
	'Criolla'	0,35	14.002	49,01
	'Valencia'	0,35	11.370	40,36
RABISA	Rastrero 'TVU 1190'	3.48	2.684	93,42
	Erecto 'S 288'	4.15	661	27,43
	Semierecto 'Centa 105'	3.46	269	9,31
	Trepador 'Negro Tenabo'	3.62	452	16,38

* Promedio de dos repeticiones.