

PRODUCCION DE YUCA EN CULTIVOS MULTIPLES

D E Leihner 1/
M Th g
J H Cock
J K Lynan

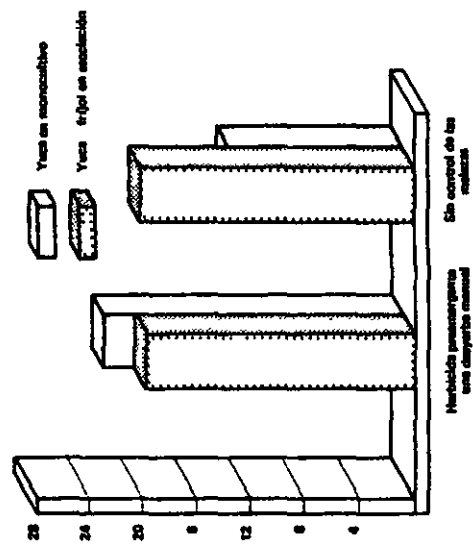


Fig 6 El efecto de diferentes temas de control de malezas en la producción de yuca asociada y en la producción de yuca monocultivo (CIAT 1978)

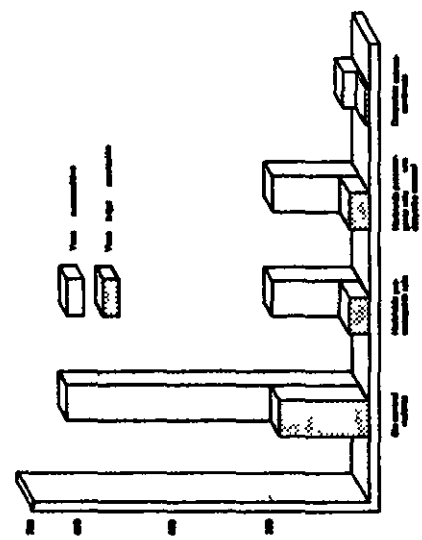


Fig 5 Producción total de maíz y yuca monocultivo y en asociación bajo cuatro sistemas de control de malezas después de la siembra y 30 días después de la cosecha del maíz (CIAT 1978)

Definición de los sistemas de cultivo

El cultivo múltiple que es la producción de dos o más cultivos en la misma área durante el mismo año presenta una forma de intensificar la producción agrícola que es más eficiente de los factores de crecimiento de la tierra y del tiempo disponible para cultivar. El actual sistema está utilizando cada día más el potencial que el sistema de cultivo múltiple posee para aumentar el rendimiento en la producción alimenticia. El mejor uso del espacio y tiempo se logra en dos diferentes formas

1. Cultivo en sucesión. Que significa producir dos o más cultivos de una especie (o sea en monocultivo) en el mismo terreno durante un año.

2. Cultivo intercalado o asociado. Donde se siembran dos o más especies al mismo tiempo en el mismo campo.

El cultivo intercalado que nos ocupa en el presente artículo se puede practicar en cuatro diferentes formas

- a) Cultivo intercalado. Que consiste sembrar dos o más cultivos simultáneamente en forma irregular. El patrón de fila.
- b) Cultivo intercalado en suscos. Donde se siembran los cultivos simultáneamente en renglones definidos de surco.
- c) Cultivo intercalado en filas. Que consiste sembrar simultáneamente de los cultivos asociados en bandas longitudinales que se hacen como para permitir el cultivo independiente de los cultivos que se siembran. Este sistema permite que los cultivos interactúen agrónomicamente.
- d) Cultivo intercalado en relevo. Que significa sembrar uno o más cultivos de todo un cultivo ya establecido de tal forma que el follaje del cultivo de ida del primer cultivo coincida con el desarrollo de los demás cultivos. (R. Thenberg 1971 modificado por Sánchez 1976)

1/ Especialista en prácticas culturales. Programa de Yuca CIAT. Agónomo. Programa de Fijación. CIAT. Fisiólogo. Líder del Programa de Yuca CIAT. Economista. Programa de yuca experimentalmente.

V t j del c ltivo i t al do

Uso más eficiente del espacio y tiempo

La asociación de dos cultivos de acción similar produce el mayor aprovechamiento del espacio. Otra ventaja de la asociación de dos cultivos con acción diferente conlleva ganancias adicionales del sistema a través de un mejor aprovechamiento del tiempo y espacio.

Reducción de la competencia y mejor aprovechamiento de los factores de crecimiento

El tema de competencia se ve tanto en las de dualidad similar como en las de ciclo vegetativo diferente. La suma de las competencias específicas es inferior a la suma de las competencias específicas de los monocultivos. Es decir, que se origina un espacio libre en el sistema intercalado ya sea que el área por planta sea mayor o que la población total conformada por las plantas de ambos cultivos sea superior. En los cultivos asociados de dualidad similar la ventaja viene entonces de una menor competencia inicial entre el cultivo principal y una menor competencia final específica del cultivo tardío (Andrews y Kassam 1976).

La yuca considerada como cultivo tardío monocultivo no aprovecha eficientemente los factores luz, agua y nutrientes durante los primeros meses de su ciclo vegetativo por su lento desarrollo. Permite la asociación de cultivo precoz. De igual manera, el final de su ciclo vegetativo la yuca ya no intercepta toda la luz y probablemente tampoco absorbe ya la gran cantidad de nitrógeno y agua que necesita durante su desarrollo más avanzado. Por tanto, en la última fase del ciclo de la yuca se aprovecha el espacio libre del cultivo (Fig. 1).

Estabilidad de la producción

En términos de biomasa total y de rendimientos los cultivos asociados normalmente muestran una mayor estabilidad que los monocultivos (Morón y Hatt 1979). Esto se refiere tanto a la producción total del sistema como a las producciones individuales de cada componente. Las cosechas se ven más estables ante el efecto compensatorio entre los cultivos, posiblemente debido a una reducida incidencia de enfermedades plagas y malezas debido a la diversidad de la vegetación y el mejor y más temprano crecimiento del suelo (Moreno y Hatt 1979, Moreno 1979, CIAT 1978, Lalhne 1979, 1980a).

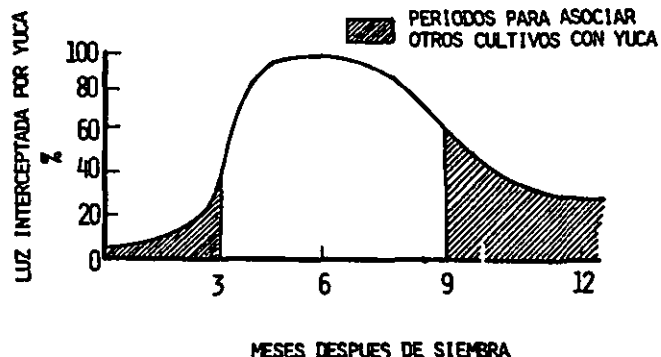


Fig. 1. Aprovechamiento del factor luz por la yuca durante su ciclo vegetativo y posibles periodos para intercalar otros cultivos.

Para el productor de subsistencia la mayor estabilidad en la producción de sus cultivos alimenticios en siembra intercalada significa un beneficio importante ya que este sistema de producción tiende a ser autosuficiente. A manera de ejemplo, una hectárea de yuca intercalada con frijol negro produciendo 10 t/ha de fresas frescas con 30% de humedad y 600 kg/ha de frijol con 28% de proteína da la siguiente producción calórica y de proteínas:

Balace alimenticio

Si el pequeño productor siembra los cultivos para producir su propio alimento en una parcela muy pequeña, alcanzará pronto los límites biológicos para la alimentación semibastante (yuca, camote, maíz, plátano) en asociación con fuentes proteicas (frijol, caupí, mungo, maíza, guandú). A manera de ejemplo, una hectárea de yuca intercalada con frijol negro produciendo 10 t/ha de fresas frescas con 30% de humedad y 600 kg/ha de frijol con 28% de proteína da la siguiente producción calórica y de proteínas:

10 000 kg/h yuca	13 440 000 Kcal
600 kg/h frijol	168 kg prot. fina

1/ Los 10 000 kg de yuca contienen 3 000 kg de almidón cuyo valor calórico es de 4 480 kcal/kg.

Se puede decir que los que imitan los hábitos de los de
 peron dlt son de 2 500 kcal y 100 g de proteína la cantidad
 aiba me cl da d 5 376 a lones calóricas y 1 680 lones de
 prot ina o a l 680 r lon s compl tas más un excedente calórico
 de 3 696 ra lon s (9 240 000 kcal) sin conside ar l contenido
 protéic d l yuca i l al ló lco d l frijol A r una
 ha tñ a alime ta 4 6 pe so s ad lta d ra te un año q eda do
 e ed te de ap oximadame te 6 t de y ca para la venta Aunque
 st no s dí t d l y demás no es probable que na pe sone
 pued ob l i c sumie do ól y y f l j l d ante un no hay
 que d q f f ctibl bití e ta lme tación y
 q l g p r te d l mu do it pe sonas q tie mucho
 me s pa a on umir qu esto

La dimi t que ba est cñ lulo son los t adi lo
 lme te bt lidos o sto lti s pe o co na tcnologí mejo
 ada y m í mo de lsumos se log an duplica fáclime te (Fonseca
 1981)

Tecnología mejorada para la yuca y el maíz

Como e ha lsto e l pá afo a teri la prod cti lidad d la
 y ca y lti s oc l dos es baja en l mayoría de los sistemas de
 lti t dicional L s ones pa ell on múltipl s pero p e
 domi los l g i te a pe tos

- Asociación de especies que po s tipo de planta o ciclo vegeta
 tío no son compatibles
- Coincide ci de f ses de máxima competencia debido a un tiempo
 relati o de siembra inadecuado
- De l d d de siembra muy baja o (en pocas ocasiones) demasiado
 l t
- Pat ones de siembra i adecuados
- F t l i d d del s i demasiado baj y
- Medidas fitose lta las ausentes o deficientes

Lo p og ama de fisi logí y prá tica c l t al de y ca del
 CIAT ha d dí c do ba ta t esfue zo a la solución de cada uno de estos
 p o blemas e s s prog amas de l vestig ción Como resultado de ello se
 des ribe l sig i e t s lme tos de una te nologí a mej ad pa a la
 l ción de yuc on otros l tivos

CUADRO I EFECTO DEL TIPO DE PLANTA DE LA YUCA (VIGOR Y RAMIFICACION)
 SOBRE SU RENDIMIENTO EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION Y SOBRE EL
 RENDIMIENTO DE UN FRIJOL COMUN ASOCIADO (THUNG 1978)

Tipo de planta y variedad	RENDIMIENTO YUCA		RENDIMIENTO FRIJOL	
	Monoc ltivo ^{1/} t/ha	Asociada ^{2/} t/ha	kg/ha	Relativo al monocultivo %
Vigors ramifi cación temp a s:				
M MEX 59	32 8	25 8	2 077	89
Vigor medio rami ficación ta dñ a				
M ECU 47	36 2	33 6	2 747	117
M VEN 270	42 8	33 2	2 455	105
M PAN 70	42 0	30 5	2 313	99
M PTR 26	40 2	28 4	2 304	98
M MEX 11	42 4	31 8	2 177	93

^{1/} Promedio de cuatro años en CIAT

^{2/} Promedio de un año en CIAT

Selección de tipos de plantas para la asociación

Yuca

En la yuca existe una variación amplia en los hábitos de crecimiento
 con relación l ramificación y el lgo lnci l. Ambas ca acte lsticas
 puede l fl i en l cantidad de l z l t eptad du nt l s p ime s
 etapas de crecime to. Variedades de porte erecto (ramificación tardía)
 y vigor medio posiblemente ca sa menos sombra e c l tivo asociado que
 aquéllos con ramificació temprana y alto lgor lncial. Como se ve en el
 Cuadro I la lidad M Mex 59 con alto lgor y amifca lón temp an

ca sa más depresión en el crecimiento de un frijol asociado que cinco variedades seleccionadas con vigor medio y ramificación tardía

Además las variedades de vigor medio y ramificación tardía se aproximan más al tipo ideal de planta por máximo endimamiento en monocultivo descrito por Cockfield (1979). Los datos del Cuadro I confirman la precocidad de este tipo de planta en monocultivo como en asociación. Así las variedades de vigor medio y ramificación tardía (porte erecto) parecen ser las más indicadas para la asociación ya que imponen relativamente poca competencia al cultivo asociado inicialmente y poseen un alto potencial de crecimiento. Como excepción se puede considerar la asociación yuca-maíz donde sólo los tipos altamente vigorosos de yuca compiten favorablemente con un cultivo dominante como el maíz.

Leguminosas

Una característica importante para la selección de una leguminosa como cultivo asociado es su precocidad. Con una madurez temprana se reduce el período de competencia con la yuca y se evita el exceso de sombreado durante el llenado de las vainas cuando la yuca comienza a cerrar calles. A medida que aumenta el tiempo durante el cual los dos cultivos están juntos, el campo se acentúa la interacción entre ellos y se afectan los rendimientos mutuamente. Esto se hace visible comparando la duración del ciclo vegetativo de cuatro leguminosas con los coeficientes de correlación entre los rendimientos de yuca y estas leguminosas en diferentes ensayos (Cuadro II). Mientras en las asociaciones de yuca con las leguminosas precoces (frijol y caupí) no se observa relación alguna entre el endimamiento de la yuca y de las leguminosas se presenta una interacción cuando el ciclo vegetativo de la leguminosa pasa más allá de los 100 días.

Contrario a la precocidad parece no tener mucha importancia el hábito de crecimiento de la leguminosa sea erecto o rastrero siempre y cuando el sea tecedor (para siembras simultáneas). En experimentos de yuca asociada con nueve variedades de caupí ocho de ellas tuvieron un hábito erecto semiecto o rastrero, causando reducciones en el rendimiento de la yuca entre 6% y 24% comparado con el monocultivo. El cambio en la variedad de caupí con tendencia a tener erecto el crecimiento de la yuca en 32% (Hegewald y Leihner 1980).

En la selección de tipos trepadores de leguminosas tales como el frijol voluble común (*Phaseolus vulgaris*), frijol lima (*Phaseolus limensis*) y frijol terciopelo (*Stizolobium degranum*) que se pueden asociar con yuca cuando llega al final de su ciclo vegetativo se puede escoger la especie y variedad mejor adaptada y de más alto vigor ya que debe competir con un cultivo establecido. La yuca aún asociada con leguminosas volubles muy vigorosas no sufre la menor reducción en el rendimiento (CIAT 1978).

CUADRO II COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE RENDIMIENTOS DE YUCA Y LEGUMINOSAS ASOCIADAS COMO INDICADORES DEL GRADO DE INTERACCION ENTRE LAS ESPECIES EN FUNCION DE LA PRECOCIDAD DE LAS LEGUMINOSAS

Especie	Días hasta Madurez Fisiológica	Coeficiente de correlación	
		Rendimientos yuca	Leguminosa
FRIJOL	80	r	0.01 ^{n.s.}
CAUPI	90	r	0.05 ^{n.s.}
MANI	106	r	-0.14 ^{s.}
SOYA	125	r	-0.35 ^{a.}

Otros cultivos

Existen una gran variedad de cultivos que se asocian con yuca. En cuanto a los cultivos anuales se puede seleccionar cualquier especie que de acuerdo con lo anteriormente expuesto llene los siguientes requisitos:

a) Para siembra simultánea

Ciclo vegetativo preferiblemente de 100 días o menos

Hábito estructural compacto o erecto, no muy agresivo

b) Para intercalar con yuca adulta

Para efectuar cosecha simultánea de yuca y el cultivo asociado ciclo de 120 días o menos

Para intercalar en relevo el ciclo del cultivo asociado no es de importancia

Alto vigor, hábito arbustivo o trepado

Tolerancia a la sombra

Si los productos de la asociación se destinan al consumo directo no habría mucho sentido en seleccionar como cultivo asociado

ot a fuente de carbohidatos similar a la yuca si se debería tener un cultivo fient en la producción de proteína (como las verduras o leguminosas de grano) Si los productos de la asociación destinan a la venta cualquier cultivo con prelo rentable sirve para la asociación

Aparte de las asociaciones de yuca con cultivos no tiene importancia el asociar con cultivos perennes. Debido a la selección de especies de plantación como la palma de coco, palma de aceite y caucho, la yuca puede ayudar a pagar una parte de los gastos que todavía no hay producción en los cultivos perennes. Si embargo cuando aquellos crecen e imponen sombra a la yuca ésta deja de producir rendimientos rentables. Por otro lado cultivos perennes forrajeros de porte rastrojero como el *Stylosanthes glauca* se pueden asociar durante los períodos con yuca beneficiando a la yuca por la fijación de nitrógeno (Nitis 1977)

Tiempo relativo de siembra

Asociación al inicio del cultivo

El tiempo relativo de siembra o sea la siembra del cultivo asociado a la yuca al mismo tiempo o después de la yuca tiene implicaciones tanto biológicas como prácticas. La yuca no impone mucha competencia al principio de su ciclo vegetativo pero tampoco tolera mucha competencia. Es por esto que el rendimiento de la yuca puede ser drásticamente reducido si el cultivo asociado se siembra con anterioridad a la yuca imponiendo desde muy temprano competencia por luz y otros factores de crecimiento a ésta. Por otro lado la yuca puede afectar el rendimiento del cultivo intercalado por sombros si se siembra antes que éste. Experimentos con yuca y frijol demuestran que el rendimiento total más alto se obtiene con la siembra de ambos cultivos al mismo tiempo (siembra simultánea) o cuando la diferencia entre las fechas de siembra es menor de una semana (Thung y Cock 1979 Fig 2). Esta práctica se ha verificado en muchos experimentos asociando yuca con otros leguminosos o con maíz y ha dado resultados igualmente positivos.

Una implicación práctica de la siembra simultánea es que requiere una sola operación en vez de dos por separado para establecer la asociación. Con este método de siembra también se facilita mecanizar la siembra de los cultivos asociados adaptando maquinaria ya existente.

Asociación con yuca adulta

En un cultivo de yuca adulta el factor más limitante para establecer otro cultivo es la luz. Si embargo observaciones hechas en CIAT muestran que hacia el final del ciclo vegetativo la yuca intercepta menos luz que durante su fase de más activo crecimiento. Esto permite la producción de un cultivo asociado durante los últimos meses anteriores a la cosecha de la yuca.

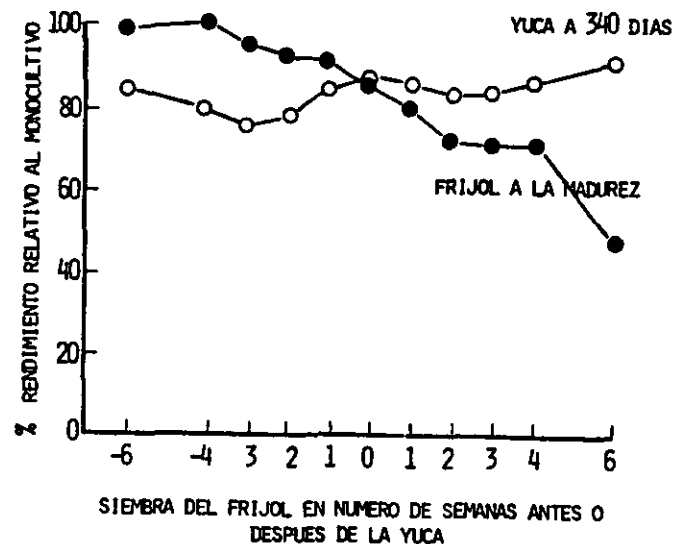


Fig 2 Rendimiento de yuca y frijol a diferentes fechas relativas de siembra

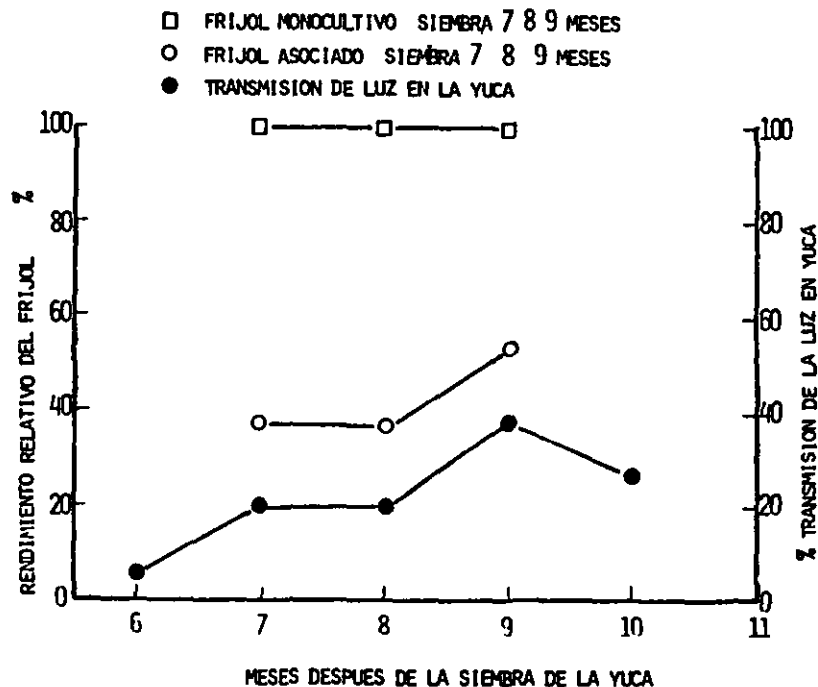


Fig 3 Efecto de la fecha relativa de siembra de un frijol arbustivo 7 8 y 9 meses después de la yuca sobre su rendimiento en asociación en función de las condiciones de luz del cultivo

Sembrando frijol arbustivo los 7 8 y 9 meses de haber sembrado la yuca se nota que el rendimiento del frijol en asociación sufre menos reducción medida que se siembra más tarde y las condiciones de luz para el frijol mejoran (Fig 3). Se concluye que entre más tarde se pueda sembrar el cultivo intercalado en un yuca establecido mayor el rendimiento pero de todos modos la productividad del cultivo intercalado queda muy por debajo del nivel que alcanza en la asociación al principio del ciclo vegetativo de la yuca (Castellanos 1981).

De sí de siembra

Yuca

En sistemas tradicionales de cultivo de yuca se siembra frecuentemente a densidades más bajas en asociación que en monocultivo. Treinta y siete investigadores latinoamericanos que trabajan con yuca informaron de un rango de densidades de siembra entre 3 000 y 25 000 pl/ha para monocultivo (promedio 11 300 pl/ha) y entre 4 000 y 18 000 pl/ha para yuca asociada (promedio 8 300 pl/ha) (Leitner y Castro 1979).

La densidad reducida junto con la competencia impuesta por los cultivos asociados explica en parte la baja productividad de la yuca en asociación. Si ambas situaciones se pueden o regir sembrando yuca en asociación a la misma densidad que se considere óptima para el monocultivo. Sobre todo con variedades de mucho follaje y amificación temprana como el M Col 113 el rendimiento máximo en monocultivo se obtiene con densidades intermedias. Estas densidades bajas en asociación también producen los mejores rendimientos. La coincidencia de altos rendimientos en monocultivos y óptimo en siembra de baja densidad o siembra intermedias. Estas densidades intermedias también permiten obtener rendimientos óptimos (70-85% del rendimiento máximo) en asociación (Fig 4).

Con un incremento de la densidad de siembra de la yuca no solamente se reduce el rendimiento del cultivo asociado (Fig 4) pero como se ve en el ejemplo aquí citado no se requieren densidades muy altas de yuca para producir rendimientos aceptables. Estas densidades que se aproximan a las ideales en monocultivo también pueden utilizarse en la asociación si causan reducciones en el rendimiento del cultivo asociado demasiado drásticas.

Leguminosas

Generalmente el rendimiento de las leguminosas de grano no varía mucho en respuesta a diferentes densidades de siembra dentro de un rango bastante amplio.

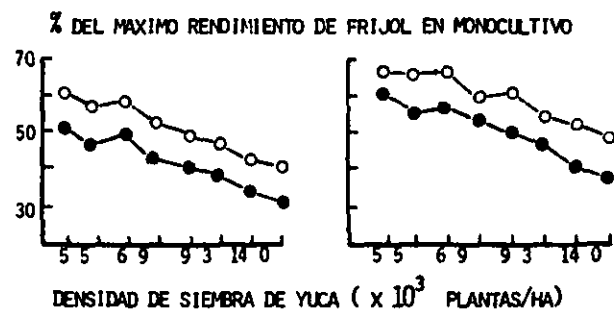
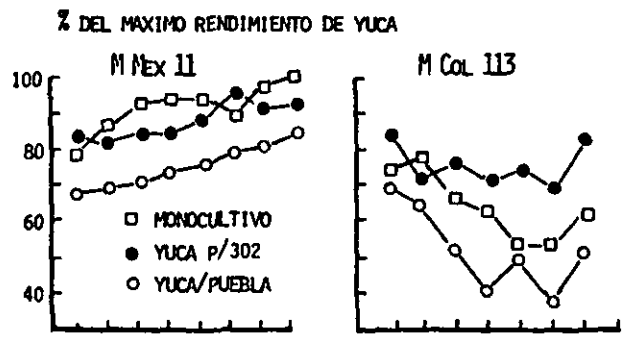


Fig 4 Rendimientos de yuca y de frijol como porcentaje del rendimiento máximo como respuesta a las densidades de siembra de yuca tanto en asociación con frijol como en monocultivo

Ensayos con frijol caupí y mami en monocultivo y asociación con yuca mostraron producciones constantes o respuestas poco variables de la densidad de siembra entre 50 y 200% de lo que se considera comercialmente la densidad adecuada en monocultivo (Thung y Cock 1979 Hegewald y Leihner 1980 Fonseca 1981) Cuando se presente una densidad óptima para rendimiento máximo de la leguminosa de grano en monocultivo el rendimiento máximo de esta leguminosa sembrada en asociación se obtiene frecuentemente con la misma densidad o a veces con una población ligeramente más alta (Fig 5).

Por otro lado poblaciones altas de la leguminosa compiten más con la yuca y reduce su rendimiento aunque si existen correlaciones negativas entre poblaciones de la leguminosa y rendimiento de yuca ellas normalmente son bajas y no significativas (CIAT 1980) El balance para maximizar los rendimientos de la leguminosa y minimizar la reducción en el rendimiento de la yuca se recomienda la siembra en asociación la misma densidad que se aproxima a la óptima en monocultivo. De acuerdo con nuestros resultados las siguientes son las densidades de siembra óptimas para diferentes especies (Cuadro III)

CUADRO III DENSIDADES DE SIEMBRA RECOMENDADAS PARA LEGUMINOSAS DE GRANO EN ASOCIACION CON YUCA Y EN MONOCULTIVO (LEIHNER SIN PUBLICAR)

Especie	Población óptima para monocultivo	Población óptima para asociación
FRIJOL COMUN ARBUSTIVO (<i>P. vulgaris</i>)	200 000	250 000
FRIJOL COMUN TREPADOR (<i>P. vulgaris</i>)	110 000	160 000
CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i>)	80 000	110 000
MUNGO (<i>Vigna radiata</i>)	200 000	250 000
NANI (<i>Arachis hypogaea</i>)	200 000	250 000

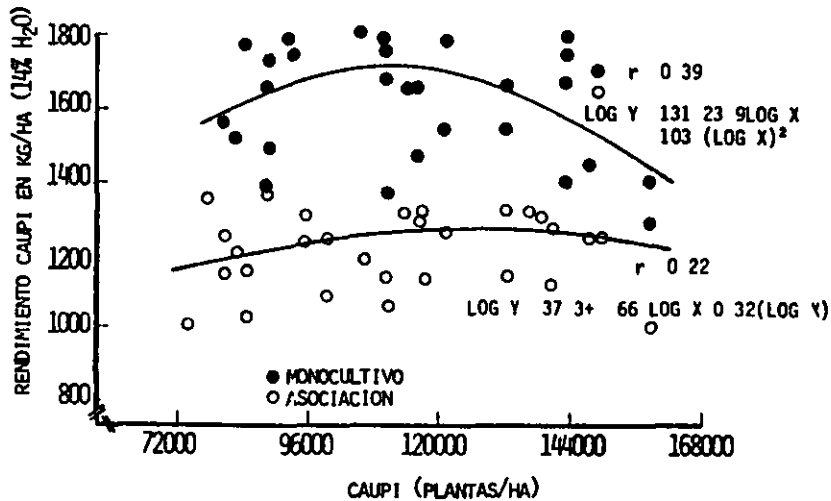


Fig 5 Efecto del sistema de cultivo y población sobre el rendimiento de Calcio

Maíz

Los principios encontrados para yuca y leguminosas en cuanto a la densidad óptima de siembra en monocultivo y asociación se hallaron igualmente válidos en el caso de asociación yuca-maíz. Con respecto a un sistema de cultivo de asociación con la yuca sembrada a 1 m x 2 m (8 300 pl/ha) y el maíz a 2 m x 1.2 m (dos plantas por sitio) 8 300 pl/ha con sistema de siembra donde la yuca se sembró a 10 400 pl/ha y el maíz a 40 000 pl/ha aproximadamente no se observaron cambios en el rendimiento de la yuca por el producto del maíz se triplicó (CIAT 1980). El hecho de que la yuca no sufrió una reducción en su rendimiento posiblemente se debe tanto al arreglo espacial utilizado (1.60 x 0.60) que minimizó el efecto de competencia como al tipo de planta de la yuca ligeros y de ramificación temprana. Aún en condiciones de arreglo espacial de la yuca de 1 x 1 m no apropiado para esta asociación y un tipo de planta de yuca menos vigorosa se obtuvo la mayor eficacia en el uso de la tierra y el mejor resultado económico con densidades de maíz de 20 000 y 40 000 pl/ha asociado con yuca (Meise 1980). Este hecho me confirma que el sistema de densidades normales de monocultivo en la asociación produce los más favorables resultados.

Patrón de siembra (reglo y pacillo)

En la siembra asociada de dos o más cultivos sobre el mismo terreno la distribución de estos en el campo llamado arreglo espacial es de suma importancia ya que decide sobre la eficiencia con la cual se aprovecha la solar y se cubre el suelo. Al mismo tiempo el arreglo espacial tiene una influencia importante sobre el grado de competencia entre los cultivos asociados. Teóricamente un patrón de siembra ideal para cada planta tiene lugar cuando las otras especies ideales permitiendo el uso más eficiente de los recursos para el cultivo y producción. Sin embargo, razones prácticas como la preparación del terreno, la facilidad de la siembra, las labores de cultivo y la cosecha muchas veces hacen u o denamien to diferente más deseable. Esto se aplica tanto para yuca como para el cultivo asociado con ella.

Yuca

El patrón de siembra más frecuente tiene sentido y a su vez el del mismo tipo similar para siembras en monocultivo. Este arreglo permite no dar condiciones óptimas para asociar cultivos de ciclo corto con yuca porque el cubrimiento del terreno por la yuca es más rápido con el arreglo en cuadro que con otros arreglos imponiendo sombra al cultivo asociado desde muy temprano (Castro Impulsión).

Esto llevó a examinar a reglos pacillos diferentes dándole condiciones más favorables al cultivo asociado. Se comprobó en varias localidades y con diferentes variedades que la asociación del patrón

de semilla de cada (1 x 1 m) rectangular (2 x 0.5 m) incluyendo el largo y el ancho del medio no afecta el rendimiento de la yuca cuando se mantiene la misma densidad de siembra (Cuadro IV)

CUADRO IV EFECTO DE DIFERENTES PATRONES DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA YUCA A CONSTANTES DENSIDADES DE SIEMBRA

Localidad	Variedad	Arreglo Espacial (m)	Población (pl/ha)	Rendimiento (t/ha)
CIAT	M Mex 52	1 0 x 1 0	10 000	25 0
		2 0 x 0 5	10 000	22 0
CIAT	M Col 22	1 0 x 1 0	10 000	35 0
		2 0 x 0 5	10 000	37 0
CARIBIA	M Col 22	1 0 x 1 0	10 000	17 1
		1 8 x 0 6	9 259	17 6
MEDIALUNA	SECUNDINA	1 0 x 1 0	10 000	15 0
		1 6 x 0 6	10 416	14 1

De los datos se concluye que el arreglo rectangular permite aumentar la productividad asociada entre la yuca y las leguminosas reduciendo su rendimiento. Por lo tanto es recomendable ser el arreglo distinto al empleado para yuca en monocultivo con el fin de obtener una buena productividad del sistema asociado.

Leguminosas

El cultivo de las leguminosas de grano en monocultivo la distancia normal entre surcos y la entre 30 y 80 cm. Thig (1978) sugiere un arreglo para asociaciones de yuca con leguminosas sembrando la yuca a 1.80 m entre surcos (0.60 entre plantas) y 90 cm entre surcos de leguminosas con preparación del terreno como el anterior. La única que este arreglo todavía se encuentra dentro del orden normal de asociación sembrado con leguminosas de grano. Esta misma distribución es factible cuando la yuca se siembra sobre caballones a chos. Cuando la asociación se practica en terreno plano hay más flexibilidad para

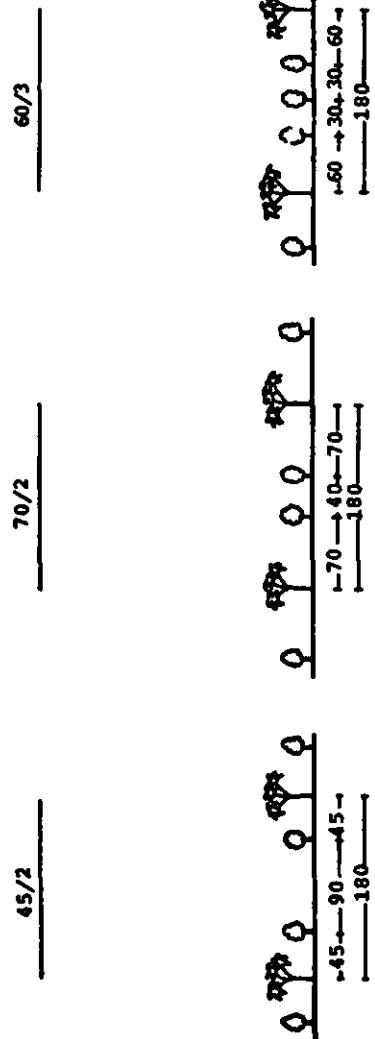


Figura 6 Arreglos especiales para yuca con leguminosas con la siembra en plano

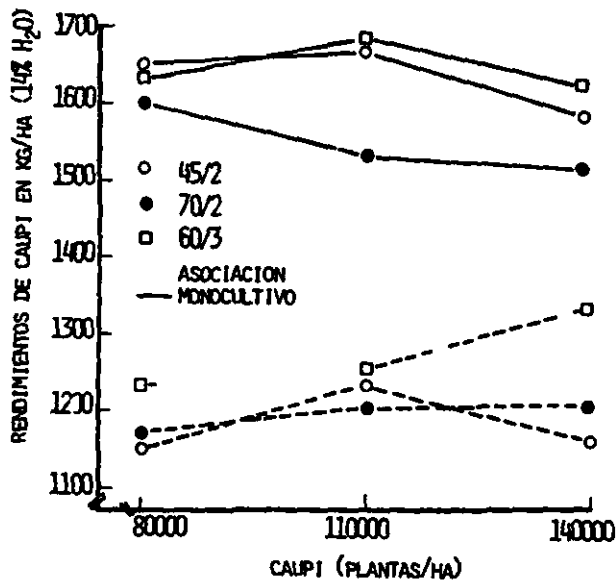


Fig. 7. Respuesta del rendimiento de Caupi a tres arreglos especiales en tres densidades de siembra

comodar las hileras de leguminosas. Evaluando tres arreglos de hileras de caupí con yuca sembrada plano (Fig. 6) se encontró que una distribución pareja de las leguminosas utilizada al máximo el espacio disponible entre la yuca (arreglo 60/3) tiene ventajas sobre los otros arreglos aún utilizando diferentes densidades de siembra. El arreglo 70/2 por el contrario dio el resultado más favorable posiblemente por un elevado nivel de competencia del caupí entre sí (competencia intraespecífica) (Fig. 7).

Estos resultados sugieren que entre más uniforme se distribuya la leguminosa en el espacio disponible entre las hileras de yuca mayores serán los rendimientos debido al mejor aprovechamiento del espacio combinado con poca competencia interespecífica. Sin embargo no se recomienda un espaciamiento demasiado estrecho entre hileras de yuca y leguminosas ya que esto aumentaría la competencia entre los dos cultivos (competencia interespecífica).

Nutrición mineral y fertilización

La asociación de cultivos ha sido considerada ventajosa por su efecto conservador del suelo. Burgos (1980) informa que en las asociaciones de yuca con otros cultivos la absorción de nutrientes por los cultivos fue superior a la pérdida de nutrientes por la erosión mientras que en el monocultivo de yuca la pérdida de nutrientes por la erosión superaba a la absorción por el cultivo. Por otro lado la asociación de yuca con otro(s) cultivo(s) representa una intensificación en la demanda por nutrientes sobre todo cuando los cultivos asociados se siembran con densidades normales de monocultivo. En esta situación la remoción de algunos elementos del suelo es mayor en la asociación que en el monocultivo de yuca (Cuadro V) y si reponerlos con una fertilización adecuada se llegaría muy rápido a un deterioro en la fertilidad del suelo.

Muchas preguntas se tienen que contestar acerca de la fertilización correcta de un sistema asociado tales como los requerimientos de nutrientes y las respuestas a elementos individuales de los cultivos. posibles cambios de las respuestas. la asociación aspectos de competencia y complementación el modo correcto de aplicación de los nutrientes (vuelco o banda) el tiempo apropiado para la aplicación y las fuentes más adecuadas de elementos para fertilizar los cultivos asociados. Aún no se tienen respuestas a todas estas preguntas pero no lo siguiente dará alguna información disponible.

Requerimientos nutricionales de la yuca y cultivos asociados

La yuca remueve cantidades relativamente grandes de N y K del suelo más aún cuando la parte aérea de la planta no es devuelta al campo. Sin embargo el rendimiento de raíces sólo responde en forma moderada a la fertilización con estos elementos a excepción de una producción

cuando el requerimiento de K se hace más exacto. En muchos suelos pobres la yuca responde en forma más marcada a la aplicación de P aunque remueve sólo pequeñas cantidades de este elemento del suelo. En estos suelos también adquiere alguna importancia la nutrición con Mg, S y en particular con Zn (Howeler 1981).

Las diferentes especies de leguminosas de ciclo corto tienen requerimientos nutricionales similares. Se remueven grandes cantidades de N pero tiene la capacidad de fijar N para satisfacer parcialmente este requerimiento. En muchos suelos pobres también responden marcadamente a P si se remueven grandes cantidades de este elemento. Requerimientos específicos se observan con respecto a elementos como el B (Howeler *et al.* 1978) y el Zn (CIAT 1977) en algunos casos como el del maní. El Ca también adquiere importancia nutricional.

CUADRO V REMOCION DE NUTRIENTES DEL SUELO CON LOS PRODUCTOS DE COSECHA (RAICES Y GRANOS) DE UNA ASOCIACION YUCA FRIJOL MUNGO COMPARADO CON EL MONOCULTIVO DE YUCA *

SISTEMA	NUTRIENTES REMOVIDOS KG/HA					
	N	P	K	CA	Mg	S
YUCA MONOCULTIVO	40	5	78	19	8	6
ASOCIACION YUCA MUNGO	90	11	84	18	10	9

* Los rendimientos de la yuca fueron 18.7 t/ha de raíces frescas en monocultivo y 15.2 t/ha en asociación. El Mungo Rindio 1346 kg/ha de grano al 14% H₂O. El sistema recibió una fertilización de 50-44-83-10-1 kg/ha de N-P-K-Zn y B respectivamente.

El maíz y el mungo que primero es de N seguido por P y K para el desarrollo y crecimiento bueno. En muchos suelos pobres el P adquiere una importancia primordial como elemento mayor y el Zn y B como micronutrientes (CIAT 1973).

Selección de cultivos intercalados con adaptación a suelos ácidos y fértiles

La corrección de las deficiencias de un suelo pobre es útil y rentable a través de la aplicación de fertilizantes es biológicamente justificable pero antieconómico debido a la alta cantidad de fertilizantes requeridos y a su elevado costo. Si embargo una alteración para obtener buenos rendimientos en suelos de baja fertilidad es seleccionar cultivos que se adapten bien a las condiciones de deficiencia nutricional y que con pocos insumos produzcan rendimientos aceptables. La yuca es uno de los cultivos que por excelencia llena estos requisitos.

En un oxisol de los Llanos Orientales se examinó la reacción de los cultivos: frijol común de semilla colorada, frijol común de semilla negra, maíz, arroz, caupí y yuca a la acidez y el nivel de fertilidad del suelo aplicando 0-0.5-2 y 6 t/ha de cal agrícola. La yuca si se aplica la dosis de cal indicó promedios del 53% del rendimiento máximo obtenido con 6 t de cal/ha y con sólo 0.5 t de cal/ha la producción de raíces fue de 76% del rendimiento máximo. En cambio la producción de frijol común (colorado y negro) de maíz y de arroz si se aplicó cal fue casi igual y sólo con 2 a 6 t de cal/ha se obtuvieron rendimientos moderados. El único cultivo semejante a la yuca en tolerancia a la acidez y baja fertilidad fue el caupí indicando casi el 60% del rendimiento máximo sin cal y más del 80% con 0.5 t cal/ha (Cock y Howeler 1979).

Con el propósito de evaluar tanto la tolerancia a la infertilidad y acidez como la aptitud para el asociado con yuca se examinó una amplia colección de leguminosas incluyendo 61 variedades de caupí, 66 variedades de mungo (*Vigna radiata*), 14 variedades de guandú (*Cajanus cajan*), 9 variedades de frijol ludo (*Phaseolus tetragonolobus*), 2 variedades de frijol terciopelo (*Stizolobium deryngium*), una variedad de maní (*Arachis hypogaea*) y dos especies de cana alfa (*Eleusine indica*) en un leptisol ácido y fértil de CIAT Quilichao situado en el departamento del Cauca al sur de Cali, Colombia. De todas estas especies mostraron adaptación sobresaliente el caupí y el mungo como especies para asociar con yuca en siembra simultánea y el frijol terciopelo para asociar con yuca adulta. Las otras especies en parte no toleraron las condiciones de extrema acidez, infertilidad y toxicidad del suelo (mungo frijol ludo) y en parte no mostraron hábito de crecimiento adecuado para la asociación (guandú y cana alfa) (CIAT 1979; Hegewald y Leihne 1980).

Respuesta a la fertilización en monocultivo y asociación

La respuesta a los principales elementos tanto de la yuca como de los cultivos más frecuentemente asociados con ella (leguminosas de

1/ Para las características de este suelo con leer el informe anual del CIAT 1977, pág. A 44, Tabla 26.

gr no mafz) fue ampliamente estudiada en monocultivo bajo diferentes condiciones de suelo. Para estas mismas condiciones importantes reconocidas que la respuesta en asociación puede diferir marcadamente de la del monocultivo.

En el suelo^{1/} de mediana fertilidad de Caribia (costa norte de Colombia) se condieron e sayos para establecer la respuesta de yuca y caupí a N y K en monocultivo y asociación. Se encontró una diferencia fundamental entre la respuesta a los niveles de N y K de la yuca en monocultivo comparado con yuca asociada. En monocultivo el crecimiento de raíces mostró una respuesta positiva sólo hasta el primer elemento de N y K decayendo con niveles más altos de cada uno de los dos elementos (Fig 8 datos de K no presentados). Sobre todo con N se estimuló el crecimiento de la parte aérea y la reducción del rendimiento de raíces posiblemente fue causada por un incremento excesivo del índice área foliar pasado el óptimo (Cock et al 1979) de 3-4. En cambio la yuca asociada con caupí mostró una respuesta positiva del rendimiento de raíces hasta los máximos niveles de N y K los rendimientos de yuca en asociación superaron aquellos en monocultivo. El caupí por otro lado no reveló respuesta alguna a N o K y no se produjo una diferencia entre el comportamiento en monocultivo y asociación.

Una situación distinta se registró conduciendo el mismo experimento con incrementos de P en suelo altamente deficiente y fijador de P en CIAT-Quilichao. En estas condiciones ambos cultivos respondieron de forma positiva con dosis óptimas de P reduciendo ante todo la severidad de la deficiencia de este elemento en el suelo (Fig 9). La respuesta de la yuca fue más marcada en ausencia del caupí (yuca monocultivo) con un aumento del rendimiento hasta el nivel más alto de P más allá del caupí (asociación) la yuca respondió sólo hasta el segundo elemento de P. El caupí respondió tanto en monocultivo como en la asociación con aumentos del rendimiento hasta el nivel más alto de P aplicado en este ensayo.

De lo anterior se concluye que para asegurar un suministro adecuado y económico de nutrientes para cultivos asociados es importante conocer la respuesta a los nutrientes en la asociación. Esta respuesta a veces exhibe la misma tendencia en monocultivos que en asociación (como fue el caso con P en CIAT-Quilichao) pero también puede significativamente diferir (como en el caso de N y K en Caribia). Esto indica que no es seguro derivar conclusiones sobre la fertilización de un sistema asociado sólo de los requerimientos y de la respuesta a fertilización de sus componentes en monocultivo sino que es necesario el estudio directo del sistema asociado en tanto a la respuesta a niveles óptimos de cada elemento en diferentes suelos.

Competencia por nutrientes

La competencia por nutrientes en el suelo en cultivos asociados puede involucrar un complejo de factores. Los elementos más solubles y

^{1/} Para las características de este suelo consulte el Informe Anual del CIAT 1980 Programa de Yuca p. 54 Tabla 10.

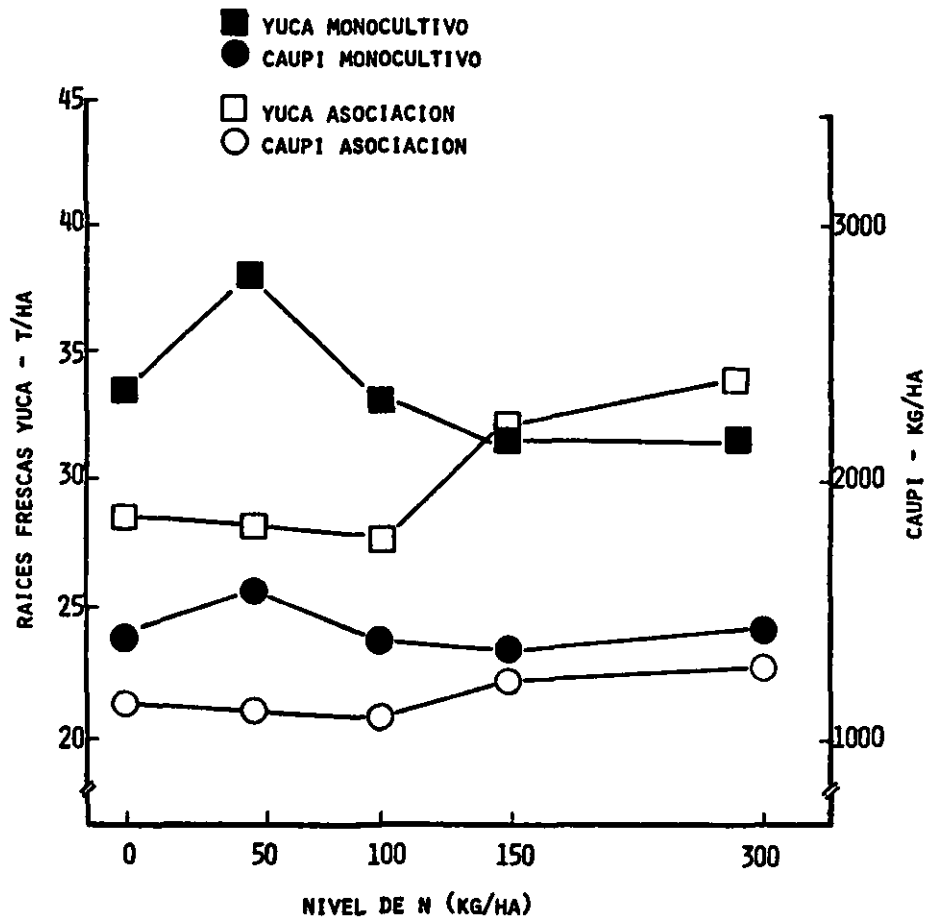


Figura 8. Respuesta a N de Yuca y Cauqui en asociación comparado con la respuesta en los respectivos monocultivos Caribia 1979.

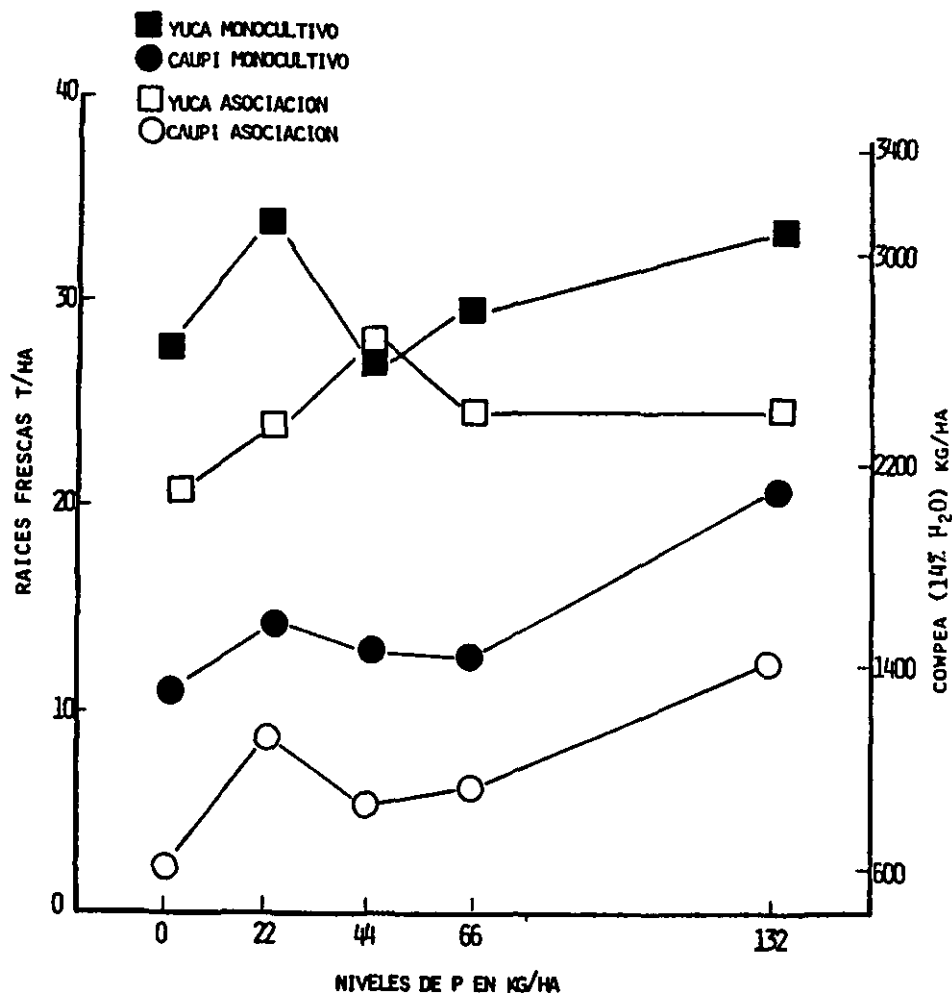


Figura 9 Respuesta a P de Yuca y Caupi e asociación compa gado con la respuesta en los espe tivos monoc ltivo Quilichao 1979

móvil s en el suelo tienden a s l factor s por los cuales s produce la competencia más frecuente y más temprana porque l on l r alrededor de las raíces donde estos elementos s agotan se extle de e interfieren unos con otros más rápidamente (Kurtz et al 1952 Bray 1954)

Diferencias en los requeriml tos tricionales y en la eficiencia de ab r ión pueden ocasiona competencia e t l s c litivos componentes d la asociación y a la vez alterar sus habilidades pa a competi por l z gua y otros nutrientes. Los sistemas radicales es de l s mismas o diferentes especies tie de a no tret j rs debido posiblemente ta to a un antagonismo t e a lces como a la tendencia de lta zona s de humedad agotada (Litav & Molovitch 1971 Dalal 1974 Rape & Barber 1970 T b th 1976). Esto podrí ayudar a evitar la competencia por los elementos no móviles pero al mismo tiempo estrí ge el volume del suelo que p ede ser explorado por las raíces. T t l stratificación de l s sistemas radicales (ubicació de raíces de difere tes especies e dife entes profundidades del suelo) como la separación parcial de las raíces podrí ay dar a reducir la competencia por nutrientes (Cable 1968 Chang 1969)

En la práctica la compete cia entre especies se observa a t avés de s desarrollo vegetativo y rendimiento reducido. Como instrumento para observar y evaluar la compete cia po ut imentos se p e t t nto la determinación de la spuest a los nutrientes monoc lti o y soci ió como el análisis dire to de tejido d pl tas c litivadas o las o n asocio

A manera de ejemplo la aspueta de l y ca N en presencia y s ncia del cultivo asociado l dica que la yuca sufrió de compete ci por est lemento po part del caupí. E cambio la falta de respuesta l N del ca p í y la difere cia mínima e rendimiento de grano e t monoc lti o y asocio s giere que el ca p í no sufrió comp tencia po ste lemento con la yuca. Esto es lógico puesto que la leguminosa caupí es capaz de suplir sus propios requerimientos de N a través de la simbiosis rizobial.

Si ltiivo sufrió compete cia po determino lemento se reconoca también por medio del análisis de tejidos. E los ensayos sobre es p estas de monocultivos y asociaciones a N P y K los datos de análisis folia confirman las observaciones hechas sob e competencia. Se bs rva en el Cuadro VI que en el ensayo con N la asociación efectí ame t redujo la co ce tación de este lemento en l follaje de la yuca hasta po debajo del nivel crítico (Howeler et al 1980). E cambio en el follaje del caupí no se observó reducción alguna en la concentració de N comparando monoc ltivo y asociación confirmando que la yuca asociada sí sufrió d competencia por N y que esto no ocur ió en el caupí (Cuadro VI)

Método de aplicación

El método de aplicación del f rtilizante en cultivos asociados es det rmi ado por l s ca act ísticas del suelo e l régimen pluviométrico e l tipo de fertilizante y por los mismos cultivos.

CUADRO VI EL EFECTO DE LA APLICACION EN BANDA DE NIVELES DE N SOBRE LA CONCENTRACION DE N EN LAS HOJAS DE YUCA Y CAUPI SEMBRADOS EN MONOCULTIVO E INTERCALADO CARIBIA 1979 1980

Nivel de N Kg/Ha	Yuca		Caupi	
	Monocultivo	Intercalado	Monocultivo	Intercalado
0	5.04	4.82	4.76	4.51
50	5.35	4.84	4.54	4.62
100	5.24	4.54	4.34	4.45
150	4.73	4.54	4.23	4.51
300	5.24	4.82	4.82	4.56
Porcentaje Promedio Relativo al Monocultivo				
	100	92	100	100

En un suelo arenoso cuando la aplicación de fertilizantes se hace al voleo hay mayores pérdidas por la deriva cuando se aplica en banda. Los suelos áridos tropicales generalmente fijan el P contribuyendo un mayor pérdida del fertilizante especialmente cuando se usan fuentes muy solubles de P, esperándose un mejor resultado cuando la aplicación se hace en banda. En un oxisol de Carimagua con yuca sembrada en caballones durante la época lluviosa los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de la mitad del fertilizante al voleo y la otra mitad en banda. Cuando el siembra se hizo en la época seca y en plano fue mejor la aplicación de todo el fertilizante al voleo (Howeler 1981). En general los fertilizantes de baja solubilidad tales como el agrícola, el dolomítico, el escorial, Thomas o rocas fosfóricas son mejor aprovechados cuando se aplican al voleo (con incorporación) mientras que los fertilizantes de alta concentración y solubilidad se aprovechan mejor cuando la aplicación se hace en banda.

Los cultivos anuales asociados con yuca tales como las leguminosas o el maíz tienen sistemas radiculares profundos y ramificados. En cambio la yuca tiene un sistema adicular escaso y superficial con pocas pelos absorbentes pero es ayudada en la absorción de los nutrientes por la asociación con micorrizas (Howeler 1981). Esto implica que la eficiencia de

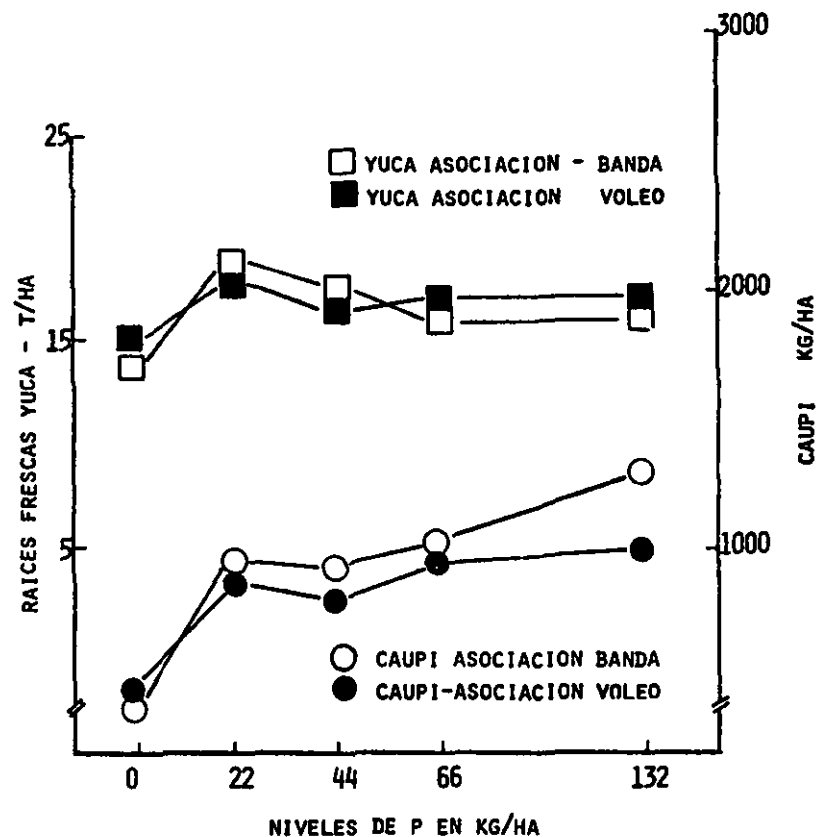


Figura 10 Respuesta de Yuca y Caupi Asociacion a la aplicacion de P (Superfosfato Triple) en banda y al voleo Quilicheo 1980

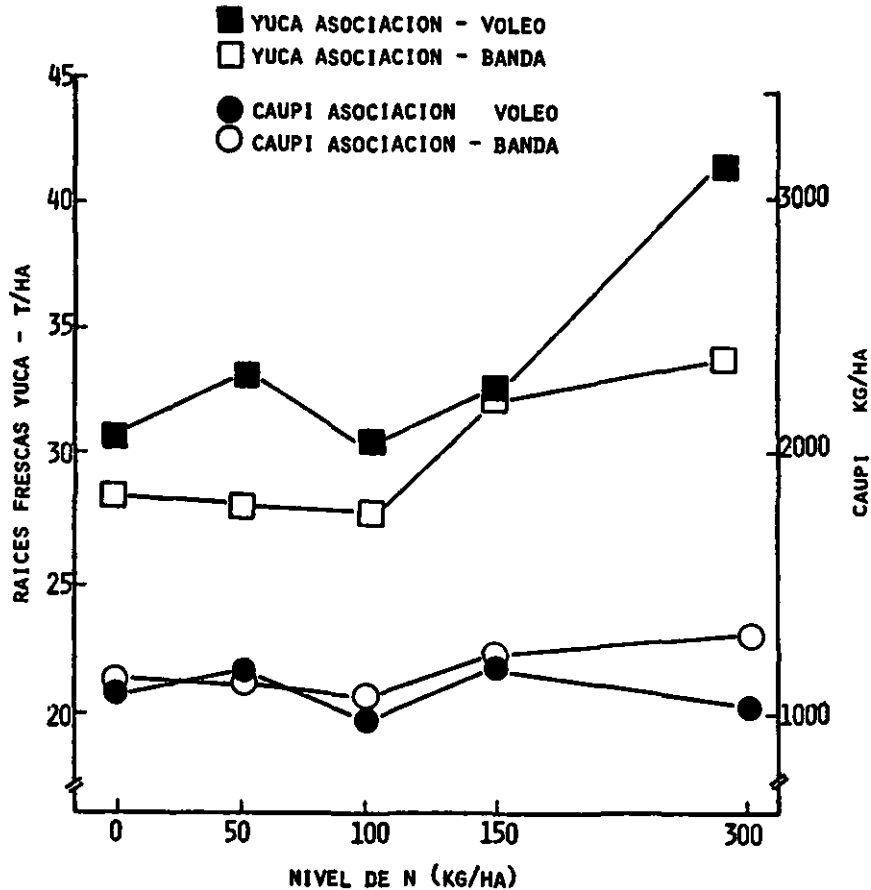


Figura 11 Respuesta de Yuca y Caupi en asociación a la aplicación de N (Urea) en banda y al voleo cinco niveles de N Caribia 1979

absorción tanto de la yuca como de los cultivos anuales asociados con ella puede ser similar a pesar de la desimilitud morfológica de sus sistemas radiculares. Así el método de aplicación del fertilizante en cultivos asociados se podrá elegir más por las condiciones de suelo clima y por el tipo de fertilizante a aplicar que por las características de absorción de los cultivos que probablemente no difieren entre monocultivo y asociación.

Lo anterior lo indica los resultados obtenidos en Quilichao y Caribia aplicando NPK en asociaciones de yuca con caupí al voleo y en banda. Con P aplicado la forma soluble de superfosfato triple en un suelo fijador de P en Quilichao el caupí respondió ligeramente mejor a la aplicación en banda mientras que para la yuca fue diferente la aplicación al voleo o en banda (Fig 10). En Caribia aplicando N en forma de urea que es otra fuente de alta solubilidad el caupí no mostró respuesta significativa diferente a la aplicación en banda o al voleo pero unámicamente fueron poco más altos los rendimientos con la aplicación en banda. Sorprendentemente la yuca respondió mejor a la aplicación al voleo una observación que no tiene interpretación sencilla (Fig 11). Finalmente en el caso de K aplicado como cloruro de potasio ni la yuca ni el caupí mostraron diferencias claras comparando los dos métodos de aplicación (datos no presentados).

Manejo de plagas

Los brotes epidémicos de plagas (plagas enfermedades y malezas) constituyen una de las más serias amenazas para la producción agrícola en el trópico. Las epidemias son favorecidas por cultivos morfológicamente y genéticamente uniformes de gran extensión (monocultivos) (Pimentel 1961, Southwood & Way 1970, Nickel 1973). En cambio la mezcla y el mismo campo de cultivos con base genética diferente (no necesariamente con morfología diferente) no provee el sustrato uniforme para que las plagas multipliquen y tomen dimensiones epidémicas. Se cree que esta es una de las razones para la mayor estabilidad de los sistemas de cultivo mixto (Depster & Coaker 1974, Litsinger and Moody 1976, Altieri et al 1978).

Plagas

Con excepción de muy pocos ejemplos (Bodki 1912, Rao 1970) la yuca y los cultivos más frecuentemente asociados con ella son atacados por plagas diferentes. Esto aumenta la probabilidad de una incidencia reducida en siembras mixtas.

Importantes plagas de la yuca tales como el gusano cachó (*E. in yis ello*) la mosca del cogollo (*Stiba pendula*) la mosca blanca (*Aleurotrachelus* sp) y el chinche de encaje (*Vatiga manihotae*) ha sido evaluados en yuca monocultivo y en yuca asociada con frijol (CIAT 1977, Thung & Cock 1979). En general la incidencia de todas estas plagas mermó la asociación y las poblaciones más bajas se observaron como resultado combinado de la asociación y el control químico de las plagas con pesticidas.

CUADRO VII POBLACION DE INSECTOS EN EL MONOCULTIVO DE YUCA Y EN YUCA ASOCIADA CON FRIJOL CON Y SIN APLICACION DE INSECTICIDA CIAT 1977

INSECTOS	OBSERVADO EN	YUCA MONOCULTIVO		YUCA ASOCIADA		REDUCCION DE LA POBLACION DEBIDO A LA ASOCIACION 1/
		CON	SIN	CON	SIN	
Gusano Cacho (Eimnyis llo)	P I	0 5	0 8	0 5	0 6	15
Mosca del Cogoll (Sillpendle)	P I	2 1	2 0	1 5	2 2	10
Mosca Blanca (Aleurotrachel sp)	En t Hojas/Plant	7 2	6 5	3 3	4 5	43
Chir de Ecaje (Vtigma s ihoti)	En T Hojas/Plant	4 5	5 6	2 7	3 8	36
<u>FRIJOL MONOCULTIVO</u> <u>FRIJOL ASOCIADO</u>						
Saltahoja (Empoask aemeri)	20 m ²	89	229	80	216	7
Trisomilidos (Dl brotia y Carotoma)	20 m ²	3	6	3	4	22
Trip	6 45 m ²	2	14	6	12	

1/ Promedio entre con y sin insecticida

En el cuadro VII se muestra el control de los diferentes sistemas y se da el porcentaje promedio de reducción de la incidencia de la plaga debido a la asociación. En la misma forma se observa en las reducidas del saltahoja (*Empoask aemeri*) de dos *Trisomilidos* (*Dl brotia balteata* y *Carotoma ruficornis*) y de trips en el frijol asociado comparado con el monocultivo (Cuadro VII). Estas observaciones son confirmadas por datos obtenidos en Costa Rica (Arango y Moreno 1978). Además de indicar el potencial de control de plagas del sistema asociado en ausencia de otras medidas de control, estos datos sugieren que es posible implementar el sistema de producción asociada con un control químico moderado y aún obtener mejores resultados de control. Donde el monocultivo como tal se requieren tres a seis aplicaciones de un pesticida pueden ser utilizadas una o dos en la asociación.

En la asociación de yuca con frijol aquí mencionado el endemismo del yuca fue poco educado por el frijol asociado, usualmente se hizo control químico de insectos y los adelantos del frijol solo y asociados fueron casi idénticos en el control de insectos. Por lo tanto, el uso de o usar insumos por el control de insectos fue más provechoso haber sembrado la asociación donde una hectárea se obtuvo así la misma producción de yuca y frijol juntos que en dos hectáreas de estos cultivos por separado. Los resultados muestran a la gran ventaja de la asociación bajo condiciones de uso mínimo de insumos.

Enfermedades

La diversidad genética entre los cultivos que se siembran en asociación o de los factores más importantes que pueden modificar la incidencia y severidad de las enfermedades. Además, la diversidad morfológica entre las plantas produce un efecto adicional en este sentido, por ejemplo, a las de formación de bacterias contra patógenos diseminados por el viento o el agua. Si embargo, hay que diferenciar los patógenos y las combinaciones de cultivos ya que en algunos casos también se ha formado efectos patológicos adversos en cultivos asociados con la yuca y viceversa.

Así se informa desde Sicilia que la asociación de yuca con choco fomenta la infestación de ambos cultivos por el hongo *Fomes lignosus* (Anonimus 1943). Moreno (1979) informa de mayor incidencia y severidad del mildiú polvoriento (*Oidium manihotis*) en yuca asociada con maíz comparado con el monocultivo. Lozano (Comunicación personal 1981) sostiene que tanto la yuca como el frijol son atacados por los mismos patógenos del suelo tales como los géneros *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Fusarium* y *Trichium* y *Fomes* causantes de pudrición radical y del hipocotilo.

Por otro lado, Larios y Moreno (1976) y Moreno (1979) analizan la situación patogénica de diferentes asociaciones con yuca y controlaron que el asociado yuca-maíz retrasa el desarrollo del supergamio de la yuca (*Sphaeloma manihotica*) y reduce al mismo tiempo la incidencia y severidad de la roya (*Uromyces manihotis*). Los mismos autores afirman que las asociaciones de yuca con frijol reducen la incidencia y severidad del mildiú polvoriento del supergamio de la roya (Cuadro VIII) y de la muerte descendente (*Colletotrichum*) bajo condiciones del CATIE en Costa Rica.

Cuadro VIII INCIDENCIA Y SEVERIDAD MAXIMAS DE LA ROYA DE LA YUCA (UROMYCES MANIHOTIS) EN CINCO DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EN CATIE COSTA RICA (MORENO 1979)

Sistema de Cultivo	Maximas de	
	Incidencia (%)	Severidad (%)
Yuca	67.7	2.85
Yuca + Camote	60.0	2.11
Yuca + Maíz	52.6	1.86
Yuca + Frijol	56.6	1.67
Yuca + Maíz + Frijol	47.2	1.17

Cuadro IX EFECTO DE LA ASOCIACION DE YUCA CON MAIZ Y MELON SOBRE LA INCIDENCIA DE LA BACTERIOSIS DE YUCA (XANTHOMONAS MANIHOTIS) EN UMUDIKE NIGERIA (ENE 1977)

Sistema de Cultivo	Promedio de la incidencia %
Yuca	20.3 a ^{1/}
Yuca + Maíz	16.9 b
Yuca + Melón	18.9 b
Yuca + Maíz + Melón	14.1 b

^{1/} Promedios no seguidos por la misma letra son significativamente diferentes al 5%

Cuadro X SEVERIDAD DE LA MANCHA ANGULAR DEL FRIJOL COMUN (ISARIDOPSIS GRISEOLA) EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EN CATIE COSTA RICA (MORENO 1979)

Sistema de Cultivo	Severidad en tres estados de desarrollo del frijol		
	Pre Floración	Floración	Vainas Verdes
Frijol	10.23 ^{2/}	14.37	19.56
Frijol + Maíz ^{1/}	10.31	17.77	21.33
Frijol + Yuca	10.81	13.61	18.88
Frijol + Camote	10.26	13.13	18.89
Frijol + Maíz + Camote	10.46	16.11	21.03
Frijol + Maíz + Yuca	10.26	16.40	21.44

^{1/} significa asociación simultánea al cultivo asociado con frijol se siembra 30 días después

^{2/} Datos calculados a la vez de una modificación del índice McKinney y transformados con $(X + 0.5)^{1/2}$

Dos informes de Nigeria (Arenu 1976 Ene 1977) afirma que la infestación de la yuca con bacteriosis (Xanthomonas manihoti) se reduce al asociar clones de yuca con maíz melón u otros cultivos compuestos con yuca solo posiblemente a través de una mejor cobertura del suelo que evita el salpicado de suelo infectado por la bacteria (Cuadro IX)

El efecto de la yuca sobre la situación patogénica e los cultivos asociados también presenta diferencias según patógeno y sistema. Más parece no existir diferencias sobre algún cambio en el estado de severidad del maíz a raíz de intercalarlo con yuca si hay infestación sobre frijol y caupí. Moreno (1979) afirma que el desarrollo epidémico de la mancha angular (Isariopsis griseola) en el frijol común es más lento al asociarlo con yuca y con camote pero más rápido al asociarlo con maíz (Cuadro X). El autor sugiere que el efecto favorable de la yuca podría consistir en evitar un impacto directo de la lluvia al frijol ya que la diseminación de la enfermedad ocurre a través del salpicado de gotas de agua con inoculo (Cardona y Walker 1956). Moreno (1979) también estudió la infestación del

ca pí por irus (Mosaico común del ca pí y mosaico clorótico del ca pí) tras
 mltido por clomórido. E la siembra simultánea de ca pí con yuca no se
 observó dife la alguna t el progreso de la inf t ión la socia
 ló pí yuca ompa do co l monocultivo de ca pí. E mbio sembrando
 ca pí bajo yuca ad lt al final d su ciclo get tivo edujo t nto l pro
 greso de la inf t ió como el g ad d if t ió má lma po l dos ví
 sis. La cti lidad ed cid d los a to s debido l d cida inciden
 i de radia ló sol baj l yuca f é p obableme te l causa de esta
 baja iden i l l soci ción

L jemplos ltad s quí demuest a términos genera l bu
 pote i l de co trol d f rmedada d l sistema asociado compa ado con
 l monoc ltivo. Pa el ma j de enf rmedad c ltivos asoci dos con
 yuca e to al igual que e l caso de las plagas significa requeri
 miento ed lido de l sumos g oq imi para s ont l. Si embarg l
 asoci ló l di lmi da de cultivos también pu de f vo ce el desarroll
 de problema patogé icos cuando exist condici spe lmento propi las
 pa llo. Un ma jo dec do d las e fermedad en lti os as lados de
 be t ne est c ta e ita do l asociación de especies en cond l ion s
 donde el asoci podría ag avar en ez de al l ar los problemas patogénicos

Mal s

U d las ve tajas de sembrar más de un solo lti o imultá eament
 en el mismo campo s la mayo cobert a lograda d sde temp ano po las pla
 tas. E to ed e l p etr lón de l al suelo lo que a vez merma l
 cre imi to de l malez. Cleave (1974) opi que los i temas de ltivos
 l t al d puede habe s gido específicame t po l rducido cont l
 de malez e ri l l s

P t i l b i l ó g i pa du i mal E monoc ltivo de yuca l probl
 ma del spacl no c bía t po l
 c ltivo en f se de c c imie to l lcial es pa t ic lamente s v ro d bido
 al desa ollo le to d l c ltivo y al espaciame to dista ciado e tr pla tas
 p acomod l c imi t pot lo. De hí que un lti vo asociado que
 b d p d ment l uel i ompet l ame t on l yuca pued
 ha r una contribución lmpo ta te al control cult ral de las malez n
 yuca

CIAT (1979) y L ihne (1980b) naliz ron l control d mal ompa
 d l monoc ltivo d yuca una asoci ló yuca f ijo l e CIAT Co
 lombia. Si tra lase d control el solo h cho de l terci la l yuca con
 el frijol red jo la ca tidad t tal de las malezas a 30% 47% y 33% de
 la ca tidad bservada el monoc ltivo los 45 90 y 135 dí s después de
 la siembra. La bserv lón los 135 dí as l dica que hubo efecto de con
 trol re l dual y que el frijol se cosechó a los 105 dí as después de la siem
 ba. Solo a los 180 dí as la cantidad de malez s donde había socia ló al
 ca zó el mismo lvel qu en l monoc ltivo (Fig 12)

E l sistema asociado l endimiento de l yuca fué igual con o sín
 control q mico y ma ual adicio ale e cambio en el monocultivo la
 yuca suf ló a merma en el rendimiento del 40% c do no hubo control quí

mic y man l de l malez. Esto r s lt dos salta e ament la esta
 bilidad d la prod id d l c ltivo l t rcal do en di iones d so m f
 lmo de l sumos compr do l que sugi q t i tema pod fa se l
 mas adec ado para el pequeño pod t i medios pa a comp a l sumos (é
 se también capít lo sobre manejo de plagas e sistemas sociados)

Un control de malez f t i o y stabl fué btenido soci do la
 yuca con u a legumino a pere (Desmodium heterophyllum). De p é s de
 fase d establ c imie to que duró u os 50 dí as la cobe tu a y el co t l d
 malez s f ron completas hasta la cosecha de la yuca. Si embargo hubo
 reducció e el rendimiento de la yuca del 18 9% debido l baj per pro
 lo gada compe t cia ent e el cultivo de obe t a y la yuca u p c i o r
 lativamente bajo que se pagó por mante er el lti vo libre de mal zas d ran
 te todo s ciclo veget tivo (CIAT 1979 Leihner 1980b)

Co trol químico d mal as Para el so de he blicid soci ción d
 cultivos con yuca l f cto mas limita te ha
 sido la información sob e selectividad de los prod ctos para varios c ltivos
 al mismo tiempo. La defi lenci de l formación s debida e que los he blic
 das usualmente son desa rollados para los mo c ltivos comerciales a gran
 esc la y no pa a los cultivos alimenticios d l pequeño productor

Conside a do sta defici cia de informa ión se ha l lciado algu
 investigación tendiente a idéntifica producto me clas y métodos de pli
 ca lón dec adas pa a c ltivos l t rcalados con yuca (López y Leihne 1981)
 A trá s de e t l investigación se idéntificaro herbicida pre-emerg t
 pa a so aso i lones de yuca con maíz y yuca co frij l comú ca pí
 mu go y ma í. También exist u a recomendació para l soci de yuca con
 maíz y ñame (Cuad o XI). Además de usar herbicidas con sel t i d d pa a
 difere tes cultivo l ag ic lto se p de aler de ot os p rincipo pa
 b t ne mayor selecti idad. El s d do l baja y la plicació p lem
 ba de los prod to. U ando do l baj d l he blicid d ismi ye l
 r i sg de efecto fit tóxic a los c ltivos pero t mbé merma l fici
 cia y d ración del control. Si embargo e el sistema asociado s l g a un
 cobe t por lo lti vo mas temprana que en el monoc lti ó po l
 c l el p lodo d ont ol fectivo cesa lo también dismi ye C po t
 al tiempo de la pl iación se obti a ga a cia adicional e selecti idad
 si l pre-emerge te no se aplica inmediatamente d spués de la lmb a de
 a do co l p á tica tradici n l sino algunos dí i clusive hast
 a i sema te de l emb. E t s po lbi sob t do co l p
 emerge tes de ló prolongada. Po jemplo e CIAT se bse vó un not io
 aume to en la selecti idad del Oxifluo fé o la asociación yuca-ma f cua do
 l herbi lida fué aplic do antes d la siembra

Control int g ado de malezas F temente l ombi ació d l s mé do
 de control sulta en mayor efici n l y cono
 mí. En CIAT un control de mal zas excelente y onómi o s bt o e un
 lti vo de yuca asociado con frij l comú apro e ha do l f cto de c be t
 ra temp del frijol y complemé t d lo con l plicación d he blicid
 pre-emerg t el cual también se aplicó e el monoc lti o d yuca. Mí e t as
 en el monoc ltivo de yuca el efecto de control del herbicida solo ya se habi

pe dido ant s d los 90 dí s d pué de la siembra la acción integrada d l c livo l t c lado junto con el herbicida mantuvo un control bueno d l s mal s hasta mas allá d l seis meses d spué de la siembra (CIAT 1978 Leihn 1980b) El mismo onc pto de la it g ión de métodos pa ontról maleza fué e l lado la ost no te d Colombia (ICA C ribia) donde p edomí a una maleza difícil de ombatir el coquito (Eype rot d L)

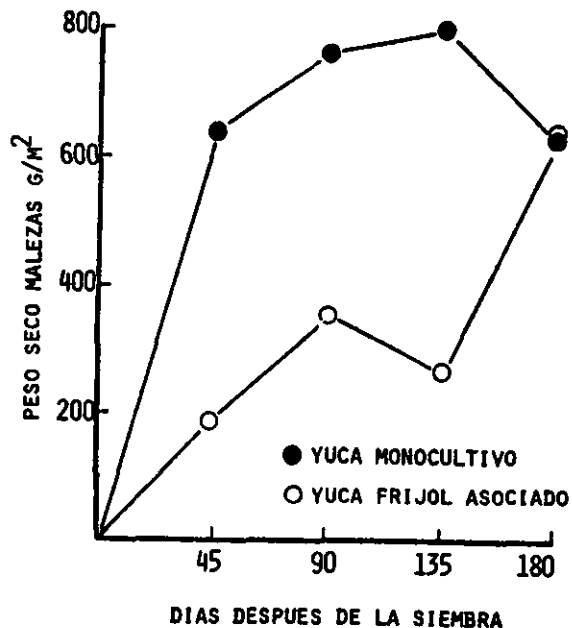


Fig 12 l rement d l peso seco d l malezas en yuca monocultivo ompa do con un sociación yuc frijol sin el empleo de otros l sumos para el control de malezas CIAT 1978

C adro XI HERBICIDAS PRE EMERGENTES PARA CULTIVOS ASOCIADOS CON YUCA

Producto Mezcla	Dosis 1/ Kg l A /Ha	Modo de Aplicación	Se l ctivo pa Asociacion s de
Li ron + Fluorodifen	0 25 0 50 1 50 2 10	Post Siembra	Yuca con frijol común Ca pi y Mungo
Li ron + Metolachlor	0 25 0 50 1 00 1 50	Post Siembra	Yuca con frijol común Ca pi Mu go Ma l y Maíz
Oxadiazon + Alachlor	0 25 0 50 0 90 1 40	1 2 semanas antes o post siembr	Yuca con Maíz
Di ron + Alachlor	0 80 1 20 0 90 1 40	Post Siembra	Yuca con Maíz y ñame
Oxifl rfen	0 25 0 50	1 2 semanas antes de la siembra	Yuca con Mami

1/ La dos dosis sumi list adas para cada producto se usa Las bajas en el s livianos y las altas en suelos pesados E las mezclas las ca tidades de ambos productos se agregan para formar la mezcla de ta que

El mejor control fué btenido aplica do herbi ida sistémico al coquito a t s de l p paración para la siembra e l te cala do yuca con mungo u a legumi sa de g no qu combia un rápida cobe t a d l lo con nivel bajo de compete cia con la yuca (Leihn 1980a CIAT 1980)

E alua ión de sistemas intercal dos

El si tema de cultivos i terc lados se dopt ta t po r zon s bi lógi as como económicas Es bien sabido qu n área semb ad o dos más cultivos en forma i terc lada puede dar una prod cción t tal mas alta que semb ando lo cultivos por separado en la misma supe fl i total Si emba g no solo impo ta l prod ctivid biológica ino l l t do nómi o que se obtiene d la asociación Por lo ta to s ese lal conocer la meto dologí que permite establecer si realmente se obt ieron ve tajas biológi cas y económicas del sistema adoptado

E aluación biológica

Se pa t de la base de que los culti s i te calados sea ig alme te aceptable para el agri lto y que de ambos se quiera obte er la mayor pro duc ión bi lógi c posible P ta situació l c ncepto del i díc Equ l l ente de Tierra (IET) (IRRI 1973 IIRI 1974 Mead y Willey 1980) es de utilidad sobresaliente para expresar y evaluar

La ventaja en producción biológica total del sistema asociado comparado con el monocultivo

La ventaja de una combinación de cultivo sobre la combinación de otros cultivos

La ventaja de una práctica agronómica sobre otra dentro del sistema asociado

La finalidad de sistema comparado con otro sistema de siembra

La interacción de competencia entre los componentes del sistema

El IET es la suma de dos cocientes (dependiendo del número de cultivos que intervienen en la asociación) y es el mismo que

$$IET = I_x + I_y = \frac{A_x}{H_x} + \frac{A_y}{H_y}$$

donde I_x y I_y son el IET específico de cada cultivo los cuales sumados dan el IET del sistema. Los IET individuales se calculan dividiendo el rendimiento del cultivo asociado A_x por el rendimiento del monocultivo H_x . Es la misma fórmula para el IET individual del cultivo y dividiendo el rendimiento A_y (o la interacción) por el rendimiento H_y (monocultivo). Cuando el sistema asociado se compone de tres cultivos el IET del sistema se compone de tres IET individuales

$$IET = I_x + I_y + I_z = \frac{A_x}{H_x} + \frac{A_y}{H_y} + \frac{A_z}{H_z}$$

El sistema de cultivo de maíz y frijol se confirmó en el estudio de IET para la asociación de maíz monocultivo y esa asociación para obtener la misma producción como la asociación. Normalmente el rendimiento de cada componente es mayor en el monocultivo que en la asociación por lo que se obtiene un menor rendimiento por hectárea en la asociación. Esto se manifiesta cuando los valores de A/H son menores de 1. Sin embargo como los cultivos se sembraron por separado el monocultivo y área total ocupada por los resultados mayores de lo que ocupa la asociación por lo que la misma producción biológica y que los rendimientos individuales se deben sumar para llegar a la superficie total ocupada por los cultivos en siembra para cada cultivo.

El estudio se ha puesto énfasis en las prácticas agronómicas mejoradas para las siembras. La metodología puede permitir a la agricultura de estas prácticas a la luz del concepto IET.

Tiempo relativo de siembra

El CIAT se determina en los IET para las asociaciones de yuca con frijol sembradas a diferentes épocas. Los datos de Gene y otros muestran que la siembra del frijol antes de la yuca se obtienen los mejores IET máximos cuando se siembra el frijol después de la yuca. El máximo se obtuvo con la siembra simultánea indicando la ventaja comparativa de esta práctica y confirmando que en esta forma se obtiene la mayor productividad biológica total (Fig. 13).

Densidad de siembra

Cuatro asociaciones de yuca con frijol fueron sembradas en CIAT para determinar el efecto de la densidad de siembra de yuca y sobre la productividad y eficiencia del sistema. En tres de las cuatro combinaciones se controló un IET y típicamente constata a través de un estudio de densidad de yuca indica que la densidad normal de monocultivo puede emplearse sin perjudicar la eficiencia del sistema asociado (Thung 1978). La misma observación se hizo en Quilichao probando diferentes densidades de caupí en asociación con yuca. En tres arreglos espaciales el IET se mantuvo estable a través de densidades de siembra de caupí entre 7 y 15 plantas/m². Esto confirma que al igual que en la yuca el empleo de densidades controladas en monocultivo (8 plantas/m² para caupí) no está en detrimento de la productividad total y eficiencia del sistema asociado (Fig. 14) (Fonseca 1981).

Respuesta a la fertilización

Cuando en un cultivo se observa respuesta positiva a la fertilización la respuesta puede tener la misma proporción en la asociación como en el monocultivo pero también puede ser más pronunciada en el monocultivo. Esto produce diferencias constantes entre rendimientos monocultivo y asociación o una diferencia cada vez mayor entre los dos rendimientos a medida que se incrementa el nivel de fertilización. Como resultado el IET individual de cada cultivo en la asociación queda o se baja o se eleva mayor que el de la fertilización. Además el IET del sistema se afectó por la competencia entre cultivos y asociación cuando se incrementa la fertilización del suelo. En una asociación de maíz y soya los niveles de N redujeron al maíz más competitivo frente a la soya causando una drástica reducción en el rendimiento de maíz como consecuencia el IET total del sistema disminuyó con el incremento de N (Cordero y McCollum 1979).

Una situación parecida fue observada con el cultivo de P en la asociación yuca-caupí. El rendimiento de P en la asociación fue menor que el de P en el cultivo de P solo. El caupí se volvió más competitivo frente a la yuca incrementando su rendimiento y asociación en iguales proporciones como en el monocultivo y a la vez causa de una disminución en el rendimiento de la yuca. Esto sugiere que la competencia y el establecimiento del IET del sistema depende del grado de incremento de P. El grado de P óptimo de P para una mayor eficiencia en el uso de la tierra fue de 44 kg/ha (Fig. 15A).

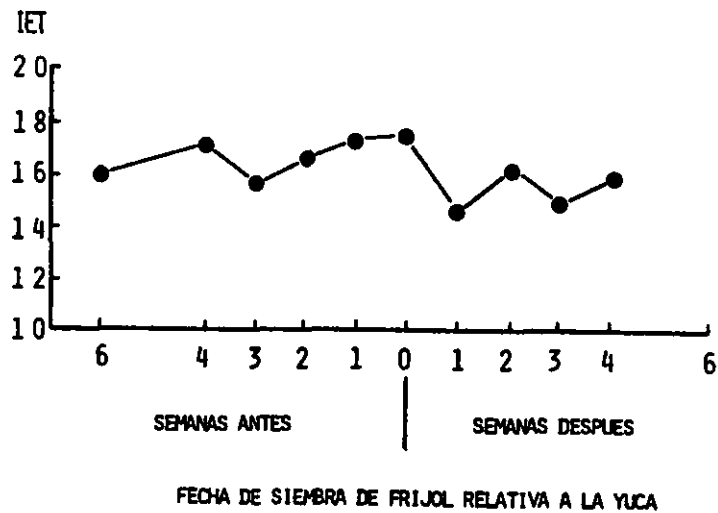


Figura 13 Índice equivalente de tierra en una asociación yuca/frijol en diferentes fechas relativas de siembra

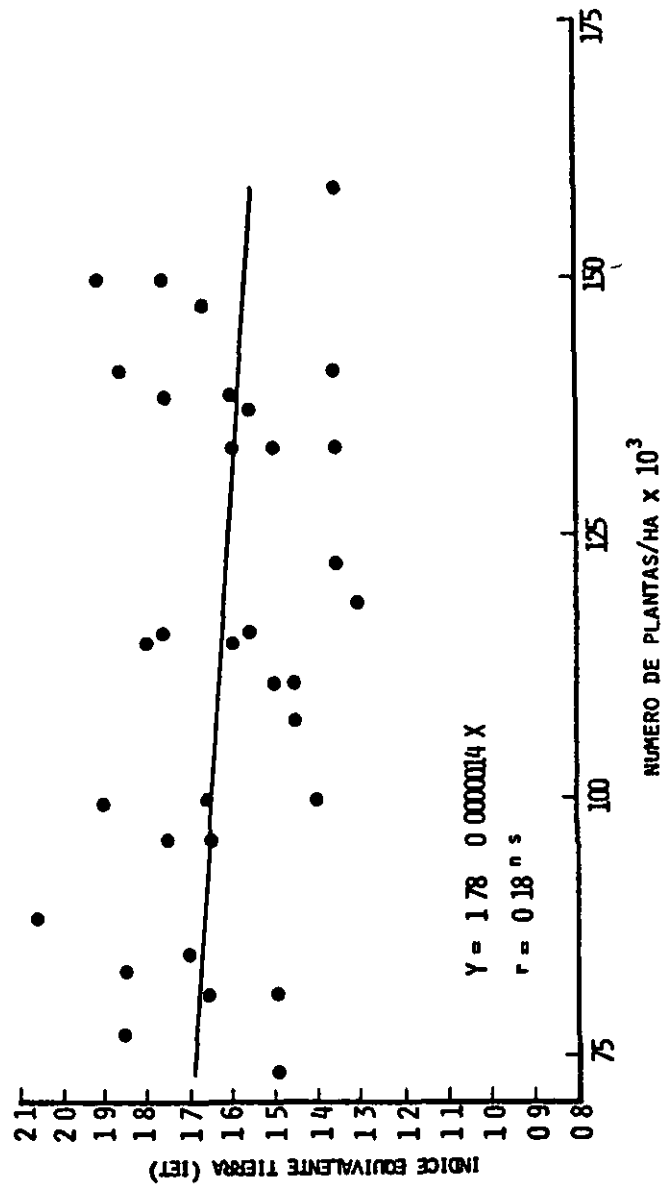


Figura 14 Efecto de la densidad de siembra de Caupí CV TVX 1836-9E en asociación con una población constante de yuca CV M Ve 218 sobre el índice equivalente de tierra (IET) del sistema Quilichao 1980

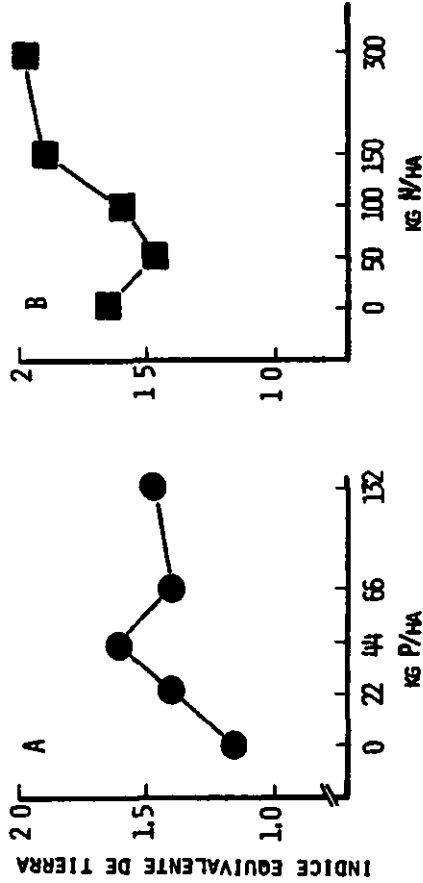


Figura 15 Efecto de niveles de P y N sobre el índice equivalente de tierra (IET) en asociaciones de yuca con caupí Quilichao y Caribía 1979

Otro tipo de estudio del IET fue en concordancia con una fertilización nitrogenada en el sistema de asociación yuca-caupí. La yuca responde mejor en forma individual a incrementos de N en monocultivo que en asociación. Esto junto con la ausencia de la respuesta al N del caupí y su relación con tanto el rendimiento en monocultivo y asociación condujo a un incremento del IET del sistema a partir del primer nivel de N y llegando a valores IET cercanos a 2 en los niveles altos de N (Fig 15B). Esta alta eficiencia en el aprovechamiento de la fertilización nitrogenada se obtuvo debido que la yuca en asociación mantiene una respuesta positiva al N sin modificar el sitio de competencia entre las dos especies ya que el TC del N sobre el crecimiento de la parte aérea de la yuca se mantiene estable. El TC de la yuca sobre el caupí de difentes asociaciones también fueron reportados por Caldero y McColium (1979) y Oelzig et al (1976).

Tasa de competencia entre cultivos

De acuerdo con Willey y Rao (1980) el concepto IET también ayuda en la evaluación del grado de competencia entre los cultivos asociados o sea se permite establecer si un cultivo fue mejor o peor competidor que el otro en asociación. Esto se logra simplemente dividiendo el IET individual de un cultivo por el otro y corrigiendo el resultado por la porción de espacio asignado a cada cultivo. La tasa de competencia (TC) para el cultivo X en asociación con el cultivo Y entonces se calcula de la siguiente manera:

$$TC_x = \left(\frac{A_x}{M_x} - \frac{A_y}{M_y} \right) \frac{E_y}{E_x} \text{ donde}$$

A_x y A_y son los rendimientos de los cultivos X y Y en asociación y M_x y M_y los respectivos rendimientos en monocultivo. E_x es la posición relativa de espacio ocupado por el cultivo X y E_y es la posición de espacio ocupado por el cultivo Y. La tasa de competencia del cultivo Y por lógica debe ser el recíproco de TC .

Un ejemplo tomado del trabajo antes reportado sobre el efecto de densidades y arreglos espaciales en asociaciones de yuca con caupí aclara la utilidad de este concepto para interpretar resultados y determinar ventajas o desventajas de distintas prácticas agronómicas en los cultivos asociados. Y sembrada en un arreglo constante de 180 x 60 cm fue intercalada con caupí 80 000 pl/ha con dos surcos a 45 cm de distancia de la yuca (arreglo 45/2). A través de los años el sistema completo ocupó un 180 cm de los cuales la yuca ocupa 45 cm y el caupí los restantes 135 cm o sea la yuca que ocupa yuca y caupí tiene una relación de 1 a 3. Los rendimientos de yuca en asociación y monocultivo fueron 20.9 y 22.9 t/ha de raíces frescas los del caupí 1165 y 1653 kg/ha de grano respectivamente. La TC de la yuca entonces se

cal la como sigue

$$TC_{yuca} = \left(\frac{20.0}{22.9} \frac{1165}{1653} \right) \frac{1}{3} = 3.89$$

y la TC de caupí es

$$TC_{caupí} = \left(\frac{1165}{1653} \frac{20.9}{22.9} \right) \frac{1}{3} = 0.26$$

El ejemplo muestra que con el manejo agronómico arriba descrito (arreglo del caupí en dos surcos con distancia amplia y densidad de siembra baja) la yuca es el cultivo dominante y esta asociación siendo casi cuatro veces más competitiva que el caupí. A pesar de las condiciones unilaterales favorecidas para la yuca se logró un IET total de 1.63 expresión de un alta eficiencia del sistema. Conserva de la población y el arreglo de la yuca pero dista de ser el caupí en forma más competitiva y siembra de una población elevada (arreglo 60/3 140 000 pl/ha) los resultados fueron los siguientes

$$TC_{yuc} = \left(\frac{17.7}{22.9} \frac{1357}{1623} \right) \frac{1}{3} = 0.93$$

$$TC_{caupí} = \left(\frac{1357}{1623} \frac{17.7}{22.9} \right) \frac{1}{3} = 1.08$$

En estas condiciones se logró un balance casi completo entre las dos especies el caupí siendo ligeramente más competitivo que la yuca. El IET total logrado en este sistema fue de 1.61

Análisis de la competencia entre yuca y caupí en el presente ejemplo por medio del concepto TC se hace evidente que el manejo agronómico de un sistema intercalado permite ampliar drásticamente el poder competitivo de sus componentes para depender de un otro componente o mantener el balance entre ellos de acuerdo con las producciones deseadas. Esto no necesariamente afecta la eficiencia total medida por el IET. El concepto TC se

La distribución del espacio al cultivo se explica observando la figura 7. El caupí en el arreglo 60/3 se sembró en tres surcos a 30 cm de distancia entre ellos. A los dos surcos exteriores además le corresponden 15 cm así que el espacio total correspondiente a los tres surcos de caupí desde 15 + 30 + 30 = 75 cm o sea la mitad del total de 180 cm

presta entonces como instrumento útil para cuantificar la competencia entre cultivos asociados y así verificar el efecto que distintas prácticas de manejo tienen sobre este parámetro

Evaluación económica

La evaluación económica es una definición de la productividad en diferentes alternativas de cultivo intercalado aplicando criterios empleados por el agricultor. Estos criterios dependen de los objetivos del agricultor los cuales a su vez son determinados por el destino de la producción: autoconsumo o venta. En América Latina más yuca se produce para el mercado que para el autoconsumo lo que permite evaluar diferentes sistemas de cultivo intercalado en términos de su valor comercial.

Comparación entre sistemas

Al comparar diferentes sistemas de cultivo hay varias ventajas en establecer diferencias de productividad en términos del valor comercial tal como se encuentra en los precios del mercado a saber:

- Es posible comparar los diferentes productos e insumos del cultivo aplicando una unidad común de medida.
- Diferencias de calidad pueden tomarse en cuenta.
- El investigador puede evaluar diferentes alternativas desde el mismo ángulo que el agricultor.

La evaluación económica asumirá por lo tanto que el agricultor elige alternativas de sistemas de cultivo con el objetivo de obtener un mayor ingreso líquido que es igual al valor de la producción total del cultivo menos los costos de su producción. Una comparación basada en entienda líquida es efectiva porque selecciona entre diferentes sistemas de cultivo especialmente donde:

- Hay competencia entre los cultivos asociados y la práctica de manejo se puede modificar a favor de la yuca o del cultivo asociado (véase párrafo Tasa de competencia entre cultivos).
- Hay mayor diferencia en el rendimiento y por consiguiente en el costo de la producción.
- Hay diferencias en el valor relativo de los cultivos de una región a otra lo que puede modificar la rentabilidad de un sistema de producción.

Por otra parte el sistema con la mayor rentabilidad puede ser diferente del sistema que arroje la mayor relación equivalente de tierra (IET). El IET difiere principalmente de la medida de la renta líquida en que en el cálculo del IET cada cultivo tiene igual valor y las diferencias en los costos de producción no se toman en cuenta. Por lo tanto la determinación de la productividad biológica debe estar lógicamente separada de la definición de rentabilidad.

Determinación de la rentabilidad en sistemas de cultivo asociado

Un simple análisis de rentabilidad (también conocido como presupuesto parcial) se discutió brevemente en el capítulo 4 y en el capítulo 5.

- Especificación de sistemas alternos
- Cálculo de beneficios brutos
- Determinación de costo de producción y
- Cálculo de la entera del beneficio (Una discusión más completa de esta práctica se encuentra en P. I. et al. 1976)

El análisis económico en su forma más simple pretende determinar cuál es la alternativa más rentable. De acuerdo con la naturaleza de los datos experimentales, este análisis se hace casi siempre por unidad de superficie (hectáreas). La primera operación debe especificar las alternativas que comprenden todas aquellas potencialmente utilizables por el agricultor e incluirá los diferentes sistemas de cultivo y dentro de cada sistema las prácticas culturales que produzcan cambios en los costos de producción o en el rendimiento. Un ejemplo del sistema yuca frijol se presenta en el Cuadro XII.

Luego se calculan los beneficios brutos o el ingreso para cada alternativa. Como se muestra en el Cuadro XII, el dato de rendimiento o alternativa de producción utilizable o apta para la venta se especifica para cada cultivo de trote del tratamiento. La producción de cada cultivo se multiplica entonces por sus respectivos precios para obtener el valor de la cosecha. Los diferentes valores de cultivos se suman luego para calcular el ingreso bruto total para cada alternativa. El precio es un parámetro crítico en estos cálculos y los precios usados en el análisis deben ser los que se pagan por los productos a la salida de la finca, es decir, es el precio que el agricultor recibe por la venta de su cosecha.

Ello que más se desvía al análisis económico del análisis biológico es que las diferencias en los costos de producción entre los diferentes sistemas son deducidos del rendimiento monetario bruto. El énfasis está en los insumos o costos que varían entre los tratamientos. Por lo tanto un presupuesto completo que se incluyen los costos fijos tales como la tierra y el maquila es lo mismo que los costos variables o es necesario para distinguir entre las alternativas. Solamente se hace un presupuesto parcial basado en los costos variables.

Los costos que con mayor probabilidad cambian entre diferentes sistemas de cultivo con yuca son:

- El costo de establecer el sistema
- Los costos de mano de obra especialmente para desyerbar
- Los costos de insumo requeridos como fungicida para un tiempo, el control de frijol o fertilizante nitrogenado para el maíz intercalado

d) Costo de la cosecha

El Cuadro XII porta un ejemplo de costos para diferentes sistemas de cultivo yuca frijol. Las diferencias en los costos de producción son notorias y se deben por un lado al incremento en el costo de los insumos con introducción del frijol y por otro lado al ahorro sustancial en el costo de la mano de obra necesaria para desyerbar debido al control de malezas cultural establecido por el frijol robustivo.

Los beneficios netos se calculan restando los costos variables totales de los beneficios brutos.

El cuadro relativamente complejo se incluyó solamente para suministrar información con datos concretos sobre la rentabilidad de varios sistemas intercalados de yuca con frijol sino también para proveer al lector de un marco para analizar una situación de cultivo familiar para él efectuando el cómputo de la rentabilidad neto con la introducción de cifras propias. El ejemplo aquí elaborado muestra que el sistema de cultivo intercalado yuca con frijol en condiciones de CIAT da una ganancia por hectárea más alta que los sistemas de monocultivo. Hart (1975) y CIAT (1978 y 1980) han demostrado también que los sistemas de cultivo intercalado con yuca tréves de un rango de condiciones de producción da una puesta económica más favorable que yuca en monocultivo.

CUADRO XII ANALISIS ECONOMICO DE DIFERENTES SISTEMAS DE SIEMBRAS DE YUCA FRIJOL

Beneficio Bruto V l de Producción	Yuc - P nec litivo		Yuc / F l j l Arbustivo		Y / F l j l Volubil		Y ca/ F l Arb 1 51		1 51			
	Ca tid ad P eci po unidad	V tor	Ca tid d P re l po unid d	V l	Ca tid ad P re l unid d	V l	C tid ad P l d	1 51				
28 22	3 500/t	98 700	23 0t	3 500/t	80 500	31 4	3 500/t	109 900	24 9t	3 500/t	88 630	
			2 0t	12 000/t	24 000	0 5t	24 000/	12 000	2 0t	12 C 3/	24 C 3/	
		98 700			104 500			121 900	0 6	24 000/	14 4 3	
											125 90	
Cost o de Producción	1 ha	2 000/ha	2 000	1 h	2 000/ha	2 000	1 ha	2 000/ha	2 000	1 ha	2 000/h	2 000
Prepa ón de Tl	7	150	1 050	12	150	1 950	7	150	1 050	12	150	1 950
Cost de Labores (j rna l)	5	150	750	5	150	750	5	150	750	5	150	7 0
Siemb	2	150	300	2	150	300	5	150	750	5	150	750
Aplicac ón de Abono	44 5	150	6 675	0	150	1800	11	150	1 650	23	150	2 453
Aplicac ón de Herbicida												
Desyerba	19	150	2 850	39	150	5 850	40	150	750	5	150	750
Segunda Siemb de Entre Surcos												
Cosecha												
Costos Dinero Gastado	300 kg	12 6/kg	3 800	300 kg	16/kg	528	60 kg	40/kg	2 400	93	31 5/kg	2 928
Semill	7 l ieros	145/l	1 015	7 l ieros	12 6/kg	3 800	600 kg	12 6/kg	7 560	600 kg	12 6/kg	7 560
Abono												
Herbicida												
Fungicida												
Costos T l iales												
Beneficio Neto												
Beneficios de Costos Bruto												

BIBLIOGRAFIA

- 1 ALTIERI M A C A FRANCIS A Van SCHOONHOVEN and J D DOLL 1978 A review of insect prevalence in maize (Zea mays L) and bean (Phaseolus vulgaris L) Polycultural systems Field C op Research 1 33 49
- 2 ANDREWS D J and A H KASSAM 1976 The importance of Multiple Cropping in Increasing World Food Supplies in Multiple Cropping ASA Special Publication No 27 10p
- 3 ANONYMUS 1943 Root Disease in Replanted Areas Ceylon Rubber Research Scheme Advisory Circular No 10 (Suppl) 2p
- 4 ARAUJO E y RAUL MORENO 1978 Propagacáo de doencas foliares do feijáo macassa (Vigna unguiculata (L) Walp) em dife nte sistemas de cultivos I Vírozes Fitopatol gí Brasilei 3 (1 Spa ish)
- 5 ARENE O B 1976 Influence of Shade and Inter cropping on the Incidence of Cassava Bacterial Blight in Peasley G Te y E R and MacI tyre R eds Workshop on Cassava Bact il Blight Ibadé Nig ria IDRC 096e 1977 Ottawa Canada
- 6 ASHER C J D G EDWARDS and R H HOWELER 1980 Nut itio al Disorders of Cassava (Manihot esculenta Crantz) St Lucia Australi University of Queensland 48p
- 7 BODKIN G E 1912 The cassava hawk moth (Diplodia phonota Ell) Journal f the Board of Agricultur of British Guiana 6 17 27
- 8 BRAY R H 1954 A Nutritive Mobility Concept of Soil Plant Relationships Soil Science 78 9 22
- 9 BURGOS J F 1980 Soil Related Intercropping Practices in Cassava Production in Cassava Cultural Practics Webe E J Toro J C and Graham M eds Proceedings of a Workshop held in Salvador Bahia Brazil IDRC 151e Ottawa Canada
- 10 CABLE D R 1968 Competition of the semi desert grass hybrid type as influenced by root systems growth habit and soil moisture extraction Ecology 50 27 38

- 11 CARDONA C and J C WALKER 1956 Angular leaf spot of bean
Phytopathology (USA) 46:610-615
- 12 CASTELLANOS, V H 1981 Comportamiento de la yuca (Manihot esculenta
Crantz) sometida a una poda parcial y cultivada en asociación
con frijol común arbustivo y voluble (Phaseolus vulgaris L.)
M S Thesis Turrialba Costa Rica
- 13 CASTRO A 1981 Effect of spatial planting arrangement on cassava
(Manihot esculenta Crantz) root yield In press
- 14 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1973 Maize Production
Systems Annual Report Cali Colombia
- 15 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1977 Cassava Program
Annual Report Cali Colombia
- 16 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1978 Cassava Program
Annual Report Cali Colombia
- 17 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1979 Cassava Program
Annual Report Cali Colombia
- 18 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL 1980 Cassava Program
Annual Report Cali Colombia
- 19 CLEAVE J H 1974 African farmers' labor in the development
of small holder agriculture Prager N Y 253p
- 20 COCK J H and R H HOWLER 1978 The ability of cassava to grow
on poor soils In Jung G A eds Crop tolerance to sub-optimal
land conditions Madison Wisconsin American Society of Agronomy
(ASA) Special Publication No 32 145-154
- 21 COCK J H D FRANKLIN G SANDOVAL and P JURI 1979
The ideal cassava plant for maximum yield Crop Sci 19:271-279
- 22 CORDERO A and R E McCOLLUM 1979 Yield Potential of Interplanted
Annual Food Crops in Southeastern U S Agron J 71(5) 834-842
- 23 CHANG H C H CHAND and F W HO 1969 Competition between sugar
cane and intercropped for fertilizer with P32 and Rb 86
Journal of Agricultural Science of Chile 63:43-49 As cited by
Deisl et al 1976
- 24 DALAL R C 1974 Effects of Intercropping with pigeon peas
on grain yield and nutrient uptake Exp Agron 10:219-224
- 25 DEMPSTER J P and TOM COAKER 1974 Diversification of Crop
Ecosystems as a Means of Controlling Pests Jones O P and
M E Solomon eds Biology of pest and disease control Wiley
New York pp 106-114
- 26 DIAZ R O and P PINTSTRUP ANDERSEN 1977 Descripción Agroeconómica
del Proceso de Producción de Yuca en Colombia Cali Colombia
S A Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Edición preliminar
- 27 ENE L S O 1977 Control of Cassava Bacterial Blight (CBB)
Tropical Root and Tuber Crops Newsletter No 10:30-31
- 28 EZEILO W N O 1979 Intercropping with Cassava in Africa I Weber
E Nestel B and Campbell M eds Proceedings of an
International Workshop held at Triana Trinidad IDRC 142e
49-56p
- 29 FONSECA D 1981 Efecto de Poblaciones y Arreglos espaciales de
Caupí (Vigna unguiculata) y Maíz (Asteraceae) Asociado
con Yuca (Manihot esculenta Crantz) sobre Producción e Intercambio
del Uso de la Tierra Tesis de Grado Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmyra
- 30 HART R D 1975 A behavior and maloc polyculture cropping
system II A comparison between the yield and economic
return from monoculture and polyculture cropping systems
Turrialba Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas 25(4) CATIE
Turrialba Costa Rica
- 31 HARWOOD R R and E C PRICE 1976 Multiple Cropping in Tropical
Asia I Multiple Cropping ASA Special publication No 27
11-40p

- 32 HEGEWALD B and DE LEIHNER 1980 Intercropping Grain Legumes with Cassava on Acid Infertile Soils Post Doctoral Report Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali Colombia
- 33 HOWELER R H C A FLOR and C A GONZALEZ 1978 Diagnosis and Correction of B Deficiency in Beans and Mungbeans in a Mollisol from the Cauca Valley of Colombia Agron J 70(3) 493-497
- 34 HOWELER R H 1981 Nutrición Mineral y Fertilización de la Yuca (Manihot esculenta Crantz) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Serie No 09SC-4 Cali Colombia
- 35 INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE 1973 Multiple Cropping Annual Report Los Baños Philippines
- 36 INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE 1974 Cropping Systems Annual Report Los Baños Philippines
- 37 KURTZ T S W MELSTED and R H BRAY 1952 The Importance of Nitrogen and Water in Reducing Competition Between Intercrops and Corn Agric J 44 13 17
- 38 LARIOS J and R MORENO 1976 Epidemiología de algunas enfermedades foliares de la Yuca en diferentes sistemas de cultivo I mildiu polvoroso y rona Turrialba (Costa Rica) 26 389-398
- 39 LEIHNER D E y A CASTRO 1979 Prácticas Sencillas para Aumentar el Rendimiento del Cultivo de la Yuca (Manihot esculenta Crantz) Contribución presentada en la XXV Reunión del PCCMCA Tegucigalpa Honduras
- 40 LEIHNER D E 1979 Agronomic Implications of cassava legume intercropping systems in Weber E Nestel B and Campbell M eds Intercropping with cassava Proceedings of an International Workshop held at Trivandrum India IDRC 142e Ottawa Canada
- 41 LEIHNER D E 1980a Coqui (Cyperus rotundus L.) en el cultivo de la Yuca Interacciones y control Contribución presentada en el XII Seminario de COMALFI
- 42 LEIHNER D E 1980b Cultural Control of Weeds in Cassava in Cassava Cultural Practices Weber E J Toro M J C and Graham M eds Proceedings of a Workshop held in Salvador Bahia Brasil IDRC 151e
- 43 LITAV M and S WOLOVITCH 1971 Partial separation of reducing the effect of competition between two grass species Annals of Botany 35 1163 1178
- 44 LITSINGER J A and K MOODY 1976 Integrated Pest Management in Multiple Cropping Systems in Multiple Cropping ASA Special Publication No 27 293 316p
- 45 LOPEZ J y D E LEIHNER 1981 Control Químico de Malezas en Policultivos con Yuca Contribución presentada en el XIII Seminario de COMALFI Cali Colombia Revista COMALFI en Imprenta
- 46 MEAD R and R W WILLEY 1980 The concept of a Land Equivalent Ratio and advantages in yields from intercropping Expl Agric (1980) 16 217 228
- 47 MENESES R 1980 Efecto de diferentes poblaciones de maíz (Zea mays L.) e la producción de raíces de Yuca (Manihot esculenta Crantz) al cultivarlos en asociación Tesis para optar al título de Magister Scientiarum Univ de Costa Rica Sistema de Estudios Posgrado CATIE Turrialba Costa Rica
- 48 MOHAM KUMAR C R and M HRISHI 1979 Intercropping systems with cassava in Kerala State India in Intercropping with Cassava Weber E Nestel B and Campbell M eds Proceedings of an International Workshop held at Trivandrum India IDRC 142e Ottawa Canada
- 49 MORENO R A 1979 Crop protection implications of cassava intercropping in intercropping with cassava Weber E Nestel B and Campbell M eds Proceedings of an International Workshop held at Trivandrum India IDRC 142e Ottawa Canada
- 50 MORENO R A and ROBERT D HART 1979 Intercropping with Cassava in Central America in Intercropping with Cassava Weber E Nestel B and Campbell M eds Proceedings of a International Workshop held at Trivandrum India IDRC 142e 17 24p

- 51 NICKEL J L 1973 Pest situation in changing agricultural systems
a review Bull Entom Soc Amer 54 76-86
- 52 NITIS I M 1977 Stylosanthes as companion crop to cassava
(Manihot esculenta) IFS Research Grant No 76 Faculty of
Veterinary Science and Animal Husbandry Udayana University
Depensar Bali
- 53 OELSLIGLE D D R E McCOLLUM and B T KANG 1976 Soil Fertility
Management in Tropical Multiple Cropping In Multiple Cropping
ASA Special publication No 27 275 292p
- 54 OKIGBO B M and D J GREENLAND 1976 Intercropping Systems in
Tropical Africa In Multiple Cropping ASA Special publication
No 27 63 102p
- 55 PERRIN R K E R WINKELMANN D L MOSCARDI and J R ANDERSON 1976
From Agronomic Data to Farmer Recommendations CIMMYT Informa-
tion Bulletin 27 Mexico July 16
- 56 PIMENTEL D 1961 Species diversity and insect population
outbreaks Ann Entom Soc Amer 19 136 142
- 57 RAO B S 1970 Pest Problems of Intercropping on Plantations
In Blencowe E W and Blencowe J W eds Crop Incorporated
Society of Plants 245 252p
- 58 RAPER C D Jr and S A BARBER 1970 Rooting systems of soybeans
I Difference in root morphology among varieties Agron J
62 581-584
- 59 RUTHENBERG M 1971 Farming systems in the tropics Clarendon
Press Oxford United Kingdom
- 60 SANCHEZ P A 1976 Properties and Management of Soils in the
Tropics (Wiley New York 1976)
- 61 SURYATNA EFFENDI Cassava intercropping practices and manage-
ment in Indonesia I Intercropping with Cassava Weber E
Nestel B and Campbell M eds Proceedings of an International
Workshop held at Trivandrum India IORC 142e 35 37p
- 62 SOUTHWOOD T R L and M J WAY 1970 Ecological background to
pest management In Concepts of pest management N C State
Univ Raleigh pp 6 28
- 63 THUNG M 1978 Multiple Cropping Based on Cassava Post Doctoral
Report CIAT Internal Document
- 64 THUNG M and J H COCK 1979 Multiple Cropping Cassava and Field
Beans Status of Present Work at the International Centre of
Tropical Agriculture (CIAT) in Intercropping with Cassava
Weber E Nestel B and Campbell M eds Proceedings of an
international Workshop held at Trivandrum India IORC 142e
7 16p
- 65 TRENBATH B R 1976 Plant interactions in Mixed Crop Communities
in Multiple Cropping ASA Special Publication No 27 129-170p
- 66 WILLEY R W and M R RAO 1980 A competitive ratio for quantify-
ing competition between intercrops Expl Agric (1980) 16:117 125