

8233

ANTECEDENTES FISIOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS PARA CULTIVAR LA YUCA Y EL FRIJOL
EN ASOCIACIÓN¹



M. THUNG²

4

8233

La presentación de las ideas de esta conferencia se efectuará en la siguiente forma:

- I Introducción
- II Agronomía de la yuca
- III Fisiología de la yuca
- IV Problemas de competencia en el sistema de cultivos asociados.
- V Aspectos para comprender la interacción yuca-frijol.
- VI Problemas con las prácticas culturales en el cultivo asociado yuca-frijol.

1/ El Programa de Fisiología de Yuca del CIAT adelanta las investigaciones del cultivo de la yuca y el frijol en asociación.

2/ Fisiólogo, Becario post-doctorado

I. INTRODUCCION

Bradfield (1970), indica tres métodos generales para aumentar la producción de alimentos:

- 1.- Aumentar el área de siembra de cultivos alimenticios.
- 2.- Aumentar la producción por unidad de área.
- 3.- Aumentar el número de cultivos por año en un mismo terreno.

Desafortunadamente no son muchos los países que aún tienen suficientes terrenos de reserva para ampliar su área de cultivo. Con el fin de aumentar la producción por unidad de área es necesario disponer de variedades y prácticas culturales mejoradas. Sin embargo, la producción de granos y otros cultivos alimenticios bajo el sistema de monocultivo (una cosecha por estación, por unidad de área) no ha sido lo suficientemente alta para satisfacer la demanda futura. Con el fin de satisfacer esta urgente demanda de alimentos a corto plazo, las investigaciones actuales se enfocan primordialmente hacia los siguientes objetivos:

- 1.- Explorar cultivos alimenticios tradicionales y nuevos con alto potencial de rendimiento.
- 2.- Cultivos asociados.
- 1.- Explorar cultivos alimenticios tradicionales y nuevos con alto potencial de rendimiento.

Un ejemplo de los cultivos que se están explorando por su alto potencial de rendimiento es el de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Solo recientemente, la yuca surgió de la oscuridad en que se hallaba en el trópico y se pretende que, en un futuro, sea un cultivo universal. En cierta medida, puede reemplazar el ñame, aroideas y batata (Martín, 1970); hasta

el presente, el mejor cultivar de yuca aún no ha expresado su máximo potencial genético (de Vries, 1967; Cock, 1976).

La yuca, como productora eficiente de almidón, tiene un contenido de proteínas y vitaminas relativamente bajo. Para balancear la dieta humana en una región donde el consumo de yuca es alto, la mejor alternativa pueden ser las leguminosas.

2.- Sistemas de Cultivos Asociados

A pesar de que los agricultores del trópico y sub-trópico han practicado estos sistemas durante siglos, sólo recientemente se convirtieron en objetivo de la investigación agrícola. Los sistemas de cultivos múltiples agregan otra dimensión (Tiempo y Espacio) a la investigación agrícola tradicional (Sánchez, 1976).

Se asegura que estos sistemas se convertirán en la forma futura de la agricultura (Martin, 1970; Sánchez, 1976) para satisfacer la demanda creciente de alimentos.

El sistema de cultivos asociados para la producción de alimentos es ampliamente utilizado por agricultores con diversos niveles de tecnología agrícola. En los países en desarrollo, tales como los de América Latina, Africa y Asia, los agricultores de bajos recursos administraran sus fincas de tal manera que se obtienen producciones bajas, pero frecuentemente adecuadas y relativamente estables. La mayoría de los alimentos consumidos por la gente de estos países se derivan de éste tipo de sistemas de cultivo.

Cuando los sistemas de cultivos asociados son más intensivos, la

producción obtenida depende de la interacción de las especies en asociación. Por éste motivo, los estudios de intercalamiento, adelantados por el Programa de Fisiología de Yuca, hacen énfasis en la interacción entre los cultivos. A través de la comprensión de esta interacción cultivo a cultivo, se pueden obtener las informaciones básicas de los sistemas asociados, lo cual permitirá definir mejores sistemas de intercalamiento.

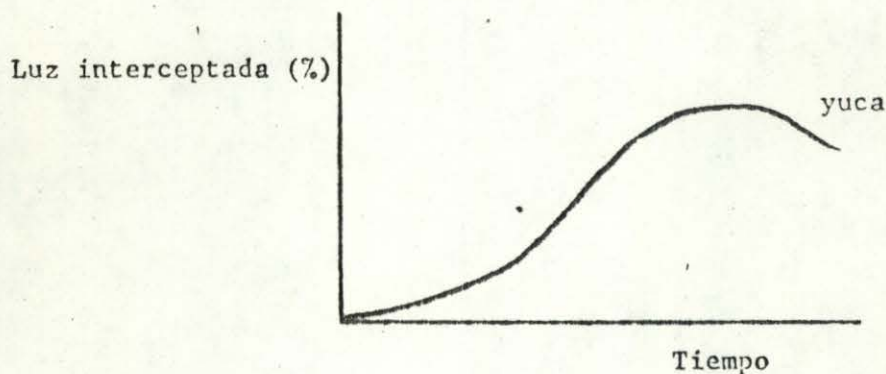
II. AGRONOMIA DE LA YUCA

La yuca (Manihot esculenta Crantz) pertenece a la familia Euphorbiaceae y normalmente se cultiva entre los 30°N y 30°S de latitud. Fuera de estos límites, la yuca no crece bien, debido a su sensibilidad al fotoperíodo (Jones, 1959); los rendimientos de la yuca disminuyen significativamente en días de más de 14 horas, en comparación con el tratamiento de día corto (Sarah, S.B. 1975; Bolhuis, 1966; y CIAT, 1974). La yuca se cultiva entre los 0 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación anual que oscila entre menos de 1.000 milímetros y varios miles de milímetros. A alturas mayores de los 2.000 metros, la yuca no crece bien debido a la baja temperatura (Cock e Irikura). La yuca frecuentemente se cultiva en áreas monzónicas que presentan estaciones húmedas y secas pronunciadas. Esto demuestra que después del establecimiento de la yuca, la planta es capaz de sobrevivir bajo condiciones secas. En consecuencia, la yuca establecida no presenta un período crítico (Cock y Rosas). La yuca también crece en suelos con un pH extremadamente bajo (4.3), donde otros cultivos no logran desarrollarse. Lógicamente, los mayores rendi-

mientos de yuca se obtienen en suelos de buenas características. En la rotación de cultivos, por lo general la yuca se siembra de último, debido a su habilidad para producir varias toneladas de raíces frescas por hectárea en suelos relativamente empobrecidos.

III. FISILOGIA DE LA YUCA

El desarrollo de la cobertura foliar de la yuca es lento durante los primeros estados, y particularmente bajo condiciones desfavorables. El hábito de crecimiento de la yuca se puede ilustrar mediante su curva de interceptación de luz.



La baja interceptación de luz y el amplio espaciamiento, indican que durante los primeros estados, la yuca no utiliza mayor cantidad de luz, pero tampoco tolera sombra y la competencia (Doll, 1976). En consecuencia, aparentemente no es mucha la cantidad de luz utilizada. Este excedente de luz podría ser utilizada por otros cultivos, como por ejemplo el frijol arbustivo. A partir de los seis meses las hojas de la yuca tienden a caer-

se; nuevamente, hay suficiente luz disponible bajo la cobertura foliar de la yuca. En este caso, el frijol trepador, se puede cultivar en asociación con la yuca, en el cual el tallo de la yuca serviría como soporte del frijol. Este método es ventajoso para cultivar el frijol trepador, debido al alto costo que tiene el soporte artificial.

IV. PROBLEMAS DE COMPETENCIA EN LOS SISTEMAS ASOCIADOS

La planta requiere de diversos factores de crecimiento que incluyen: luz, agua, nutrimentos y dióxido de carbono. La luz y el CO₂ son absorbidos por las hojas, y el agua y nutrimentos principalmente por la raíz. En todos los cultivos sembrados a una densidad normal, se presenta competencia entre las plantas por los recursos. Sin embargo, en los sistemas asociados se presenta más tempranamente que en el sistema de monocultivo.

1.- Luz y CO₂

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

Cuando las coberturas fotosintetizantes de los componentes del sistema se encuentran a la misma altura, la competencia por luz se puede presentar muy tempranamente en el desarrollo de los cultivos. Se considera que las especies que se pueden cultivar más exitosamente en el sistema asociado, son las que presentan diferentes alturas de cobertura foliar.

Cuando la cobertura fotosintetizante de un componente se encuentra a mayor altura (yuca) que la del otro (frijol), la más alta intercepta la

mayor parte de la luz. En este caso, el componente de menor altura se encuentra bajo condiciones desfavorables. Si las condiciones del suelo no son limitantes y los cultivos aún se encuentran en la fase vegetativa, la fotosíntesis y tasa de crecimiento de sus coberturas son casi proporcionales a la radiación que intercepta (Stern y Donald, 1962).

Durante la fase crítica del crecimiento, el sombreamiento puede afectar significativamente el rendimiento del cultivo. La fase crítica del frijol es durante la floración, y la de la yuca durante los primeros estados. El sombriío del frijol durante la floración disminuirá el rendimiento significativamente (Informe Anual del CIAT, 1976). El sombreamiento de la yuca durante los primeros dos meses del crecimiento redujo su rendimiento en un 50 por ciento (Doll, 1976).

La competencia por CO_2 entre los componentes del sistema asociado juega un papel de poca importancia en un cultivo abierto, aunque es teóricamente posible que esto ocurra. La turbulencia dentro de una cobertura foliar es frecuentemente tan grande, que no parece factible que se presente este fenómeno (de Witt, 1965). Además, el CO_2 respirado durante la fotosíntesis puede ser utilizado nuevamente por la planta (reasimilación), (Cock - Yoshida, 1972).

2.- Agua y Nutrientos

Las raíces toman el agua y nutrientes del suelo. Cuando ambos cultivos se encuentran en estado de plántula, las raíces estarán suficientemente distanciadas. En virtud de que el área superficial del sistema radical puede ser de más de 100 veces la de la parte aérea (Dittmer, 1937), el suelo

pronto se llena y el fenómeno de la competencia puede comenzar. La competencia entre raíces suele presentarse primero que la competencia entre las partes aéreas de las plantas.

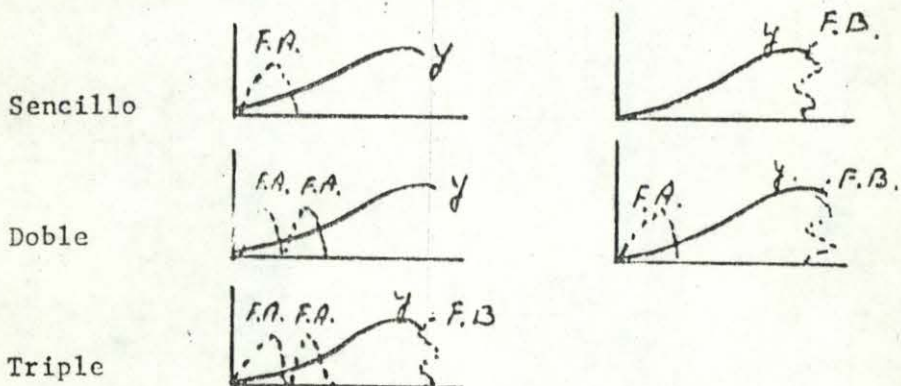
El agua y los iones de nitrato en el suelo son más móviles que el potasio y el fósforo (Bray, 1954). En consecuencia, la tasa de absorción de los primeros es más rápida, y por lo tanto, las zonas de reducción de agua y nitratos crecen más rápidamente que las del potasio y fósforo. Esto significa que la competencia se inicia cuando ocurre un traslape de las zonas de reducción de ciertos elementos. Sin embargo, la competencia entre raíces individuales y el sistema radical de un componente puede iniciarse más tempranamente. El grado de traslape entre el sistema radical de los componentes, es muy importante tener un buen conocimiento del patrón de distribución y densidad de las raíces de los componentes del sistema asociado.

V. ASPECTOS PARA COMPRENDER LA INTERACCION YUCA-FRIJOL

Desde 1976, el programa de Fisiología de Yuca viene adelantando investigaciones sistemáticas para comprender el sistema de asociación yuca-frijol. Dentro de estas investigaciones están:

1. Epoca relativa de siembra
2. Optima combinación de densidades de población de los dos cultivos.
3. Influencia del genotipo en el sistema asociado
4. Competencia por luz versus competencia por nutrimentos.

5. Sistema de asociación de la yuca con el frijol, en el que el frijol se cultiva secuencialmente,



Estas investigaciones se adelantan con el fin de determinar la intensidad con que se puede intercalar la yuca con el frijol.

VI. PROBLEMAS CON LAS PRACTICAS CULTURALES EN EL CULTIVO ASOCIADO YUCA-FRIJOL.

1. Tipo de suelo y su fertilidad

El tipo de suelo y la fertilidad del mismo limitan la posibilidad de cultivar yuca y frijol en asociación. En ciertos suelos la yuca puede crecer bien, en tanto que el frijol no se desarrolla.

Se recomienda sembrar la yuca y el frijol en camellones o camas, debido a que ambos cultivos no toleran excesos de agua. Los suelos profundos con buen drenaje son los mejores para el desarrollo de ambas especies. La preparación del suelo para la siembra de la yuca debe adelantarse más cuidadosamente que para el frijol. La recirculación de los nutrientes presentes en los residuos de frijol pueden mejorar el balance de nitrógeno en los suelos.

2. Agua

En las regiones donde no existen facilidades de riego, como en la mayoría de las fincas de los pequeños agricultores, el inicio de la estación lluviosa determina la fecha de siembra. Michel (1973) determinó que el sistema de cultivo asociado utiliza el agua disponible en forma más eficiente que el monocultivo.

El proceso es el mismo para la aplicación de fertilizantes. El agua total utilizada puede ser mayor, pero la eficiencia, medida en términos de la cantidad de agua utilizada por unidad de producción, será menor.

3. Material de siembra

Yuca

Es ventajoso que las estacas de yuca tengan un alto porcentaje de germinación, debido a que su resiembra es difícil de lograr en el sistema asociado sin perturbar las plantas de frijol.

En el sistema de cultivo asociado, es preferible utilizar un cultivar de yuca de ramificación tardía, como por ejemplo M Mex 11, M Mex 17 y M Pan 70. La utilización de este tipo de cultivares facilita la cosecha del frijol en comparación con la utilización de los tipos de ramificación temprana. Los cultivares de yuca que emiten una gran cantidad de follaje también ejercen demasiado sombra sobre el frijol. No debe utilizarse variedades de altos rendimientos, puesto que el frijol se ejerce mucha competencia.

Frijol

Se deben sembrar variedades de frijol tolerantes al sombreado.

cuando se pretende intercalar esta leguminosa con yuca. El período crítico del sombreamiento es durante la época de floración. Durante esta época, la yuca se encuentra a una altura un poco mayor que la del frijol y, dentro de ciertos límites, ejercerá sombra sobre la leguminosa. El cultivar tipo P 302 parece ser el mejor para este fin.

En el sistema asociado, la susceptibilidad a los insectos y enfermedades comunes es menor. El frijol presenta más problemas de plagas y enfermedades que la yuca. En este caso, los nemátodos son un ejemplo de una afección común a los dos cultivos; primero atacarán el frijol, y en una fase posterior a la yuca "Lorito verde" (Empoasca kraemeri) puede atacar severamente al frijol si no se controla en forma apropiada, pero no causa daño a la yuca.

4. Control de Malezas

Con el fin de lograr los máximos rendimientos es necesario mantener al cultivo de yuca o frijol libre de malezas hasta que se forme una cobertura foliar cerrada. La yuca en monocultivo requiere de 21/2 a 31/2 meses para que su follaje cubra el suelo (CIAT, 1974). La introducción del frijol entre hileras de yuca permite el cubrimiento del suelo en forma más rápida, y en consecuencia aumenta la habilidad de los cultivos para competir con las malezas. Este cubrimiento rápido no sólo suprimirá a las malezas, sino que también la intercepción de luz será mayor.

El control manual de las malezas es muy difícil de lograr en el sistema de cultivo asociado, debido a que en el campo se trata de dos cultivos y no de uno. Con el fin de evitar el desyerbe en post-emergencia,

que puede ser requerido durante el período germinación-cobertura foliar cerrada, es necesario hacer aplicaciones de herbicidas en pre-emergencia. Los herbicidas se deben seleccionar cuidadosamente, debido a que son escasos los que presentan selectividad para los dos cultivos. El Alaclor y Diuron son excelentes en post-siembra de la yuca, pero son perjudiciales para el frijol. La textura del suelo también puede influir sobre la selectividad de los herbicidas. Es necesario evaluar los herbicidas que sean selectivos para los dos cultivos. Con base en los experimentos realizados bajo las condiciones del CIAT, se determinó algunas mezclas efectivas, son las siguientes:

Linuron (1 kg) más Fluorodifen (7 litros) en mezcla con 200 litros de agua (suficiente para una hectárea).

Para los suelos más livianos se recomienda utilizar Trifluralina en una dosis de 3 litros/ha. debido a que la mezcla anterior puede ser fitotóxica para el frijol, en el caso de que se presente lluvias fuertes después de su aplicación.

5. Control de insectos

La yuca es atacada por diversos insectos como ácaros, y trips, y el frijol por el "Lorito verde", chinches, etc. La yuca tiene la habilidad de recuperarse del ataque de insectos cuando las condiciones climáticas son favorables durante la estación lluviosa, debido a que su ciclo de crecimiento es mayor (1 año o más) que el frijol. En consecuencia, para la yuca las plagas no son tan perjudiciales como para el frijol.

Mediante observaciones visuales se determinó que el sistema de culti-

vo asociado presenta menores infestaciones de insectos en comparación con el monocultivo, debido a que el equilibrio de poblaciones de insectos es mucho mejor (equilibrio presa-predadores). La aplicación irracional de los insecticidas puede deteriorar completamente el equilibrio natural de las poblaciones de insectos y el mecanismo natural del control de plagas.

Los niveles de infestación de insectos en el frijol son mayores que en la yuca, especialmente durante la estación seca. En consecuencia, las observaciones de poblaciones de insectos se deben hacer primordialmente en el frijol. Algunas plagas importantes del frijol son:

- a) "Lorito verde" - Se puede controlar con Azodrin (300-400 cc/ha).
- b) "Chinches Verdes" - Se pueden controlar con Diostop (400-600 cc/Ha.).
- c) Acaros Rojos y Blancos - Se pueden controlar con Kelthane o Tamaron en las dosis recomendadas.

Hasta la presente, no se ha observado un insecto que ataca a los dos cultivos, excepto el "Lorito Verde". "El Lorito" Verde, produce daños severos en el frijol.

6. Control de enfermedades

Existen diversas enfermedades que atacan al frijol y a la yuca y su incidencia puede ser muy severa durante la estación lluviosa. El sistema de cultivos asociados puede favorecer el desarrollo de enfermedades en uno de los cultivos, debido a los cambios en el micro-clima.

El frijol es más susceptible a las enfermedades que la yuca, particularmente durante la estación de lluvias. El ataque del "añublo bacte-

rial" (Xanthomonas phaseoli) puede ser severo. Se puede aplicar Kocide 101 en una dosis de 1 kg/ha. Este producto no sólo es preventivo contra el ataque del anublo bacterial en el frijol, sino que también protege a la yuca de la enfermedad del superalargamiento (Sphaceloma manihoticola).

Otros patógenos que pueden atacar tanto a la yuca como al frijol son: Sclerotium rolfsii, Sclerotinia sclerotiorum, Rhizoctonia sp y los nemátodos del género Meloidogyne. Los nemátodos pueden atacar tanto al frijol como a la yuca. Existen productos para erradicar estos patógenos, pero son muy costosos y no están al alcance del agricultor. La mejor forma de prevenir el ataque de nemátodos es mediante la rotación de cultivos.

BOLHUIS, G.G. 1966

Influence of length of the illumination period on root formation in Cassava (*Manihot utilissima* Pohl).

Netherlands Journal of Agricultural Sci. 24(4): 251-254

BRADFIELD, R. 1970

Increasing food production in tropics by multiple cropping.

In Research for the world food crisis; a symposium Washington D.C.

American Association for the Advancement of Science, 1970

pp 229-242.

BRAY, R.H. 1956. A nutrient mobility concept of soil plant relationship.

Soil Sci. 78: 9-22

CIAT 74. 1976 - Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Annual Report.

COCK, J.H. 1976.

Characteristics of high yielding cassava varieties.

Expl. Agric. 12: 135-143, 1976.

COCK, J.H. and S. YOSHIDA 1972.

Accumulation of ¹⁴C labelled carbohydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant.

Proc. of the Crop Sci. Soc. of Japan. Vol XXXXI, 226-234, 1972.

COCK, J.H. & Y. IRIKURA.

COCK, J.H. & C. ROSAS.

Ecophysiology of Cassava

(CIAT-unpublished).

DITTMER, H.J. 1937

A quantitative study of the roots and root hairs of a winter rye plant (*secale cereale*).

Am. J. Bot. 24: 417-420.

DOLL, J.D. & W. PIEDRAHITA. 1976.

Métodos de control de malezas en yuca

CIAT publication. Serie ES-21, 1976.

JENSEN, M.E. 1961.

Double cropping makes better use of rain and land.

Crops and soils, Vol 13:7. April May.

JONES, W.O.

Manioc, in Africa.

Stanford University Press. Stanford, p. 315

KRANTZ, B.A., J. KAUPER & ASSOCIATION 1976.

Annual Report of the Farming Systems research program 1975-1976

(an informal report) ICRISAT.

KUNG, P. 1976.

Farm crops of China. 4 factors influencing multiple cropping.
World crop. Vol 28 (N:1): 40-44, 1976.

LOWE, S.B., J.D. MAHON & L.A. HUNT. 1976.

The effect of daylength on short growth and formation of root tubers in young plants of cassava.
Plant Sci. letter 6(1976): 57-62.

MARTIN. F.W. 1970.

Cassava in the world of tomorrow.

In: Intern. Symp. Tropical Root and Tuber Crops. 2nd. Honolulu and Kapaa, Hawaii.

p. 53-58

MICHEL A.M. 1973.

Increasing water use efficiency on multiple cropping.

In: Agricultural mechanization in Asia. 4(1):105, 113-117. 1973

OKIGBO, E.N. & D.J. GREENLAND 1975.

Intercropping systems in tropical Africa. Multiple cropping.

In: Proceedings of a symposium p. 90 (63-101).

SANCHEZ. P.A. 1976.

Multiple cropping: An appraisal of present knowledge and future need.

In: Asa special publication-number 27: 373-378.

STERN, W.R. & C.M. DONALD. 1962.

The influence of leaf area and radiation on the growth of clover

Aust. J. Agric. Res. 13: 615-623.

VRIES C.A. de., FERNEDA J.D. AND FLACH M. 1967.

Choice of food crops in relation to actual and potential production in tropics.

Neth. of Agric. Sci. p. 241-248.