PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS UN-ICA

PRODUCTIVIDAD AGRICOLA

BREVE DESCRIPACION DE UNA METODOLOGIA PARA EVALUAR LA COMPETENCIA POR LUZ, AGUA Y NUTRIENTES EN CULTIVOS ASOCIADOS, A NIVEL DE PEQUEÑO AGRICULTOR

DARIO BARRETO O. Y OTROS

REG.4
COL
482

230-4

F61
B177

25398

Reg 63192

PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS UN - ICA

PRODUCTIVIDAD AGRICOLA

BREVE DESCRIPCION DE UNA METODOLOGIA PARA EVALUAR LA COMPETENCIA POR LUZ, AGUA Y NUTRIENTES EN CULTIVOS ASOCIADOS, A NIVEL DE PEQUEÑO AGRICULTOR.

Dairo Barreto C.
Ulises Campo P.
Salomón García C.
Guillermo León Cruz R.

Tibaitatá, marzo 1977.

1. INTRODUCCION

La característica fundamental de la agricultura latinoamericana es la existencia simultánea de un sector agrícola empresarial, pequeño, pero altamente comercializado y de un gran número de minifundios que funcionan a nivel de subsistencia.

El sector agrícola comercializado está ubicado en las regiones ecológicas más favorables y está orientado básicamente hacia la producción de cultivos de exportación, tales como café, algodón, azúcar y bananos. Estas extensiones que representan una gran inversión de capital, han tenido acceso a los nuevos métodos agrícolas, asistencia técnica, crédito, agroquímicos, trasporte y mercados remunerativos.

La situación ha surgido como consecuencia de la política gubernamental. En parte, debido a su orientación hacia la exportación y de su mayor influencia política, las grandes empresas agrícolas comerciales se han beneficiado de las disposiciones gubernamentales que las favorecen, en lo que se refiere a investigación extensión y precios de los insumos y productos. Estas políticas fueron motivadas por la necesidad de ampliar la producción de alimentos y las ganancias provenientes de las exportaciones, las cuales debían ser generadas por el sector agrícola comercial.

Existe un gran número de minifundios cuya productividad ha cambiado poco o nada. Es un hecho conocido que los niveles de ingreso, nutrición, salud, vivienda y educación de los minifundios, se han quedado atrás del sector agrícola comercial y de la gran mayoría de la población urbana. Este sector se ha concentrado principal, pero no exclusivamente, en las áreas ecológicas menos favorecidas, con acceso limitado al trasporte, almacenamiento, suministro de insumos y crédito.

011166

2. JUSTIFICACION

El pequeño agricultor ha tenido muy pocas o ninguna oportunidad para obtener ganancias apreciables como fruto de su trabajo. Este agricultor reacciona en forma racional al conjunto de recompensas y de desventajas que percibe de su actividad.

Ante el raciocinio innato que tiene el minifundista, se hace necesario que, para que el pequeño agricultor tenga éxito en sus empresas, se diseñen nuevas alternativas de producción que puedan adaptarse a su ambiente, que puedan aumentar sus ingresos, que tengan involucrado el control de riesgo en el limitado campo de sus decisiones y que se ajusten a la disponibilidad de insumos y de mercados estables para los productos agrícolas.

Las metas nacionales en relación con el incremento de la producción de alimentos y de las oportunidades de empleo, son compatibles con los esfuerzos para promover el desarrollo entre los minifundistas.

De hecho, las fincas pequeñas constituyen en muchos países, una fuente importante de producción de alimentos. En Guatemala, por ejemplo, el 84% de los agricultores tienen fincas de menos de 7 hectáreas, que ocupan el 17% de la tierra utilizada y esta proporción produce cerca del 60% de los granos básicos.

De otra parte, existe escasez de conocimientos respecto a sistemas agrícolas para asociar o intercalar cultivos, lo cual constituye una práctica seguida en forma tradicional por campesinos de recursos limitados en la mayoría de las zonas productoras de maíz y fríjol, en América Latina.

Es de gran interés, por lo tanto, conocer ampliamente la diversidad de sistemas agrícolas, con miras a lograr modificaciones en los mis-

mos, obien para desarrollar una tecnología específica para mejorarlos. Aún más, es factible que la aplicación de algunos de los principios relacionados con siembras intercaladas, pueda hacerse extensiva a los grandes productores.

Algunas entidades dedicadas a la investigación agrícola, como el Centro Internacional de Agricultura Tropical, han desarrollado programas específicos para estudiar los citados sistemas. El Programa de Desarrollo Rural Integrado del Instituto Colombiano Agropecuario, enfoca básicamente esta misma situación.

El Programa de Sistemas para Pequeños Agricultores del CIAT, está interesado en conocer la agricultura minifundista en toda su complejidad y tiene como punto focal a la familia campesina. Su meta principal consiste en desarrollar un método para la identificación y análisis de los sistemas agrícolas existentes, con el propósito de facilitar la utilización de tecnología agrícola en el desarrollo de las áreas rurales.

Un elemento esencial en este enfoque es el reconocimiento de que el sistema familiar campesino minifundista, es un componente del sistema más amplio que es el sector agrícola.

Una característica intrínseca del enfoque de sistemas, es la de que se requiere tener un concepto claro de cuáles son los objetivos del campesino. Probablemente, para la familia campesina, estos objetivos incluyen ingresos, nivel de nutrición, flujo de capital, seguridad social, salud y educación.

3. METODOLOGIA

3.1. Consideraciones generales.

Desde hace mucho tiempo se sabe de la existencia del sistema del

pequeño agricultor, de cultivar dos o aún más especies al mismo tiempo y en el mismo sitio. Este sistema que generalmente se conoce con el nombre de "cultivos asociados", tiene para el campesino su razón de ser, ya que a más de utilizar al máximo la capacidad de producir de su suelo, encuentra en este método la manera de, por ejemplo, hacerle frente a fluctuaciones de precios en el mercado y también, con la experiencia que le ha proporcionado el paso del tiempo, ha descubierto otras circunstancias ventajosas, cuya base científica poco le interesará averiguar, pero cuyos resultados sí conoce bien.

Tal es el caso del efecto de complementación que se presenta entre dos cultivos y que puede ser de tipo puramente mecánico, como el soporte que la caña del maíz ofrece al fríjol voluble, o fisiológico, como en el caso del nitrógeno que una leguminosa puede aportar a un cereal, cuando se cultivan en asocio. Este efecto de complementación es el responsable de que un cultivo como el maíz, rinda mayor producción por unidad de superficie cuando se asocia con fríjol, que cuando se cultiva solo.

En Antioquia, algunos agricultores que cultivan pequeñas parcelas, acostumbran sembrar maíz y al mismo tiempo y cerca de éste, siembran fríjol voluble cuando el maíz está creciendo: en esta forma, las cañas de maíz le sirven de tutoría al fríjol y se aprovecha el terreno para obtener dos cosechas al mismo tiempo.

3.2. Consideraciones específicas.

En el estudio de los factores agronómicos que intervienen al intercalar y/o asociar maíz y fríjol, existen situaciones de competencia por agua, luz, nutrientes y situaciones de complementación, por ejemplo, el soporte físico que un cultivo le proporciona al otro.

La determinación de los factores y de la combinación de éstos que permitan la máxima complementación y la minimización de los efectos

de competencia, estará dando la mayor productividad.

Partiendo del hecho biológico de que al reducir al mínimo la competencia se aumenta proporcionalmente la complementación, el objetivo del presente trabajo es el de tratar de diseñar, en forma muy simple, un sistema experimental que a través de determinadas variables, permita estimar el efecto de competencia por luz, agua y nutrientes en cultivos asociados, tomando como ejemplo la asociación maíz - fríjol.

Para el estudio de cualquiera de estos factores, es necesario tener en cuenta la tecnología tradicional y la experiencia de los pequeños agricultores, pues además de enseñar, pueden redundar en una economía del tiempo de experimentación. El minifundista ha desarrollado sistemas agrícolas que, con frecuencia, son casi óptimos para el ambiente económico, político y ecológico donde trabaja, ante las alternativas que él mismo puede percibir y que el medio le impone.

La evaluación de los resultados debe hacerse, prioritariamente, a través del rendimiento y en cada experimento debe situarse un tratamiento de comparación que, aunque no refleje el sistema utilizado por el agricultor, sirve para determinar las diferencias en respuesta de las diferentes combinaciones de las variables evaluadas.

4. VARIABLES PARA CUANTIFICAR LA COMPETENCIA

4.1. Competencia por luz.

Parece que este es el factor más importante y que produce los mayores efectos de competencia en cultivos asociados. Los rendimientos son una función de la fotosíntesis, pues esta actividad determina la capacidad de absorción y utilización de nutrientes por la planta.

En algunos países asiáticos y en otros situados en zonas templadas del globo, donde las fluctuaciones de longitud del día son apreciables de acuerdo a las estaciones, el problema es todavía mayor, pues hay necesidad de partir de variedades insensibles al fotoperíodo, o bien, sembrar sólo en una determinada época del año.

En Colombia, situada en el trópico, lo más importante es conocer las necesidades de espacio físico que la planta requiere de acuerdo a su frondosidad natural, con el fin de que su área fotosintética pueda trabajar con efectividad.

En maíz, la característica de número de hojas por planta, ha mostrado una correlación negativa con la precocidad; sin embargo, el agricultor se muestra más interesado en el aspecto de sustento físico para el fríjol, que en la precocidad. Es posible que yá este agricultor haya detectado otra correlación negativa y apreciable que parece existir entre precocidad y rendimiento.

4.1.1. Estudio de poblaciones.

Se pueden diseñar varios tratamientos. Partiendo de los dos cultivos sembrados solos y que servirán de testigo, el maíz y el fríjol se siembran asociados en un surco común, o intercalados en surcos paralelos, o bien intercalados pero en la posición normal de monocultivo de cada uno. (Figura 1).

En esta forma, se puede hacer variar tanto el número de plantas por unidad de superficie, como el distanciamiento entre las mismas. La densidad de población y las distancias de siembra son aspectos correlacionados y dependientes. El equilibrio biológico que muestren las plantas con un determinado arreglo de estas dos variables, estará directamente relacionado con el buen uso de la luz por parte de ambos cultivos.

Mono-cultivo de maíz.
En el centro de cada cama,
un surco de maíz.
44.400 pl./ha.

Monocultivo de fríjol.
Dos surcos de fríjol
en cada cama.
222.000 pl./ha.

Maíz-fríjol asociados,
surco común.
Un surco de maíz y un
surco de fríjol por
cada cama.

Maíz-fríjol intercalados
surcos paralelos.
Maíz 44.400 pl./ha
Fríjol 111.000 ".

Maíz-fríjol intercalados,
posición normal.
Maíz 44.400 pl./ha.
Fríjol 222.000 "

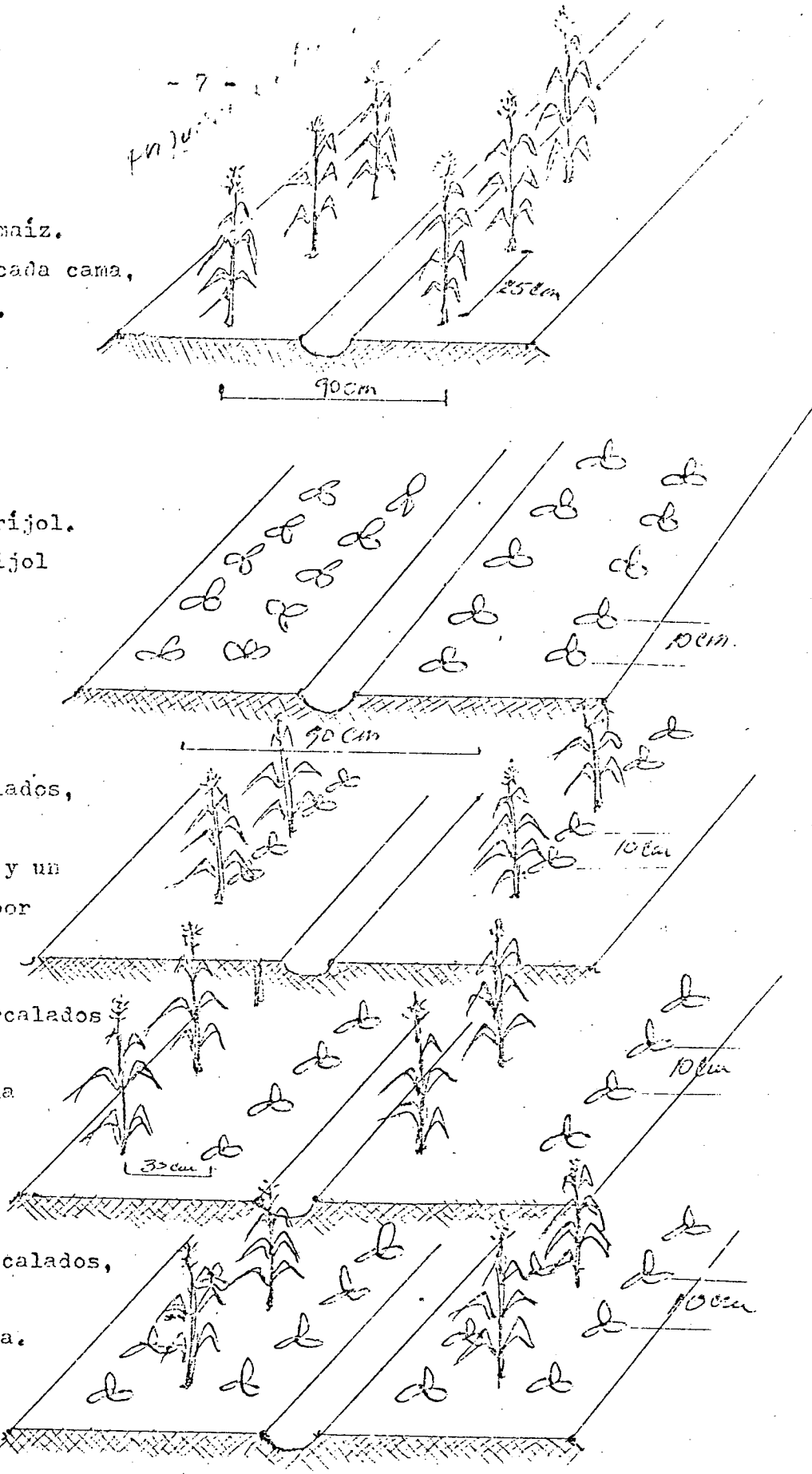

FIGURA 1. Sistemas para asociar o intercalar fríjol y maíz.
(Tomado de C.A. Flor y C.A. Francis, CIAT)

Es importante tener en cuenta la altura relativa de los dos cultivos. La época de mayor competencia ocurre durante los primeros estados de desarrollo, así que si uno de los cultivos crece con mayor rapidez que el otro, cosa que generalmente ocurre, se producirá un ensombrecimiento mutuo que afectará al cultivo de más lento desarrollo. Sin embargo, si el espaciamiento es adecuado puede obviarse esta situación.

4.1.2. Epocas de siembra.

Los dos cultivos se pueden sembrar en varios arreglos: al mismo tiempo o en diferente época y en este caso uno antes o después que el otro, distanciados gradualmente en tiempo.

Estos tratamientos, sin embargo, permiten la interacción de muchos otros factores y por lo tanto es difícil aislar completamente el efecto de competencia por luz. No obstante, manteniendo la densidad de población y la fertilización constantes, los tratamientos arrojarán resultados diferentes que se pueden atribuir en gran parte al efecto de competencia por luz.

4.1.3. Arreglos especiales.

Un sistema sencillo, propuesto por C.A. Flor (CIAT), consiste en sembrar maíz y fríjol juntos, pero en un caso se permite al fríjol enredar en el maíz y en otro, se hace enredar al fríjol en una estaca colocada cerca de la planta de maíz. Los sistemas de raíces de los dos cultivos, en ambos casos, ocupan el mismo sitio. (Figura 2).

Esto permite una competencia normal en el suelo, pero facilita el aislamiento de los efectos por competencia de luz.

Este sistema, con diferentes combinaciones de variedades y con dife-

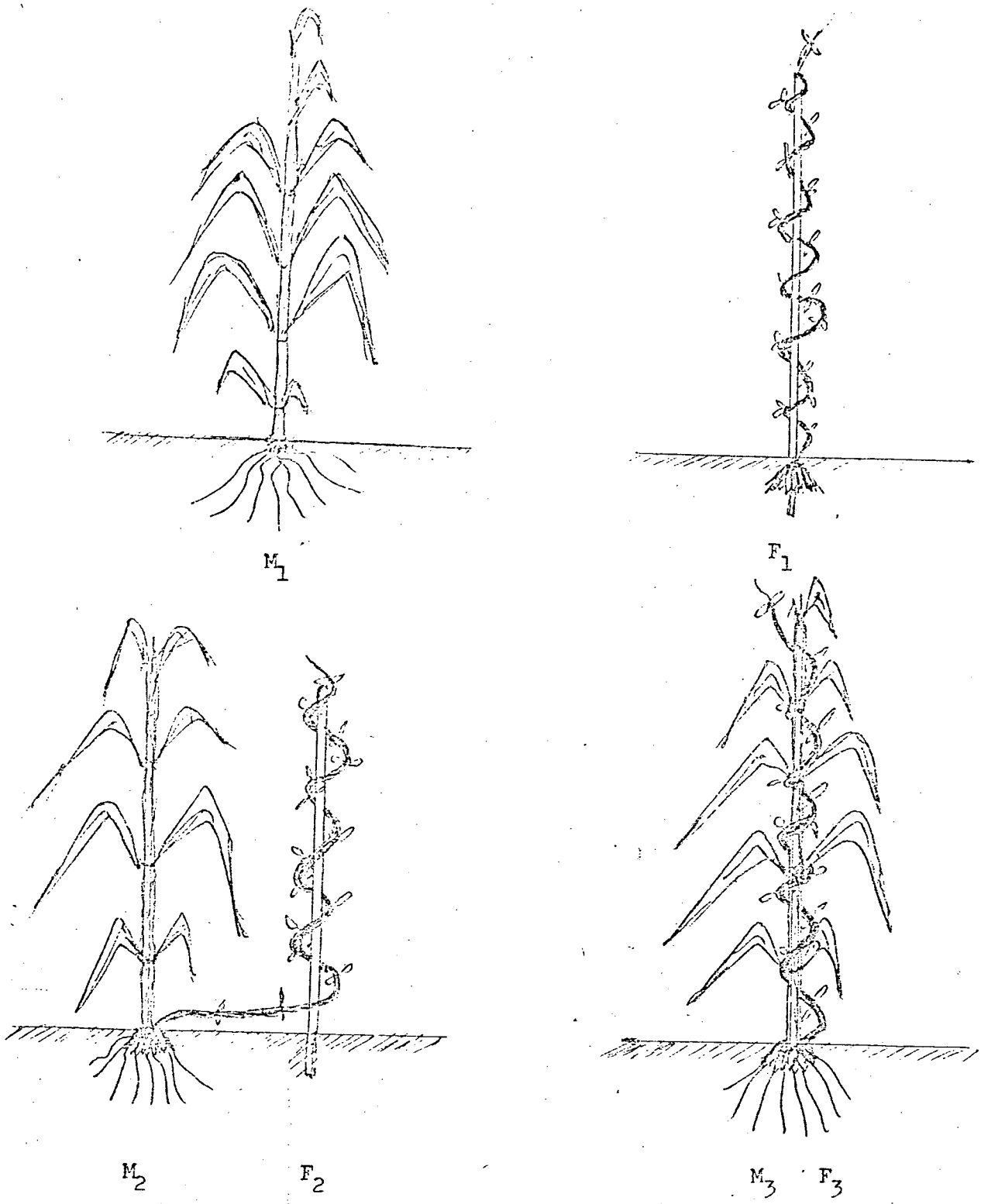

FIGURA 2. Cuantificación de la competencia por luz.
Para maíz si $M_2 > M_3 \Rightarrow M_2 - M_3$ mide competencia por luz.
Para fríjol si $F_2 > F_3 \Rightarrow F_2 - F_3$ mide competencia por luz.

(Tomado de C.A. Flor y C.A. Francis, CIAT)

rentes niveles de fertilización, es el que permite medir con mayor exactitud los efectos por competencia lumínica.

4.2. Competencia por agua.

La escasez de agua, con frecuencia, limita la producción. Resulta de gran interés estudiar la posibilidad de usar el agua en forma más eficiente mediante prácticas que reduzcan la evaporación y contribuyan a su almacenamiento en el suelo.

La siembra de variedades de ciclo corto puede redundar en el aprovechamiento de la humedad residual resultante de las últimas lluvias.

El aspecto indispensable para evaluar el efecto de competencia por agua, es el de conocer perfectamente el régimen de lluvias de la zona donde se siembren los cultivos de asocio. Cualquier tratamiento debe estar acorde con esta situación.

4.2.1. Siembra en caballones.

Las diferencias de humedad de un suelo preparado en caballones o camas o eras, con relación a uno en plano, resulta en tántos otros diferentes aportes de agua a las plantas sembradas en éllos.

De otra parte, si se intercala el cultivo más exigente en agua sembrándolo en la parte más baja del caballón, obviamente se favorecerá su desarrollo.

La siembra en caballones de los dos cultivos con sus sistemas radiculares asociados e intercalados, es decir, en el mismo o en diferente sitio, puede medir la competencia por agua.

4.2.2. Uso de coberturas.

Manteniendo la densidad de población constante, se pueden sembrar los dos cultivos con y sin cobertura para observar las diferencias en desarrollo de cada uno. Como cobertura se emplean el tamo o las hojas de plátano. Estas coberturas impiden la evaporación del agua del suelo y son de utilidad en aquéllos livianos con poca capacidad de retención de humedad.

4.2.3. Estudio de poblaciones.

Tal como se indicó en la Figura 1, también puede emplearse la densidad de población para evaluar el efecto de competencia por el agua. Adelantando o retrasando la época de siembra de este sistema en varios rangos de tiempo, con relación a la época de siembra comúnmente empleada en la zona, el efecto de las lluvias se reflejará en el desarrollo de cada uno de los cultivos.

4.3. Competencia por nutrientes.

Para una producción de 3.8 ton./ha. de maíz, sembrado solo, la demanda de elementos, en kg./ha, es del orden de 106 de nitrógeno, 39 de fósforo y 78 de potasio.

La mayor parte de los suelos de Colombia son pobres en fósforo y el que se aplica tiende a fijarse, o sea a hacerse poco aprovechable por las plantas. Algunas leguminosas tienen la propiedad de solubilizar el fósforo, haciéndolo más apto para que lo tomen las plantas tales como las gramíneas.

En cinco siembras realizadas en la Estación Tulio Ospina del ICA en Medellín durante los años 70, 71 y parte del 72, las mayores producciones de maíz se obtuvieron de los tratamientos en los que se sembró maíz con dolichos (4.09 ton./ha), o con estizolobium (3.94); los más bajos se obtuvieron cuando se sembró maíz sin le-

guminosas (2.53). Según estos resultados, parece que el nitrógeno que se le aplicó al maíz (20 kg./ha), no fué suficiente para producir una buena cosecha y las leguminosas ejercieron un efecto benéfico en la producción.

Es posible que se puedan suprimir las siembras de leguminosas a cambio de agregar nitrógeno, pero hace falta saber el precio del grano que produce el fríjol y si el agricultor desea aumentar la producción de maíz o si lo prefiere como una planta de sustento para el fríjol.

Para estudiar el factor de competencia por nutrimentos, se pueden aislar los dós sistemas radiculares, mientras que se permite la asociación normal de la parte aérea de las dos especies. (Figura 3).

Una de las formas más empleadas es la de evaluar y comparar varias dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, incluso en experimentos factoriales junto con el factor densidad de población. Sin embargo, en este caso, prevalece el aspecto práctico de buscar recomendaciones de niveles de fertilización, pasando la competencia por nutrimentos a segundo plano.

Con datos de estos ensayos y con comparaciones de varias combinaciones, se puede concluir cuáles son las situaciones específicas para maíz y/o fríjol y se puede empezar a generalizar sobre interacciones en general.

También es importante señalar que hay necesidad de entender y cuantificar las posibles situaciones de competencia y complementación no solo a nivel de un sistema de asociación de dos especies diferentes, sino a nivel de cada una de las especies, como si estuviesen en monocultivos, es decir, competencia y complementación dentro de una sola especie: maíz x maíz, fríjol x fríjol.

Definir y cuantificar la importancia de la competencia y la comple-

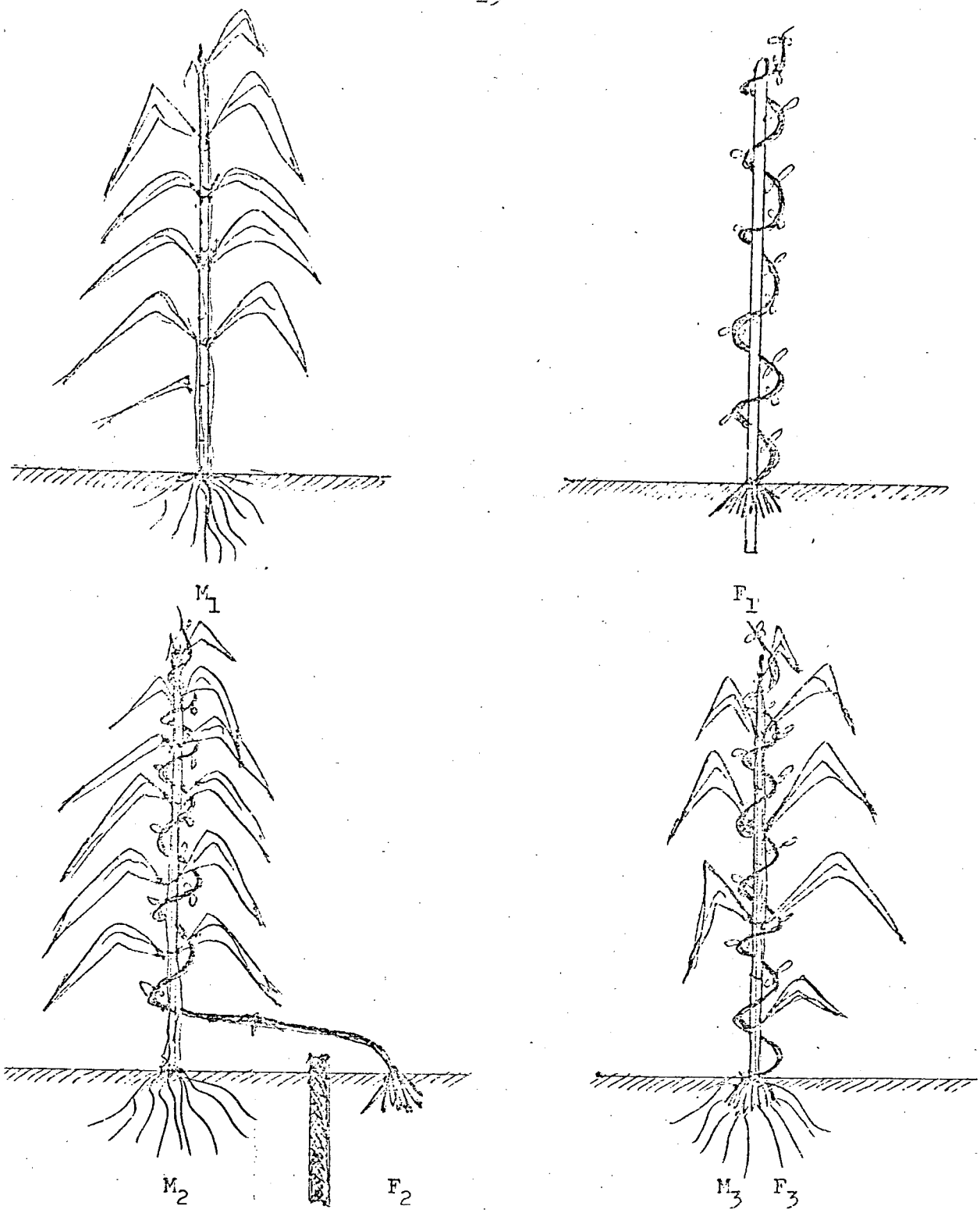

Figura 3. Cuantificación de la competencia por nutrimentos.
Para maíz si $M_2 \rangle M_3 \Rightarrow M_2 - M_3$ mide competencia por nutrimentos.
Para fríjol si $F_2 \rangle F_3 \Rightarrow F_2 - F_3$ mide competencia por nutrimentos.
Se supone nivel de agua adecuado en todos los casos.
(Tomado de C.A Flor y C.A. Francis, CIAT)

mentación, entre especies ó dentro de una especie, es un paso necesario en la metodología propuesta.

Lo más importante en estos estudios es no perder nunca el enfoque de los problemas y los sistemas del agricultor y el éxito del trabajo tiene que medirse con la adopción de nuevas tecnologías por el agricultor.

****

BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual. CIAT, Cali, Col., 1973. p. 175-178; 243-248.

2. FLOR, C.A. y C.A. FRANCIS. Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el Trópico Latinoamericano. Programa de sistemas para el pequeño agricultor, CIAT, Cali, Col. 1975. 17 p. Mimeografiado.

3. HIGUITA M., F. Siembras múltiples e intercaladas. ICA, Boletín de divulgación 42. 1971. 28 p.

4. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Annual report for 1972. IRRI, Los Baños, Laguna, Philippines, 1973. p. 21-34.

5. _____. Annual report for 1973. IRRI, Los Baños, Laguna, Philippines, 1974. p. 15-34.

6. RODRIGUEZ J., M. Comportamiento del maíz (Zea mays) con siembras intercaladas de leguminosas. Revista ICA(Colombia)7(2): 104-109. 1972.

7. TOBON, J.H. Algunos aspectos sobre investigación agronómica en cultivos asociados. ICA, Boletín de investigación 26. 1975. 27 p.

*****