

ACION
PRINCIPIOS BASICOS DE LA ASOCIACION DE CULTIVOS

Susana García
Jeremy Davis
H.C.

INTRODUCCION:

La asociación de cultivos en el trópico tiene una historia casi tan larga como la historia de la agricultura. Los sistemas complejos del campesino actual en América tienen sus raíces sin duda en las culturas indígenas y sus cultivos de subsistencia. Su importancia se preserva en numerosas zonas de minifundio en América Central y América del Sur, en especial a todo lo largo de la cordillera andina, en los valles, altiplanos y laderas.

La investigación agrícola en el trópico ha ignorado por largo tiempo esta realidad, enfocándose hacia el desarrollo de una tecnología cuyo objetivo es una producción más eficiente de monocultivos. En este sentido se ha llegado a aumentar el potencial de rendimiento de muchos cultivos a través de nuevas prácticas culturales, uso de fertilizantes, fungicidas, insecticidas y herbicidas y así mismo mediante el mejoramiento genético, con la obtención de nuevas variedades de rendimiento superior para condiciones de alta tecnología.

Sin embargo, muchos de los cultivos alimenticios en el trópico se sigue produciendo en pequeñas fincas con sus sistemas de cultivo tradicionales, sistemas complejos con dos o más cultivos en el mismo lote, bajas densidades, labores manuales con mano de obra familiar y sin uso de insumos químicos y variedades regionales de cultivo tradicional.

La importancia actual reconocida de estos sistemas de producción ha llevado a la necesidad de orientar la investigación hacia el entendimiento de los sistemas con el objeto de contribuir con una nueva tecnología para el mejoramiento de las condiciones de vida y productividad del campesino.

IMPORTANCIA DE LA ASOCIACION DE CULTIVOS:

La asociación de cultivos puede definirse como un sistema en el cual dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio para resultar en una competencia interespecífica para un recurso limitante o potencialmente limitante (Hart, 1975a). Esta definición implica que cada cultivo estará afectado por competencia con las otras especies componentes del sistema. Como consecuencia, el rendimiento de una especie individual será menor cuando es asociada que en monocultivo.

La característica más notable del sistema es que cualquier variación en un factor que influya en el crecimiento y desarrollo de las plantas, resultará en una ventaja selectiva de uno de los cultivos sobre el otro. Esta interacción dinámica entre los cultivos asociados trae

aparejada una mayor estabilidad de producción del sistema como un conjunto, con un menor riesgo de pérdida total por cualquier factor de stress físico o enfermedad de una de las especies. Cuando el rendimiento de un cultivo disminuye, aumenta el del otro o los otros.

Al definirse esta interacción como un atributo propio del sistema, se evidencia la necesidad de analizar y evaluar los sistemas de asociación de cultivos que se encuentran en la realidad entre las formas tradicionales de los campesinos en América, como un conjunto integrado por dos o más cultivos, con mayor estabilidad de producción y menor riesgo a través de los años que los monocultivos de los componentes por separado. La mayor estabilidad del ecosistema se explica como un freno a la multiplicación de los patógenos e insectos por la presencia de la otra especie, frente a las altas densidades de siembra del monocultivo (Rappaport, 1971). Lépiz (1974) ha observado en México, en varios años de ensayos de asociación maíz-frijol, mayor sanidad del frijol asociado en cuanto a plagas y enfermedades respecto a los monocultivos. También se produce un mejor aprovechamiento de las variaciones del medio ambiente, ventaja que tiene una mezcla de genotipos en un ambiente variable, por ejemplo en un factor como distribución de las lluvias. La eficiencia fotosintética del ecosistema asociado es mayor que en los monocultivos debido al mayor aprovechamiento de la luz en estratos foliares diferentes o más amplios. El sombreado de los cultivos favorece así mismo una mayor competencia del sistema con las malezas.

Respecto a la interacción y estabilidad en la asociación de maíz-frijol, comenta Lépiz: "en algunos ensayos los rendimientos de frijol han sido sobresalientes, en algunos otros el maíz no ha logrado buena producción y en otros más, tanto el frijol como el maíz han producido buena cosecha; de acuerdo principalmente a la disponibilidad de humedad en un momento dado".

En cuanto a la asociación de cultivos como alternativa para el agricultor se evidencia en varios trabajos (Francis, Sanders, 1979; Hart, 1975b; Tobón et al, 1975, Lépiz, 1974) que el beneficio económico de las asociaciones en la mayoría de los casos es significativamente más alto que el de los monocultivos, siendo una buena alternativa para el uso de los recursos del campesino en las zonas estudiadas. "La ganancia combinada de ambos cultivos en la asociación supera sistemáticamente a la ganancia que se obtiene al sembrar frijol o maíz solos (Lépiz, 1974). " Los sistemas de alternativas probados de monocultivos de maíz y frijol con variedades mejoradas, con mayor fertilización y mayores densidades de población, no fueron superiores en ingresos netos a los sistemas agrícolas tradicionales" (relevo papa-maíz-frijol) (Tobón, 1975).

La disminución del riesgo en el sistema de asociación, junto al mayor beneficio económico, demuestran la racionalidad de estos sistemas agrícolas tradicionales y su persistencia en los distintos países del afea. Como contraparte, los monocultivos, sistemas de siembra de una sola variedad a densidades altas de población, en extensiones y con uso de maquinarias, tiene una productividad elevada y se la considera como una evolución de la agricultura. Sin embargo, también se dice que es el ecosistema más delicado e inestable que jamás haya aparecido en la tierra.

Como conclusión de este análisis cabe mencionar del trabajo de Tobón en Colombia, analizando los sistemas complejos de Antioquia, "Sistemas agrícolas como los que los agricultores del Oriente de Antioquia han ideado, existen en muchas regiones de agricultura tradicionalmente en América Latina. Por diferentes razones, los agrónomos latinoamericanos hemos aceptado a priori la ineficiencia de estos sistemas agrícolas, frente a los prometedores avances que ofrece la llamada revolución verde. El hecho en sí de que los sistemas agrícolas tradicionales hayan subsistido pese a la opinión adversa de los agrónomos puede tomarse como una evidencia de que aquéllos ofrecen ventajas para los agricultores tradicionales". Si se acepta esta posición, el reto para el fitomejorador y el agrónomo es desarrollar nuevas variedades y tecnologías apropiadas para los pequeños agricultores que representen un verdadero beneficio para ellos.

Se hace mención de algunas estimaciones estadísticas como ejemplos específicos de la importancia de la asociación de cultivos en el mundo (A.S.A., 1976; Gutiérrez, et al, 1975).

- El 98% de la producción de caupí, principal leguminosa en África, de encuentra asociada con otros cultivos alimenticios.
- El 83% del terreno cultivable en la zona norte de Nigeria se dedica a cultivos múltiples.
- El 90% del cultivo de frijol en Colombia se encuentra en asociación con maíz, papa y otros cultivos.
- El 73% de la producción de frijol en Guatemala se encuentra en asociación, principalmente con maíz.
- El 80% de frijol en Brasil se encuentra sembrado en asociación con otros cultivos, principalmente maíz.
- El 58% del frijol en México corresponde a siembras asociadas con maíz.
- El 60% del maíz y un 70-80% de frijol en el trópico latinoamericano se encuentran asociados con otros cultivos.

TERMINOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE CULTIVOS ASOCIADOS:

Durante el simposio sobre cultivos múltiples celebrado en Knoxville (A.S.A., 1976), se acordó una serie de términos para describir los varios sistemas de cultivos múltiples. Con ello se busca normalizar el uso de dichos términos para evitar problemas de comunicación entre los investigadores.

1. CULTIVOS MULTIPLES (Multiple Cropping): La intensificación de la agricultura en tiempo y espacio por medio de la siembra de dos o más cultivos en el mismo terreno, durante el mismo año. Dentro de este concepto hay una serie de alternativas.

1.1 CULTIVOS SECUENCIALES (Sequential Cropping): La siembra de dos o más cultivos en secuencia en el mismo terreno, durante el mismo año. El cultivo que sigue se siembra después de la cosecha del cultivo anterior.

- 1.1.1. Cultivos Dobles. Dos cultivos por año en secuencia.
- 1.1.2. Cultivos Triples. Tres cultivos por año en secuencia.

- 1.1.3. Cultivos Cuádruples. Cuatro cultivos por año en secuencia.
- 1.1.4. Cultivo de Soca. Cultivo del retoño del cultivo anterior.
- 1.2 CULTIVOS ASOCIADOS. (Intercropping): La siembra de dos o más cultivos simultáneamente o con un traslape en los ciclos vegetativos en el mismo terreno.
 - 1.2.1. Cultivos mixtos. Siembra por sitios, sin arreglo en surcos.
 - 1.2.2. Cultivos intercalados. Siembra por surcos de por lo menos uno de los cultivos.
 - 1.2.3. Cultivos en fajas. Siembra en fajas amplias de varios surcos.
 - 1.2.4. Cultivos de relevo. Siembra del segundo cultivo antes de la cosecha pero después de la floración del primero.
2. UNICULTIVO (Sole Cropping): La siembra de una sola variedad a su densidad normal.
 - 2.1 Monocultivo. La siembra repetida del mismo unicultivo en el mismo terreno.
3. ROTACION: La siembra cíclica de una serie de cultivos, que puede incluir un período de descanso, en el mismo terreno a través de varios años.
4. PATRON DE CULTIVOS: La secuencia anual y colocación física de los cultivos, o de los cultivos y el barbecho, en determinado campo.
5. SISTEMA DE CULTIVOS: Los patrones de cultivos utilizados en una finca y sus interacciones con recursos u otras actividades en la finca, así como la tecnología disponible que determina su composición.

Según esta terminología, al hablar de cultivos múltiples se trata de una escala de posibilidades agronómicas, desde un extremo de cultivos en secuencia o en serie, hasta un traslape parcial o relevo de cultivos y el otro extremo de una siembra simultánea de los cultivos. En la realidad se presentan distintas situaciones para cada caso, como por ejemplo en asociación directa o siembra simultánea, sistema que puede ser intensivo, con altas densidades de cada cultivo y una producción relativamente alta; o muy tradicional, con varios cultivos, sin organización, a densidades bajas, sin uso tan intensivo del terreno o de otros recursos disponibles.

EJEMPLOS DE ASOCIACION DE FRIJOL

A continuación se ejemplifican algunos sistemas de asociación de frijol principalmente con maíz, existentes en países de América Latina.

Cultivos mixtos frijol trepador - maíz; este sistema se encuentra en países como México, Guatemala, Colombia, Ecuador y Perú. Su producción se concentra en los valles y altiplanos de tierras altas en la Sierra Madre y en la Cordillera Andina, siendo limitada en las altitudes altas e intermedias.

El cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz es muy común en la Sabana de Bogotá, Boyacá y otros lugares de Colombia, predominando el tipo Sangretoro (Cundinamarca 129). En 1957 se realizaron en ICA-Tibaitatá los primeros ensayos de variedades de frijol de mejor comportamiento para la asociación en climas fríos, con ciclos de 9 y 10 meses para frijol y maíz respectivamente. (Mancini y Castillo, 1960). En este trabajo se resalta la superioridad de la variedad Ecuador 51 por su potencial de rendimiento y la urgente necesidad del mejoramiento de variedades de frijol de enredadera, que benefician directamente al campesino colombiano. Se hace énfasis en este tipo de variedades de alto rendimiento, con las cuales el campesino obtendrá beneficios económicos, contando con suficiente mano de obra.

Cultivos intercalados frijol arbustivo-maíz; hay mayor tendencia a la producción de este sistema en las altitudes intermedias, encontrándose en países como Colombia, Brasil, México y Guatemala. Dentro de Colombia existe en las partes planas y semiplanas del Huila, a menos de 1500 msnm y en la zona de Nariño, a 1300 msnm, zona ondulada o quebrada.

Otras asociaciones en la zona cafetera de Colombia se produce frijol arbustivo con café y frijol con yuca; mientras en Nariño existe una asociación más compleja con frijol arbustivo, maíz y maní, con tres cosechas por semestre. En Antioquia se encuentra el sistema de frijol arbustivo-papa como parte de un sistema más complejo de cultivos múltiples y otro de frijol voluble en estacas y arracacha.

Relevo maíz-frijol arbustivo o de semiguía; este sistema se utiliza ampliamente en América Latina. Un ejemplo es el de la siembra de maíz primero (Mayo-Junio) seguido de frijol (en Agosto-Septiembre). Es un sistema generalizado en América Central donde se siembra el frijol cuando el maíz está en la etapa de madurez fisiológica cerca de la cosecha, con frijol tipo arbustivo, rastrero o de semiguía (tipos II y III).

Otro sistema de relevo en Brasil incluye la siembra del frijol en Agosto-Septiembre, seguido por el maíz, el cual se siembra cuando el frijol se encuentra en la etapa de formación de vainas. El primer cultivo de frijol se cosecha y el segundo se intercala bajo los tallos maduros del maíz. Este es un sistema más complejo de relevo frijol-maíz-frijol.

Relevo maíz-frijol voluble; este es uno de los sistemas típicos de Antioquia, Colombia, a 2200 msnm, donde se siembra un frijol trepador sobre los tallos de maíz en choclo, a golpe, en cuadros y a densidades de tres y dos plantas de maíz y frijol por golpe. En las partes altas de Guatemala se siembra el frijol cuando el maíz ha florecido, en un sistema de siembra semejante.

Tobón et al (1975) describe en su trabajo los sistemas agrícolas locales de producción en el oriente antioqueño y los que incluyen la papa como cultivo de mayor valor económico; estos son (Relevo = R, Cultivo secuencial = /):

- 1) papa R maíz R frijol enredador / Maíz R frijol enredador/papa...
- 2) papa R maíz R frijol enredador / Papa + frijol arbustivo/papa...
- 3) maíz R frijol enredador/maíz R frijol enredador / maíz ...

Tanto en frijol como en maíz se utilizan materiales criollos, siendo el frijol más común el "Cargamanto". El calendario incluye la siembra de papa: Nov. a Dic., la de maíz intercalado en Feb. y la de frijol, al pie del maíz en Julio; las cosechas son respectivamente en Mayo, Octubre y Enero. Se fertiliza solo la papa y el frijol trepador. Se practica el clareo del maíz, eliminación de hojas inferiores, para favorecer la entrada de luz en el cultivo de frijol. Las densidades de siembra son de 22,700 pl/ha. de papa, 27,000 de maíz y 23,000 de frijol y los rendimientos medios del sistema en conjunto son de 10,500; 1,500 y 600 kg/ha respectivamente de papa, maíz y frijol.

Estos sistemas múltiples de cultivo aprovechan eficientemente los recursos ecológicos de la región, en cuanto a régimen de lluvias, temperaturas benignas y suelo y son un ejemplo de racionalidad de sistemas agrícolas tradicionales.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

En los principios fundamentales de la asociación de cultivos, hay que incluir factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales, entre los más importantes.

Desde el punto de vista fisiológico se plantea la cuestión de cómo aprovechar o explotar al máximo los recursos disponibles durante el ciclo anual. El problema fundamental en estudio es la competencia entre los dos o más cultivos en asociación, competencia por los factores necesarios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos en cuestión, como son luz, agua, nutrientes del suelo, dióxido de carbono, entre los más importantes.

Los estudios de competencia en cultivos asociados investigan la distribución de las curvas de utilización o requerimiento de los factores de crecimiento de los cultivos en asociación y su grado de coincidencia en espacio y tiempo. La gama de situaciones que notamos al mencionar y ejemplificar los cultivos múltiples conllevan así mismo distintos grados de competencia interespecifica. Aún dentro de un sistema de siembra simultánea y cultivos intercalados la competencia varía en función del ciclo de crecimiento de cada uno. El ejemplo de yuca-frijol arbustivo muestra un caso de complementación o competencia positiva, donde los requerimientos del segundo se producen mucho antes que los de la yuca, no afectando por tanto el desarrollo y producción final de ambos. La complementación puede ser física, como es el caso del frijol voluble que usa como soporte para trepar a un maíz alto.

En la medida en que las curvas de utilización de recursos coincidan para dos o más cultivos y se trate de un sistema intensivo con altas densidades y proximidad en el espacio de los mismos, se producirá una competencia negativa, reduciéndose significativamente la producción de cada cultivo componente.

Desde el punto de vista agronómico, la asociación de cultivos no presenta problemas especiales en zonas de minifundio, ya que las tareas son manuales y uso de mano de obra familiar y tracción a sangre. Las posibilidades de mecanización de una parte del manejo del cultivo, como la preparación del suelo, siembra o cosecha dependen del sistema particular de que se trate, pudiéndose presentar problemas por los ciclos traslapados en los casos de relevo, por ejemplo.

El control de malezas se realiza en esas zonas generalmente a mano, ejerciendo la asociación en conjunto mayor competencia para la invasión de malezas que un sistema de monocultivo. Cuando se trata de control químico, se necesita un producto o mezcla de productos que no sea dañino a ningún cultivo componente del sistema.

En ciertos sistemas de asociación, la proximidad de los cultivos ejerce cierta protección de uno respecto al otro en lo referente al ataque de insectos (Altieri et al, 1977) y posiblemente para algunas enfermedades. En la asociación frijol-maíz se siembra simultánea en condiciones del CIAT se ha visto reducido el ataque del cogollero del maíz en comparación con el monocultivo. En el frijol asociado se ha observado menor incidencia de bacteriosis que en el monocultivo de frijol voluble.

Es importante hacer notar que las ventajas de los sistemas de cultivos múltiples no deben confundirse con las ventajas de la diversificación, posibilidad de elección para el agricultor. La diversificación de cultivos en varios lotes de la misma finca lograría objetivos como: nutrición familiar, menos riesgo con respecto a cambios de precios por la obtención de dos cosechas y utilización relativa de mano de obra familiar.

Para el agricultor la tradición en la siembra de estos sistemas complejos juega un papel importante en su decisión a través de ciertos factores como: uso más eficiente de su limitado terreno, conservación del suelo, producción con baja utilización de insumos por menor incidencia de malezas, enfermedades y plagas, uso más intensivo de la mano de obra familiar, estabilidad en la producción del conjunto y mayor beneficio económico con menor riesgo de pérdida total.

CONCLUSIONES

Antes de fijar prioridades en cuanto a cultivos o sistemas o sobre cuáles son los factores más importantes para estudiar en determinada zona o región, es indispensable conocer bien: los cultivos actuales y sus sistemas de producción en la zona; los potenciales del suelo y clima de la región y los principales factores limitantes en la producción de los cultivos. Fundamentalmente es necesario recoger toda la información disponible sobre los cultivos en la zona de interés.

El programa de investigación debe tener un intercambio continuo y estrecho con los agricultores de la zona, a los efectos de asegurar un enfoque práctico de la investigación y promover la adopción de prácticas o variedades nuevas cuando surgen como recomendaciones del programa. Es muy importante realizar la evaluación de la nueva tecnología a nivel de finca, a través de la producción de cada cultivo o sistema antes y después del proyecto, para determinar la efectividad del proceso de investigación.

REFERENCIAS

- 1.- ALTIERI, M.A.; FRANCIS, C.A., SCHOONHOVEN, A.V. y DOLL, J. (1977)
A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in polycultural systems. *Field Crops Research*. 1, 33-49.
- 2.- PAPENDICK, R.I., SANCHEZ, P.A. y TRIPLETT, G.B. (1976) Multiple Cropping A.S.A. Special Publication. No. 27, 378 p.
- 3.- FRANCIS, C.A. y SANDERS, J. (1979). Economic analysis of bean and maize systems: monoculture vs. associated cropping. *Field Crops Research*, 1, 319-335.
- 4.- GUTIERREZ, U., INFANTE, M. y PINCHINAT, A. (1975). Situación del cultivo del frijol en América Latina. CIAT, Cali-Colombia. Boletín Informe.
- 5.- HART, R.D. (1975a). A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I. The effect of interspecific competition on crop yield. *Turrialba* 25 (3); 294-301.
- 6.- _____ (1975b). II. A comparison between the yield and economic return for monoculture and poly-culture cropping systems. *Turrialba* 25 (4): 377-384.
- 7.- LEPIZ, R.I. (1974). Asociación de cultivos Maíz-frijol. Folleto Técnico No. 58. INIA, México.
- 8.- MANCINI, M. y CASTILLO M.A. (1960). Observaciones sobre los ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz *Agricultura Tropical*, Vol. 16.
- 9.- TOBON, H., TURRENT, F.A., y MARTINEZ A. (1975). Comportamiento de algunos sistemas agrícolas tradicionales a varias prácticas de producción en el oriente antioqueño, Colombia. *Agrociencia* 19: 45-67.