

Miguel Angel Altieri ^{6*}
Aart Van Schoonhoven ***
Jery Doll ***

CULT

LAS MOTIVACIONES GENERALES

La estrategia de la agricultura moderna radica en maximizar la productividad neta de los ecosistemas. La naturaleza maneja los ecosistemas de manera de optimizar su estabilidad. Ambas estrategias son incompatibles. Sin embargo, mientras la poblacion humana continúe su crecimiento exponencial (se esperan 7 mil millones de habitantes para el año 2000) (6) la necesidad de producir alimentos es fundamental y será necesaria esta contradicción, aunque se deba buscar un equilibrio.

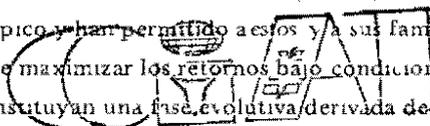
El problema radica en definir los modelos de productividad agrícola a adoptarse, ya que la agricultura moderna ha sido cuestionada por muchos años por su impacto en el funcionamiento de algunos ecosistemas (20) (especialmente por los efectos colaterales derivados del uso intensivo de pesticidas y fertilizantes) y actualmente es cuestionada por su dependencia en insumos y energía de combustibles (petróleo) recurso no renovable sujeto a continuas alzas de precios y a un cercano e inevitable agotamiento (10, 17, 18).

La agricultura tipo "revolucion verde" tampoco constituye una alternativa promisoría, puesto que el incremento notable en la producción agrícola de muchos países derivado de la adopción de variedades mejoradas de alto rendimiento solo ha sido posible a través del uso de fertilizantes, pesticidas, maquinaria, etc. La "revolucion verde" también ha sido responsabilizada de agravar problemas de plagas y de la pérdida de la diversidad genética de muchos cultivos (17, 20).

La búsqueda de modelos alternativos de producción de bajos requerimientos energéticos y aceptable productividad parece ser una de las alternativas más objetivas (17, 18). Actualmente se vierten esfuerzos considerables para mejorar la eficiencia fotosintética de los cultivos, la utilización de abonos orgánicos, labranza mínima, utilización de residuos agrícolas para la obtención de combustibles, desarrollo genético de variedades que fijan biológicamente nitrógeno y desarrollo de sistemas integrados de manejo de plagas, enfermedades y malezas (10). Otros enfoques que enfatizan la introducción de variedades de alto rendimiento pretenden solucionar el problema de la ineficiencia energética mediante la utilización de cultivos C_4 resistentes a plagas y enfermedades y manejados con niveles medios de fertilización.

LAS MOTIVACIONES ESPECIFICAS

Los agroecosistemas tropicales constituyen sistemas con diversos arreglos de cultivos en patrones policulturales de una clara interdependencia estructural y funcional. Una posible estrategia de desarrollo de estos agroecosistemas radica en los policultivos y/o en la simulación con cultivos de la sucesión natural del área (11, 12). Los policultivos han formado parte del tradicionalismo de pequeños agricultores del trópico y han permitido a estos y a sus familias minimizar riesgos, obtener una fuente estable de ingresos y nutrición, además de maximizar los retornos bajo condiciones de tecnología mínima (9). Se ha sugerido la posibilidad de que estos sistemas constituyan una fase evolutiva derivada de sistemas más primitivos como el cultivo en mosaicos rotatorios en la selva.


BIBLIOTECA
3701

* Trabajo presentado en el foro de Ecología organizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias, U N Palmira, 28 abril 1976.

** Ing. Agr. Becario CIAT A A 67-13 Cali.

*** Entomólogo y especialista en control de malezas del CIAT respectivamente, consejeros de tesis y supervisores del presente trabajo.

Los policultivos son sistemas con 2 o mas cultivos cuya proximidad espacial resulta en una inevitable competencia interespecifica. A nivel de refundio estos sistemas funcionan a un bajo nivel energetico y generalmente alcanzan un estado de equilibrio biologico resultante de un proceso de seleccion natural que ha sujetado a estos cultivos a intensas presiones (carga baja fertilidad etc) tipica de un sistema cultural tradicional (19). Generalmente estos sistemas son geneticamente heterogeneos y son menos vulnerables que los monocultivos a plagas endemicas y factores meteorologicos adversos.

Estos sistemas agricolas tradicionales representan una fuente eficiente de diversidad genetica y raramente responden a inversiones adicionales de recursos tecnologicos a menos que se modifiquen las practicas de produccion (19). Asimismo la introduccion de hibridos de alto rendimiento induce el abandono de las variedades y practicas nativas pasando estos sistemas a depender altamente en pesticidas fertilizantes y programas complejos de mejoramiento para aminorar la incidencia de plagas tipicos problemas de monocultivos con uniformidad genetica y horticultural (11).

Los ensayos agronomicos en estas asociaciones se han concentrado principalmente en variables como densidades poblacionales época relativa de plantacion comportamiento de variedades rendimiento de granos interceptacion de luz y orientacion espacial de los cultivos competencia con malezas etc (9).

Sin embargo no debe magnificarse la atencion en rendimiento y calidad ya que esto deriva en excesivo uso de pesticidas y con esto el rompimiento de posibles mecanismos homeostaticos inherentes de los policultivos. Para el pequeno agricultor es normal la presencia de un cierto nivel de plagas y una reduccion en el rendimiento y en la calidad de la cosecha. La investigacion entomologica debera establecer niveles de dano economico permitiendo un cierto dano y poblaciones de plagas para mantener complejos de enemigos naturales. La eleccion de un tipo adecuado de diversidad de plantas (inclusive malezas) debera basarse en que este sistema incluya los requisitos necesarios para el complejo plagas-enemigos naturales.

Es posible entonces considerar los policultivos como ecosistemas idealizados cuyas caracteristicas de diversidad trofica y quimica y heterogeneidad de habitat infieren teoricamente una mayor estabilidad a estos sistemas (15-23). Parece ser incluso que la diversidad y estabilidad en agroecosistemas tropicales han compartido una evolucion paralela (21-8).

La ecologia moderna establece que existe una mayor estabilidad en las poblaciones animales en ecosistemas complejos que en sistemas simples. La importancia de la diversidad aun no esta claramente definida pero parece ser que la diversidad trofica es basica (21). Como en terminos practicos lo que interesa es mantener las poblaciones de plagas bajo el nivel de dano economico la diversidad juega un importante rol ya que incrementa el numero de factores sustractivos que afectan las poblaciones.

En sistemas diversificados el patron evolutivo ha resultado en una resistencia asociativa producto de una complejidad taxonomica quimica y microclimatica que muchas veces puede causar antagonismo y alterar drasticamente el sentido de orientacion colonizacion alimentacion y reproduccion de plagas (3-23). Este hecho se ha confirmado experimentalmente con *Phyllotreta cruciferae* al interplantar repollo con tomate y tabaco (3) con *Lygus hesperus* y *L. alius* al interplantar algod6n con alfalfa (22) con *Brevicoryne brassicae* en cultivos de repollo enmalezados (14) con el complejo *Heliothis* al interplantar sorgo o maiz con algod6n (19) con *Pieris rapae* en cultivos de repollo enmalezados (14) con *Ancyliis comptana* y *Laspeyresia grapholita* al interplantar durazno con fresa etc (8).

MONO Y POLICULTIVOS DE MAIZ Y FRIJOL

Se estima que en Latinoamerica el 60 o/o del maiz y el 80 o/o del frijol se cultivan asociados (9). La adopcion de este esquema policultural por los pequenos agricultores parece haber estado condicionado (entre otros criterios) por la menor incidencia de plagas y enfermedades (9).

El frijol en latinoamerica esta sujeto al ataque de 208 especies de plagas (*Empoasca kraemeri* acaros y complejo *Chrysomelidae* entre los principales en el tropico) y la estrategia de control por parte de los investigadores se ha basado fundamentalmente en la aplicacion de insecticidas y mejoramiento para la obtencion de variedades resistentes. Para el maiz el control quimico ha sido preponderante.

En CIAT * se han ensayado 2000 variedades de frijol las que han mostrado desde un grado intermedio de resistencia a susceptibilidad completa. Algunas variedades promisorias en un lugar no lo son en otro y a veces la resistencia aparente perdura mientras el insecto coevoluciona (25)

Uno de los casos más típicos de manejo erróneo de agroecosistemas tropicales ha sido la batalla de la producción de algodón a gran escala con la ayuda de pesticidas y la evolución de resistencia por parte de los insectos. Parece ser que el genoma de resistencia bioquímica en insectos está más desarrollada en comunidades tropicales (19-11)

El policultivo constituye una estrategia para romper algunas desventajas del monocultivo. Sin embargo también es posible utilizar las malezas para incrementar la heterogeneidad ambiental en monocultivos y así estimular la operación de mecanismos regulatorios. Las malezas constituyen fuentes importantes de néctar y polen para enemigos naturales (7-8). Un pequeño aumento en la diversidad vegetal mediante la intercalación de plantas no huéspedes puede decrecer considerablemente la eficiencia de colonización y la diversidad y abundancia de plagas (23). Para aminorar el impacto competitivo es posible proveer sus poblaciones como bordes, bandas trazadas alternativamente a los cultivos o mediante un manejo integrado que de ventaja germinativa al cultivo de manera que la comunidad de malezas siempre esté subordinada a la cobertura del cultivo. Es esencial el control de malezas lo que es discutible es el grado de control y los métodos. Los cultivos y las malezas comparten los mismos recursos y en la práctica coexistencia puede ocurrir sin reducir grandemente los rendimientos. Todo parece depender del manejo del balance cultivo malezas en favor del cultivo. Se ha sugerido incluso eliminar con herbicidas selectivos las malezas agresivas dejando las no competitivas malezas que a su vez podrían constituir elementos biológicos irremplazables en un manejo de plagas.

En CIAT se realizó un estudio simbiológico de poblaciones de plagas y enemigos naturales en tres sistemas de cultivo (frijol solo, maíz solo y maíz frijol asociados) con diferentes densidades y tipos de malezas (0, 25, 50, 75 y 100 % de cobertura).

Bajo las condiciones del Valle las poblaciones *Empoasca kraemeri* fueron siempre menores en policultivos y considerablemente menores a medida que la diversidad y densidad de malezas se incrementó. Parece existir una correlación positiva de la diversidad del hábitat con predación y parasitismo y también entre intercepción de luz y humedad relativa y poblaciones de *Empoasca kraemeri*. En tratamientos de frijol con diferentes tipos de malezas *Empoasca kraemeri* alcanzó poblaciones insignificantes al combinarse frijol con gramíneas.

El dano de trozadores en maíz es ligeramente inferior cuando este se asocia con frijol y las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* como cogollero son significativamente inferiores en hábitats diversificados. El parasitismo fue mayor en monocultivos posiblemente debido a que en estos las poblaciones de *Spodoptera* eran también mayores. No se descarta la posibilidad de migración de parásitos (*Meteorus* sp. etc) desde los policultivos a los monocultivos. *Polistes* sp. algunos *Reduviidae* y otros predadores presentaron gran actividad en hábitats complejos y encontraron importantes requisitos de alimentación, oviposición y abrigo en las malezas presentes.

Es difícil determinar en qué maleza reposa la mayor responsabilidad de estos efectos. Es posible que corresponda a un mecanismo integral de la comunidad puesto que al asociar Bledo solo (la maleza de hoja ancha más dominante en el ensayo descrito) con frijol las poblaciones de plagas fueron altísimas.

La explicación de estos mecanismos aún no está claramente determinada pero se sospecha que obedece a una integración de mecanismos homeostáticos (agentes bióticos (17), factores microclimáticos (2) e interacciones químicas) (23, 24, 25)

* Informe anual de CIAT 1972-1973-1974-1975

En estudios futuros el énfasis se concentrará en el uso selectivo del tipo correcto de diversidad y posteriormente integrar esta estrategia con épocas de plantación, distancia de siembra y variedades resistentes para obtener alta eficiencia en el control y el uso de la energía.

El manejo del hábitat en mono y policultivos es parte esencial de un sistema de manejo de plagas y aunque en algunos casos no proveen un control adecuado, al menos incrementa la efectividad de otros métodos biológicos de regulación. Por último se puede concluir diciendo que los agroecosistemas tropicales deben diseñarse basados en la disimilitud de plantas de acuerdo a los ojos del insecto y no de acuerdo a los ojos del taxonomo. Quizás la intercalación de cultivos sea la única defensa (química, morfológica, etc.) que tengan las plantas tropicales contra los fitófagos específicos.

REFERENCIAS

- 1 Burleigh J H 1973 *Env Entom* 2 (2) 281-285
- 2 Cloudsev - Thompson J L 1962 *A Rev Ent* 7 199-222
- 3 Cromartie W J 1975 *Env Entom* 4 (5) 783-784
- 4 Dempster J P 1969 *J appl Ecol* 6 339-345
- 5 Ehrlich P R 1974 *Env Conservation* 1 (1) 15-20
- 6 Ehrlich P R y J P Holdren 1974 *Am Scientist* 62 (3) 282-292
- 7 Van Lmden H F 1965 *Scient Hort* 17 121-136
- 8 Van Lmden H F y G I Williams 1974 *A Rev Ent* 19 455-475
- 9 Francis C A, Hor C A y Temple S R 1975 A S A Annual meeting Tennessee
- 10 Heichel G H 1976 *American Scientist* 64 64-72
- 11 Janzen D H 1973 *Science* 182 1212-1219
- 12 Janzen D H 1970 *Bull Ecol Soc Am* 51 3-47
- 13 Massey W B y J H Young 1975 *Env Entom* 4 (4) 637-641
- 14 Milne A 1957 *Can Ent* 89 193-213
- 15 Pimentel D 1961 *Ann Entom Soc Amer* 54 76-86
- 16 Pimentel D 1970 *Proc Tall Timbers Conf on Ecol Animal control by Habitat Management Tallahassee*
- 17 Pimentel D et al 1973 *Science* 182 443-448
- 18 Pimentel D et al 1975 *Science* 190 754-761
- 19 Smith R F 1972 In *The careless technology op cit* 423-58
- 20 Smith R F 1970 In *Concepts of pest management North Carolina State Univ* 103-118
- 21 Southwood Tre y M J Way 1970 In *Concepts of pest management North Carolina State University* 6-29
- 22 Stern M V 1969 In *Proc Tall Timbers Conf on ecol animal control by habitat management Tallahassee* 55-64
- 23 Tahvanainen J O y R B Root 1972 *Oecologia* 10, 321-346
- 24 Thorsteinson A K 1960 *A Rev Ent* 5 193-218
- 25 Whittaker R H y P P Feeny 1971 *Science* 171 759-770

