AGRICULTURA ORGÁNICA: PRINCIPIOS, OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

Jairo Restrepo R.[Θ]

Con las prácticas de agricultura orgánica, cada unidad productiva debe ser trabajada de acuerdo a sus limitaciones y al potencial de su suelo, agua, clima y economía local, sin olvidar que todos los agricultores tienen una historia tradicional de adopción por cada "nueva" técnica que se quiera introducir o promover en sus parcelas. Lo que se hace que la agricultura orgánica sea diferente de la agricultura convencional es el enfoque, no los métodos y las técnicas aplicadas específicamente en la producción de los alimentos. Así, la adopción de un sistema de producción orgánico considera entre otros los siguientes principios, objetivos y estrategias a saber:

A. Los principios de la agricultura orgánica consideran:

1. La complejidad de cada ecosistema de producción. Pues las tecnologías para una agricultura sostenible son específicas (tiempo/espacio) para cada localidad.
2. La visión holística de planeación, manejo y estructura de los ecosistemas, tendiendo a romper con las barreras disciplinarias. De la parte a la totalidad.
3. La planeación agropecuaria integrada con las perspectivas ecológicas para todos los usos y conservación de la tierra, buscando objetivos múltiples, como son la producción de alimentos y la rentabilidad.
4. El equilibrio ecológico como factor condicionante de la producción.
5. La unidad agropecuaria debe entenderse, al igual que el suelo, como un organismo vivo, dinámico y sistémico.
6. La administración de toda la propiedad como un organismo vivo integrado a la microcuenca hidrográfica como una unidad de conservación ambiental, considerando la tierra dentro del comportamiento geofisiológico de la teoría GAIA.
7. El saber tradicional de los campesinos, para algunos cultivos es tan importante como saber académico.

[Θ] Consultor internacional en agricultura orgánica para América Latina y El Caribe.
Correo electrónico: jairoagroeco@telesat.com.co

8. Considera que es importante, fuera de la productividad del área, la productividad de la mano de obra, el capital, el agua y la energía.
9. El desarrollo y la captación de tecnología adaptadas a las condiciones culturales, sociales, económica y ecológicas de cada región en el sentido ascendente, a partir de la realidad y de los problemas de forma no consumista.
10. La productividad de alimentos como un asunto de la soberanía y seguridad nacional.
11. La redistribución de la tierra y el acceso de la misma por los campesinos más necesitados con políticas claras y bien definidas.

"La agricultura orgánica, antes de ser instrumento de transformación tecnológica, es un instrumento de transformación social, donde la verdadera justicia agraria que los campesinos buscan no está sujeta a intereses ajenos a su independencia y libertad para producir y garantizar la seguridad alimentaria de sus comunidades".

B. Los objetivos de la agricultura orgánica.

1. Producir alimentos sanos, libres de venenos sin contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que los perjudiquen.
2. Producir alimentos económicos, accesibles a la población y nutricionalmente equilibrados.
3. Disminuir la dependencia de insumos externos de los agricultores, además de desarrollar y apropiarse de una tecnología adecuada a sus parcelas.
4. Promover la estabilidad de la producción de una forma energéticamente sostenible y económicamente viable.
5. Buscar la autosuficiencia económica de los productores y de las comunidades rurales (autogestión), reduciendo los costos de producción y preservando los recursos básicos que poseen.
6. Trabajar con la conservación, la biodiversidad genética y el comportamiento natural de los ecosistemas; en ningún momento trabajar contra ellos.
7. Trabajar la integralidad de los ciclos biogeoquímicos y sus interrelaciones con el medio ambiente, en todos los procesos de la producción.
8. Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad de las plantas y la nutrición del suelo.

9. Trabajar con el reciclaje de nutrimentos minerales y conservar la materia orgánica, pues en los trópicos, es mucho más fácil la tarea de conservar la materia orgánica que se tiene, que tratar de reponer la materia orgánica que se pierde. Sol – Sombrero - Suelo.
10. Buscar una mayor utilidad del potencial natural, productivo, biológico y genético de las plantas y de los animales.
11. Comprender y trabajar las unidades productivas de acuerdo a sus limitaciones y al potencial de su suelo, agua, clima y economía local; logrando buscar el tamaño más eficiente de la unidad de producción de forma diversificada.
12. Asegurar la competitividad de la producción de alimentos en mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, acompañadas de los parámetros de cantidad y calidad.
13. Aprovechar todas las ventajas comparativas sociales, económicas, ecológicas y agrotecnológicas que ofrecen los sistemas orgánicos de producción frente a los constantes fracasos de la agricultura convencional, paran construir un verdadero desarrollo sostenible centrado en las capacidades humanas en el medio rural.

La revolución verde para los agricultores representó mecanización, fertilizantes y venenos, consideró el suelo como un insumo más. NO implicó considerar la tierra como un organismo vivo, a los vegetales como alimentos que deben ser sanos y a los trabajadores agrícolas y sus familias como constructores de una riqueza que no pueden ni deben pagar con su salud.

C. Estrategias de la agricultura orgánica.

1. Captación y uso de especies rústicas, adaptadas a tecnologías que utilicen y economicen insumos y materiales de la región.
2. Potencializar y maximizar los beneficios que aporta la autorregulación natural de la microbiología del suelo, los insectos y las plantas (nativas o exóticas) a través de métodos naturales y del mantenimiento del equilibrio ecológico, por intermedio de la diversificación e integración de prácticas agrícolas, pecuarias y forestales para producir plantas sanas y nutricionalmente equilibradas.

3. Mejoramiento y mantenimiento de las características del suelo, por medio de la diversificación de cultivos, la asociación, rotación, y permanente cobertura del mismo.
4. Conservación del suelo por la planificación de su uso, de acuerdo con la capacidad de soporte y aplicación de técnicas vegetativas y mecánicas.
5. Considerar las actividades agropecuarias en los aspectos de:
   - Alelopatía (simbiosis y antagonismos entre plantas) y la alelospolía (capacidad de los vegetales por competir por factores externos tales como luz, agua y minerales.
   - Trofobiosis (efecto de desequilibrio provocado por el uso de abonos y venenos, los cuales promueven el aumento de poblaciones de insectos y microorganismos en los cultivos)
   - Homeostasis, es decir; la capacidad del medio ambiente para regenerarse contra las agresiones hechas por el hombre.
   - Reciclaje y recuperación de nutrimentos de las capas profundas del suelo por medio de la rotación y asociación de cultivos y coberturas.
   - Mantenimiento del equilibrio poblacional de la fauna y la flora.
   - Equilibrio nutricional por medio de la resistencia genética, la nutrición natural, el uso de productos y preparados naturales preventivos por medio de la fitoterapéutica y los principio de la homeopatía.

Las necesidades para el desarrollo de una agricultura sostenible no son solo ecobiológicas o técnicas, sino que también son socioculturales, económicas y políticas. Es inconcebible promover cambios ecológicos en el sector agrícola sin la defensa de cambios comparables en las áreas correlacionadas de la sociedad. El factor fundamental necesario para el desarrollo de una agricultura ecológica es un ser humano desarrollado en coexistencia con la naturaleza y no de saqueo.

FISIOLOGÍA Y RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

Jairo Restrepo R.[Θ]

CONCEPCIONES DEL DETERMINISMO DE LA RESISTENCIA

Definiciones:

Entendemos por el término "tolerancia" la capacidad de la planta para soportar, sin muchos daños, el ataque de esta o de aquella "plaga", y por el término "resistencia", la no receptividad o inmunidad (parcial o total).

Nota:

Actualmente los científicos concuerdan y reconocen en estos fenómenos un determinismo básicamente bioquímico y no mecánico. Sin embargo, dos concepciones están presentes para explicar este proceso.

a. Teoría clásica: según esta teoría, la resistencia de las plantas proviene de la presencia de substancias antagónicas en los tejidos, tóxicas o apenas repelentes al "parásito" en análisis.

b. Para nosotros, que destacamos la importancia de la nutrición sobre el potencial biótico de los organismos vivos, la inmunidad está relacionada con la ausencia de los elementos nutritivos necesarios al crecimiento y al desarrollo del "parásito". Es la teoría de la trofobiosis, que la presentaré resumidamente en el próximo capítulo.

Observación:

Es posible preguntarnos porqué estas dos teorías no podrían concordar entre sí, en la medida en que la presencia de substancias consideradas como tóxicas o antagónicas en los tejidos. En la realidad, están correlacionadas a la ausencia de factores nutricionales.

A) EJEMPLO: Maíz y resistencia a *Helminthosporium turcicum*

[Θ] Consultor internacional en agricultura orgánica para América Latina y El Caribe.
Correo electrónico: jairoagroeco@telesat.com.co

Molot concluyó que: *"La composición química de la planta ejerce una influencia predominante en los fenómenos de resistencia"*, por lo tanto, no se trata de cualquier barrera mecánica en el proceso de resistencia.

El determinismo bioquímico de la resistencia del Maíz: El hongo fue investigado por el análisis de hojas relacionándose con azúcares y fenoles, elementos relacionados con el proceso de resistencia. Molot también se refiere a varios trabajos, estableciendo que: a) Existe un gradiente del contenido de glicidios a lo largo del tallo; b) Esta concentración en azúcares condiciona la resistencia del maíz con relación a otro hongo patógeno, *Diplodia zeae*.

Molot también orientó sus trabajos sobre las eventuales relaciones entre la cantidad de glicidios en los tallos y la resistencia del maíz a otras molestias, fusariosis. Al Respecto, este autor llega a la conclusión de que: *"cuanto más elevada sea la concentración de glicidios en los tallos de las plantas, en el fin del período vegetativo, más bajo será el porcentaje de quiebra en la maduración".*[*]

Molot en relación con esta investigación añade lo siguiente:

"Los glicidios, elementos importantes en la nutrición carbonada de los hongos, favorecen el crecimiento de los micelios, por lo tanto, en las concentraciones que ellos existen, no es posible atribuirles un papel fungistático; al contrario, es permitido pensar que ellos varían correlativamente con otros factores bioquímicos capaces de inhibir el crecimiento de los micelios".

Por otro lado, las condiciones de luminosidad (fotoperíodo) influye sobre la susceptibilidad del maíz al *Helminthosporium*. Así, las plantas cultivadas bajo fotoperíodos cortos son mucho más sensibles a las molestias fungosas.

B) El "Factor A" de Beck, y la resistencia del maíz al gusano *Ostrinia nubilalis* y a *Helminthosporium*. Se trata de un producto químicamente

---

[*] Estas observaciones son el resultado del análisis en 17 linajes, en las cuales fueron evaluados los contenidos de glicidios y la quiebra en la maduración.

identificado como 6-metoxibenzoxazolinona -que tiene correlación negativa en el grado de sensibilidad del maíz al *Helminthosporium* sp.

En relación con una planta, ser resistente o no, a un determinado "parásito", surge el siguiente interrogante: ¿El hongo "parásito" muere envenenado, o declina por inanición?. La respuesta a esta cuestión Molot la trata en un trabajo que lo denomina *"El modo de acción de los compuestos fenológicos".* Molot nos recuerda que: *"el crecimiento del micelio en presencia de compuestos fenólicos depende del cultivo (Kirkham, 1957) y de la presencia o ausencia de nitrógeno en el medio (Kirkham, 1954). Así, un aumento en la relación N/fenoles, disminuye la toxicidad de los compuestos fenólicos en relación con el género Venturia. Un aporte de nitrógeno afecta no sólo la toxicidad de los fenoles en la planta, sino también su concentración".*

Hay aquí un punto sobre el cual reflexionar, en relación con el mecanismo de la resistencia de los compuestos fenólicos. Si realmente actúan como tóxicos, se hace necesario explicar cómo la adición de ciertos productos nitrogenados pueden tener función de contraveneno. Se sabe, como observa el propio Molot, que ciertos hongos, especialmente los que atacan la madera, usan los fenoles y sus derivados como substancias nutritivas.

C) Fertilizantes y resistencia de las plantas al *Helminthosporium*. Shigeyasu Akai (1962) observa la influencia de las repercusiones del potasio sobre la helmintosporiosis en el arroz, donde se encontró una disminución en el número de manchas de *Helminthosporium* sobre las hojas.

Experimentos K/aminoácidos libres, como la glutamina, asparagina y alanina, "la tasa de germinación de los conidios es proporcional a la cantidad de aminoácidos libres presentes en las hojas y, cuanto más elevado es el contenido de aminoácidos libres, más alta será la tasa de germinación".

Observación: En cuanto al contenido de potasio en las hojas, parece tener poca importancia, al menos a partir de un cierto nivel, confirmando el hecho que este elemento no actúa por sí mismo sobre la resistencia, pero sí por intermedio de sus repercusiones sobre el metabolismo de la planta.

"Si la actividad de la síntesis de las proteínas, a partir de aminoácidos libres, decrece en las plantas deficientes en potasio, este fenómeno puede favorecer el desarrollo de manchas sobre las hojas de arroz de las parcelas con carencia de potasio".

Observemos rápidamente este proceso que une la sensibilidad de la planta a una deficiencia en la proteosíntesis. Debido al papel fundamental que desempeña en el metabolismo de la planta y, especialmente, en los metabolismos glícido y fosfatado y debido al paralelismo entre el contenido de potasio y la intensidad de la proteosíntesis, el potasio se encuentra en la base de un metabolismo ligado a la resistencia de la planta, por el favorecimiento de la síntesis de proteínas y, consecuentemente, por la regresión de las sustancias solubles que acarrea.

Se hace necesario precisar que el potasio no actúa solo, pero sí según su equilibrio con los otros elementos, especialmente catiónicos (Chaboussou, 1973). Así, Shigeyasu observa en el arroz la importancia del antagonismo K/Mg. De la misma forma se debe considerar la influencia del Mg y del P en las parcelas donde la relación K/N está desequilibrada por un exceso de N.

Finalmente, el autor también procedió a ensayos de fertilización con oligoelementos. Los primeros resultados evidenciaron que: *"La sensibilidad a la helmintosporiosis disminuye mediante la aplicación de yodo, zinc y manganeso. Además de eso, estos tratamientos parecen tener efecto favorable sobre el desarrollo vegetativo".*

Un comentario se impone inmediatamente: no es por azar que esta terapéutica con oligoelementos actúa positivamente sobre el crecimiento, esto es, sobre la fotosíntesis. Es este último proceso el que acarrea la resistencia de la planta a la enfermedad, por regresión de las sustancias solubles en los tejidos.

Prosiguiendo su análisis, Shigeyasu enfatiza que el exceso de fósforo, la adición de cobalto y la carencia de magnesio aumentan la sensibilidad del arroz al *Helminthosporium*. Este hecho lleva a concluir que es absolutamente imposible discutir sobre la sensibilidad del arroz con relación a esta parásita sólo bajo el ángulo de la fertilización potásica.

Este punto de vista -*a priori* bastante evidente- se encuentra confirmado por los trabajos de Bogyo (1955), que tratan de la influencia de los aportes del potasio y

del calcio sobre la aparición y la gravedad de *Helminthosporium turcicum* en el maíz.

De manera general, en tanto que el potasio aumenta la resistencia, el calcio agrava la sensibilidad. Este fenómeno parece tener relación con el equilibrio K/Ca *en la planta*. Un punto importante, subrayado por el autor: "una vez que la planta disponga de cantidades suficientes de potasio *asimilable*, la cal aplicada en dosis crecientes no provoca aumento de la enfermedad".

En resumen, dos años de experimentos permiten a Bogyo concluir que: *"La fertilización con potasio, así como el uso de estiércol, permiten una disminución significativa de la gravedad de los ataques de Helminthosporium turcicum*". Retengamos, por tanto, este efecto benéfico de la fertilización orgánica sobre la resistencia de la planta en relación con la enfermedad.

Definitivamente, los resultados de Bogyo y Shigeyasu confirman la acción benéfica de la fertilización potásica, *cuando ésta se hace en un contexto nutricional de la planta, caracterizado por un óptimo de proteosíntesis.* O sea, con la existencia del *mínimo de sustancias solubles sensibilizadoras* en los tejidos. Esta concepción de determinismo bioquímico de la resistencia será confirmada por el estudio de las relaciones entre determinados factores ambientales o culturales de la resistencia del maíz a la helminthosporiosis.

D) Determinismo bioquímico de las repercusiones de diversos factores sobre la resistencia del maíz a *Helminthosporium*.

1 - *Edad de la planta*

Como se señaló anteriormente, las plantas jóvenes de maíz jamás son atacadas. Las primeras manchas sólo se desarrollan al nivel de la 7ª y 8ª hojas, y continúan extendiéndose después de la floración.

Se sabe que en todas las hojas jóvenes la síntesis proteica es dominante, de ahí que se tiene un mínimo de sustancias solubles en los tejidos. *Aquí la resistencia también está ligada a un fenómeno de carencia de elementos nutricionales en relación con las necesidades del hongo parásito.* Nos proponemos demostrar en este trabajo que se trata de un fenómeno de orden general.

El proceso inverso, de la susceptibilidad a los ataques de diversas plagas, parece explicarse por la existencia de un estado bioquímico caracterizado, cualquiera que sea el factor en juego, por una proteólisis dominante y por la abundancia de sustancias solubles en los tejidos. Así se explica la característica sensibilidad en la época de la floración, tanto de los cereales como de los árboles frutales.

Inversamente, *la resistencia de las hojas maduras* a las enfermedades y a los insectos chupadores, como los pulgones, parece ligada al hecho de que, en estos órganos maduros, la mayor parte del nitrógeno está concentrada en las proteínas y, en consecuencia, el contenido en compuestos solubles es relativamente bajo.

2 - *Influencia de la luminosidad*

La energía luminosa presenta una influencia positiva sobre las síntesis. Al contrario, con la luminosidad alterada y en escasez de agua, se alteran. En este caso, la abundancia de aminoácidos y ácidos orgánicos es lo que sensibiliza nutricionalmente a la planta en relación con los organismos patogénicos.

La influencia de la luminosidad está confirmada por la *del fotoperíodo* y, por tanto, en condiciones iguales, a la *de la latitud*. Molot recuerda que si Young et al. (1959) señalan un crecimiento de sensibilidad del maíz a *Diplodiazeae* cuando se desplaza un mismo híbrido de un estado norteamericano, como Minnesota, a un estado más meridional, como Missouri u Oklahoma, es porque la latitud disminuye, y con ella, la duración del día.

Parece que se trata de un fenómeno de orden general. Así, Umaerus (1959) señala que la variedad de papa "Sebago", considerada como altamente resistente en días largos, en Maine, se muestra, al contrario, como una de las variedades más susceptibles al tizón (*Phytophthora infestans*) en días cortos, en la Florida.

3 - *Influencia de la emasculación de la espiga*

Esta operación, según Molot aumenta la sensibilidad del maíz un 25% en relación con la helmintosporiosis. El corte de este órgano reproductor tiene como resultado aumentar el contenido de glícidos de las hojas, porque su migración

hacia los órganos reproductores no ocurre más. Es más, no sólo son los glícidos los únicos que no migran más; ocurre lo mismo con los compuestos nitrogenados solubles. Con la conclusión de que el sólo contenido de glícidos de los tejidos no afectará la resistencia, estamos inducidos a pensar que ella puede estar inversamente relacionada con el contenido de compuestos nitrogenados solubles. La operación de emasculación acarrea, probablemente, una regresión de estas sustancias.

4 - *Influencia de la región de cultivo*

Con el cambio de región, es evidente que ciertas condiciones de cultivo se modifican simultáneamente. Esto ocurre con la latitud, donde es diferente la energía recibida por la planta. No es imposible que esta influencia pueda interferir en Francia, a pesar de que las diferencias de latitud están lejos de alcanzar la misma escala que en los EE.UU. (8 paralelos, contra 17 en los EE.UU.). Es más, los departamentos de Landes y Pirineus-Atlánticos, regiones señaladas por Molot como las más atacadas por la helmintosporiosis, también son las más meridionales. Este fenómeno concordaría, por tanto, con el hecho de una gran sensibilidad de este mismo maíz con relación a *Diplodia* o de la papa al tizón, en los estados del sur de los EE.UU.

Venimos, estudiando las repercusiones de la fertilización potásica o nitrogenada, que la nutrición de la planta puede estar igualmente en discusión. Vimos también la importancia de los oligoelementos. En Landes, donde la helmintosporiosis ataca con mayor intensidad, los suelos -silicosos- son particularmente *deficientes en cobre*. Esta carencia tiene como resultado aumentar el contenido de los tejidos en productos nitrogenados solubles y, por tanto, en elementos nutricionales susceptibles de sensibilizar el maíz en relación con las diversas enfermedades, y especialmente a la helmintosporiosis.

Confirmaremos estas consideraciones, mediante las consecuencias benéficas resultantes de las correcciones del suelo y de pulverizaciones cúpricas o a base de complejos de oligoelementos, con relación a aquello que se puede llamar *"el estado general"* de la planta y su resistencia contra toda una gama de enfermedades o "plagas".

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES REFERENTES A LAS RELACIONES ENTRE EL MAÍZ Y LA HELMINTOSPORIOSIS

Con respecto a la pudrición de los entrenudos, provocada por los ataques de la fusariosis, Molot evidenció una correlación altamente significativa entre el contenido de glícidios de los entrenudos el 15 de septiembre y los porcentajes de quiebra a mediados de octubre, esto es, correspondiente a los daños de *Fusarium*.

Molot observó que, como los glícidios son elementos importantes de la nutrición carbonada de los hongos, no sería posible atribuirles algún papel fungistático. Siempre con la misma preocupación de explicar la resistencia por la presencia de un producto tóxico al patógeno en los tejidos (fitoalexina), agregó que: *"Se puede pensar que ellos (los glícidos) varían correlativamente con otros factores bioquímicos capaces de inhibir el crecimiento miceliano".*

En resumen, podemos verificar que, así sea plena de estudios estadísticos (con transformaciones angulares), la hipótesis del papel de los glícidos como inhibidores o fungistáticos en relación con las fusariosis no fue confirmada. Por otro lado, Molot observa que Messiaen (1957), "trabajando sobre un material más heterogéneo, no obtuvo una relación lineal entre el índice refractométrico y el porcentaje de entrenudos enfermos".

Por otro lado, Molot señala dos series de trabajos que ponen al nitrógeno en cuestión. Primero Turk et al. (1957) establecieron que, a nivel de los entrenudos y de los pedúnculos de la espiga, el material sensible aparece siempre deficitario en hidratos de carbono, y que existe una correlación entre la resistencia a *Diplodia* y la relación N/sacarosa.

En cuanto a las investigaciones de Kirkham (1954-1957), ellas evidencian que "el crecimiento miceliano en presencia de compuestos fenólicos -reputados como inhibidores- depende también, como para la helmintosporiosis, de la edad del cultivo y *de la presencia o ausencia de nitrógeno en el medio"*. Así: *"*Un aumento de la relación N/fenoles disminuye la toxicidad de los compuestos fenólicos en relación con el género *Venturia*".

Esta es, por lo menos, la interpretación del investigador sobre los hechos. Es curioso verificar que, a pesar de la imposibilidad de evidenciar algún factor antagónico, el autor se obstina en la consecución de algunos eventuales

compuestos tóxicos frente al hongo parásito, como si una toxicidad fuese el único medio de inhibir su desarrollo. La importancia de las relaciones de elementos donde el nitrógeno aparece como numerador, en relación con el crecimiento de los patógenos, debería orientar las conclusiones a una dirección totalmente diferente.

Toda vez que el exceso de glícidos, así como de fenoles, no logrará explicar la inhibición del crecimiento miceliano, deberíamos preguntarnos si esta inhibición no podría resultar de una carencia nutricional y, dado el caso, de una insuficiencia en ciertos elementos nitrogenados.

En otras palabras: la función positiva entre el valor de la relación N/fenoles y la virulencia del hongo resulta, no de la eventual toxicidad de los fenoles frente al patógeno sino *del efecto positivo del nitrógeno sobre su desarrollo.*

Por el contrario, fue exactamente a esta conclusión que fuimos conducidos por el estudio de la virulencia de la helmintosporiosis en relación con el arroz, provocada por diversos tipos de fertilización; de la misma forma que por el análisis del determinismo bioquímico de la repercusiones de diferentes factores del medio o culturales, sobre la resistencia del maíz a la misma enfermedad. Esta concepción del determinismo de la resistencia de la planta, basada en los elementos nutricionales, que ella puede ofrecer al parásito, será ampliamente verificada a lo largo de este trabajo. Se trata de nuestra teoría de la *trofobiosis*, que nos proponemos exponer y estudiar en el curso del próximo capítulo.