

OPCIONES AL USO DE FUNGICIDAS EN EL COMBATE DE OJO DE GALLO EN CAFE

Edgar Vargas

Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"

(El presente trabajo es un extracto del artículo "Opciones al uso de fungicidas en café", escrito por el autor como parte del libro: García, J.E., Fuentes, G. y Monge-Nájera J. (Editores).1995. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: pasado, presente y futuro. San José, Costa Rica, EUNED. Reproducido con permiso del Dr. Jaime García)

1. RESUMEN

Durante diez años se hicieron estudios para buscar alternativas de combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en café. El control biológico del ojo de gallo con el hongo *Trichoderma harzianum* y el aislamiento 16 At de una bacteria parásita no identificada fue eficiente en el campo, pero la presencia de ecotipos del hongo y de mutantes en la bacteria impidieron su implementación a nivel comercial. El uso de formulaciones de calcio, aplicadas al follaje y como encalado al suelo, resultaron eficientes en el control del ojo de gallo.

2. INTRODUCCION

Durante las últimas décadas se ha desarrollado en el país una tecnología muy eficiente en el cultivo del café que ha multiplicado varias veces la productividad del cultivo, particularmente en las grandes plantaciones y un poco menos en el caso de los pequeños y medianos caficultores, que constituyen la mayoría. Básicamente esta tecnología descansa en dos aspectos: el nuevo material genético y el mejor aprovechamiento del agroecosistema, a base de una mayor densidad de siembra, eliminación de la sombra y manejo de la planta (Fernández, 1987). Sin embargo, hay muchos problemas y refinamientos que aún esperan solución. Se ha calculado en general que las pérdidas por enfermedades llegan a 6%, pero están muy relacionadas con el uso de tecnología y al clima del cultivo; teniendo una tendencia hacia una distribución según los diferentes sistemas agroclimáticos. En general, hay una fuerte inclinación hacia el combate químico y prácticamente todas las investigaciones en el pasado han sido dirigidas hacia este aspecto.

La evolución que ha experimentado la caficultura nacional está en parte relacionada con la introducción de variedades con buena capacidad de adaptación a diversos agroecosistemas, pero susceptibles a enfermedades.

El combate biológico y el cultural son buenas opciones al uso de fungicidas en sistemas de manejo integrado o como complemento (Barry y Backman, 1993). Al respecto, el combate biológico ha sido poco investigado para enfermedades, como consecuencia se han desarrollado solo cinco productos a nivel comercial, registrados por el Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) del mismo país. De estos, cuatro son para el control de enfermedades causadas por patógenos de suelo. Muchos de los biocontroladores potencialmente efectivos han fallado en el campo, básicamente porque no se entiende bien el ecosistema de la filósfera (Barry y Backman, 1993). Sin embargo, el uso de sustratos alimentarios básicos, que aplicados al follaje levanten y protejan las poblaciones epífitas de biocontroladores, podrían ser una buena alternativa; por ejemplo, los biopolímeros como la quitina en formulaciones insolubles (Kokalis-Burelle *et al.*, 1991).

3. OPCIONES DE COMBATE DE OJO DE GALLO

En Costa Rica y algunos otros países de América Central el ojo de gallo (*Mycena citricolor*) ha sido considerado como una enfermedad importante. Se presenta como manchas en las hojas, tallos y frutos, con presencia de macroestructuras asexuales del hongo conocidas como gemas o cabecitas, que son las formas de diseminación (por medio de las gotas de lluvia). En la época seca permanece activo en unas pocas lesiones y cuando comienzan las lluvias empieza a producir cabecitas, hasta alcanzar índices muy altos de infección en focos de setiembre a noviembre. Esto es favorecido por el exceso de sombra pero se desarrolla también en los sistemas sin sombra con alta densidad de siembra (Umaña *et al.*, 1990).

Salas (1971) determinó que diversos aislamientos de *Trichoderma* fueron capaces de parasitar y causar lisis en el micelio y las cabecitas de *M. citricolor* mediante la producción de toxinas.

Por su parte, Arroyo (1975) seleccionó tres aislamientos de *Trichoderma* con acción parásita y lítica sobre el micelio y las cabecitas de *M. citricolor* en pruebas *in vitro*. Este parasitismo fue afectado por el pH, la composición del medio y la humedad relativa, favoreciéndose con humedades relativas altas por períodos largos. De acuerdo a las inoculaciones en cámaras húmedas, se determinó que el micelio parasita más rápido las cabecitas. Logró establecerse en el tejido necrótico de todas las lesiones cuando se aplicó en medio nutritivo, mientras que diversos factores, entre los que sobresalió la temperatura, afectaron la germinación del conidio y el establecimiento en las lesiones.

En tres pruebas de campo en diferentes agroecosistemas con un solo aislamiento, hubo mejor control en las condiciones de Tres Ríos y El Coyol de Alajuela, que en Turrialba (Arroyo, 1975). En los primeros lugares hubo una reducción significativa en la producción de cabecitas por efecto erradicante, al parasitar el biocontrolador el micelio dentro del tejido, reduciéndose también el número de lesiones con cabecitas. En Turrialba, en condiciones del trópico muy húmedo, el hongo no logró establecerse en todas las lesiones, probablemente debido a otros factores climáticos y bióticos no determinados.

La existencia de ecotipos en el biocontrolador es lógica, si se toma en cuenta que un organismo puede tener un ámbito amplio de tolerancia por un factor, pero estrecho para otros y al no ser óptimo uno de estos, los límites de tolerancia para los demás factores se reducen. También un buen biocontrolador no elimina al patógeno.

Posteriormente se determinó *in vitro*, que la relación C/N, el pH del medio y la edad del cultivo afectaron negativamente el parasitismo de *Trichoderma* (Páez, 1976). Con base en esta información y los estudios de laboratorio, se definió que el café molido que queda después de preparada la bebida, resultó un excelente sustrato alimentario del hongo, favoreciendo el parasitismo. Una vez que se desarrolla el hongo, se seca y se muele fino y se puede aplicar en agua con una bomba corriente manual de motor, usando almidón de yuca como adherente (Vargas, 1984). Cuando se utilizó esta técnica en el campo, en tres pruebas hechas en diferentes años, pero en el mismo lugar, hubo un buen control ya que se logró reducir tanto el total de cabecitas como el número de lesiones con cabecitas. El tratamiento fue más eficiente cuando se utilizó junto con el oxiclورو de cobre, aplicando primero el biocontrolador y siete días después el fungicida.

Aunque ha habido constancia en el control en estas pruebas, cuando se hicieron tratamientos de focos de infección en zonas con diversidad climática, hubo resultados erráticos, siendo más eficiente en las zonas bajas del Valle Central y menos efectivo en las zonas altas y en el trópico muy húmedo. Esto pareciera confirmar la existencia de ecotipos e impidió su desarrollo a nivel

comercial (Vargas, 1984). Aunque en todas las pruebas se hicieron tres aplicaciones, una cada mes y comenzando en junio, los resultados parecieran indicar que no es necesario introducirlo masivamente todos los años, debido a la capacidad que tiene de persistir en el tejido necrótico durante la estación seca y activarse cuando se humedece este tejido, en el período lluvioso. Además, conocida su alta capacidad saprófita competitiva, puede colonizar el suelo y la materia orgánica en descomposición; también en observaciones al microscopio electrónico de barrido se determinó que este hongo se desarrolla bien en el tejido sano de la hoja.

En 1981 el interés en el control biológico se desvió hacia la utilización de bacterias, basado en que se menciona que estas están más adaptadas a diferentes condiciones ambientales, aunque por su elevado poder de multiplicación, mutan con relativa frecuencia. Además, la introducción masiva de un microorganismo en un micronicho, genera siempre un fuerte antagonismo de parte de la flora epífita.

Inicialmente se aislaron 64 tipos de hojas sanas en diferentes zonas cafetaleras con diversidad climática. De estas, seis tipos resultaron con actividad contra el hongo, pero se utilizó solo el aislamiento 16 At no definido taxonómicamente, por su alta capacidad parásita y, además, porque mantuvo poblaciones altas de células en la turba en polvo utilizada como vehículo. Las pruebas *in vitro* e *in vivo* en cámaras húmedas indicaron que el modo de acción es por desintegración rápida de las cabecitas, con incrementos rápidos de la población (Mora, 1987).

En pruebas de campo que incluyeron varias formulaciones, cuando se aplicaron suspensiones del mismo aislamiento en agua y utilizando la turba como vehículo y el almidón de yuca como adherente, se obtuvo un buen control (Calvo y Vargas, 1989). Cuando se utilizó esta misma formulación y se compararon las aplicaciones en el momento en que el inóculo (cabecitas) estuvo bajo (al inicio del período lluvioso), contra las aplicaciones posteriores en el período más húmedo, se observó que la bacteria solo fue efectiva cuando se aplicó al inicio. Posteriormente se encontró que el aislamiento utilizado no actuó como parásito, sino como inhibidor de producción de cabecitas. Se desconoce el momento en el cual ocurrió el cambio. Esto confirma una de las limitaciones más importantes en el uso de bacterias como biocontroladores (Quesada, 1995).

Por su parte, Quesada-Chanto y Jiménez (1995) evaluaron, *in vitro*, el potencial de *Bacillus* sp. (aislamiento UCR-236) y de algunos de sus subproductos para el control de esta enfermedad.

Se ha determinado que el principal mecanismo de patogénesis de *M. citricolor* es el ácido oxálico que lo produce antes y después de la penetración, "secuestrando" el calcio de las paredes, lo cual facilita la penetración de la hifa (Tewari, 1990). Con base en esta información se

hicieron estudios sobre el efecto de las aplicaciones de diferentes fuentes y formulaciones de calcio en el control de la enfermedad en el campo, determinándose que ejerce un buen control cuando el inóculo está bajo, y que tiene poco efecto en los períodos más lluviosos, por lavado del calcio, aún utilizando adherentes. Sin embargo, las aplicaciones en el campo de una formulación especial en aceite, han sido tan efectivas como el mejor tratamiento de control químico (Jiménez y Vargas, 1990). También se ha observado que las aplicaciones de cal al suelo reducen las infecciones significativamente, al aumentar los niveles de calcio en los tejidos (Rao y Tewari, 1988).

Ramírez (1994), en una investigación sobre el efecto del grosor o disposición de la capa de cera en la infección de *M. citricolor* en hojas en condiciones controladas, encontró que ocurre una mayor infección en las hojas desarrolladas a la sombra, que a plena exposición al sol. Además, en estas últimas la infección fue mucho menor cuando se usó regularmente materia orgánica como abono al suelo; a su vez estas hojas produjeron mayor cantidad de cera. En este mismo trabajo se determinó, *in vitro*, que el extracto acuoso de hojas de *Cecropia* sp. ("guarumo") redujo la infección de *Mycena citricolor* al actuar, posiblemente, como una barrera física.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El combate de ojo de gallo (*M. citricolor*) con el hongo *Trichoderma harzianum* fue eficiente en las zonas bajas del Valle Central y fue ineficiente en las condiciones de las zonas altas y del trópico muy húmedo.
 2. No fue necesario introducir *T. harzianum* masivamente todos los años, dada su capacidad de colonizar y permanecer en el tejido necrótico de la lesión.
 3. El combate del ojo de gallo con *T. harzianum* fue más efectivo cuando se integró con la aplicación de fungicidas cúpricos, empleados siete días después de la aplicación del biocontrolador.
 4. El combate de *M. citricolor* con el aislamiento 16 At de una bacteria parásita fue eficiente en el campo debido a su alto nivel de parasitismo, la buena formulación y su capacidad de permanecer en forma epífita en la hoja. Sin embargo, al cambiar la bacteria su patogenicidad hacia un mecanismo de acción de inhibición de producción de cabecitas, el control de la enfermedad solo fue efectivo cuando el inóculo fue bajo. Con esto se corrobora el hecho de que un factor limitante en el uso de bacterias para el combate de enfermedades es la aparición de mutantes con relativa frecuencia, producto de su elevado poder de multiplicación.
5. La aplicación de calcio para el combate de *M. citricolor*, en una formulación en aceite en el campo, resultó tan efectiva como el mejor tratamiento químico.
 6. Los estudios en condiciones controladas indicaron que las hojas desarrolladas a plena exposición solar, en plantaciones abonadas regularmente con gallinaza, tuvieron menos infección y a su vez produjeron mayor cantidad de cera.

5. AGRADECIMIENTO

A las ingenieras Gerardina Umaña, Lorena Vargas y María González, quienes trabajaron durante el desarrollo del Proyecto Ojo de Gallo, financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) de Canadá, con la participación de la Universidad de Alberta y la Universidad de Costa Rica.

6. BIBLIOGRAFIA

- ARROYO, T. 1975. Control biológico del ojo de gallo en el café causado por *Mycena citricolor* en época seca. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José. 65 p.
- BARRY, J.; BACKMAN, A. 1993. Biological and cultural plant disease controls: alternatives and supplements to chemicals in IPM systems. *Plant Disease* 77(3): 311-315.
- CALVO, S.; VARGAS, E. 1989. Efecto de diferentes adherentes y formulaciones de una bacteria parásita en el combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el café. *Turrialba* 39(3): 182-189.
- FERNANDEZ, C.E. 1987. La investigación cafetalera en el istmo centroamericano. Costa Rica. En: Mateo, N.; Escobar, G. (eds.). 1988. Prioridades de investigación aplicada en café para pequeños agricultores. Seminario taller. 15-17 de julio de 1987. San José, Costa Rica. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID, Canadá). Informe 195s. p. 9-14.
- JIMENEZ, R.A.; VARGAS, E. 1990. Estrategias de combate de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) con calcio y fungicida químico (Sam 619 F) en el café. En: Resúmenes del taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del café. 17-20 de julio de 1990. San José, Costa Rica. PROMECAFE-UCR-CIID-IICA-AID. 1 p.
- KOKALIS-BURELLE, N.; BACKMAN, P.A.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; PLOPER, L.D. 1991. Chitin as foliar amendment to modify microbial ecology and control diseases. *Phytopathology* 81: 1152 (Abstract 133).
- MORA, F. 1987. Combate biológico de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en café mediante bacterias antagonistas. En: Resúmenes del taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del café. 17-20 de julio de 1990. San José, Costa Rica. PROMECAFE-UCR-CIID-IICA-AID. 1 p.
- PAEZ, C.A. 1976. Factores que afectan el hiperparasitismo de *Trichoderma* en el control biológico del ojo de gallo en el café causado por *Mycena citricolor*. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José. 71 p.

- QUESADA R., D. 1995. Efecto del adherente y época de aplicación de una bacteria en el control de ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José. En prensa.
- QUESADA-CHANTO, A.; JIMENEZ-ULATE, F. 1995. *In vitro* evaluation of *Bacillus* sp. for the biological control of coffee phytopathogen *Mycena citricolor*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 11. En prensa.
- RAMIREZ V., C.V. 1994. Estudio preliminar sobre el efecto del manejo nutricional y de luz en el contenido de cera cuticular, y el uso de coberturas foliares en la infección de *Mycena citricolor* (Berk y Curt) Saac. en hojas de café. Tesis Lic. Ing. Agr., Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio". 70 p.
- RAO, D.V.; TEWARI, J.P. 1988. Suppression of the symptoms of american leaf spot of coffee with calcium hydroxide. Plant Disease 72(8): 688-690.
- SALAS, J.A. 1971. Studies on the production of the perfect stage of *Mycena citricolor*. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley. 107 p.
- TEWARI, J.P. 1990. Mecanismo de patogénesis y combate del ojo de gallo del café causado por *Mycena citricolor*. En: Resúmenes del taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del café. 17-20 de julio de 1990. San José, Costa Rica. PROMECAFE-UCR-CIID-IICA-AID. 1 p.
- UMAÑA, G.; VARGAS, A.L.; GONZALEZ, L.M.; VARGAS, E. 1990. Epidemiología del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en dos zonas cafetaleras de Costa Rica. En: Resúmenes del taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del café. 17-20 de julio de 1990. San José, Costa Rica. PROMECAFE-UCR-CIID-IICA-AID. 2 p.
- VARGAS, E. 1984. Interacción del tratamiento biológico y químico en el combate del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en el café. Agronomía Costarricense 8(2): 91-97.