

PRODUCCION EN FINCA DEL HONGO *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFE

Olga Patricia Antía-Londoño*
Francisco Javier Posada-Florez*
Alex Enrique Bustillo-Pardey*
María Teresa González-García*

El uso masivo de hongos entomopatógenos producidos en sustratos naturales para el control de insectos plagas, se viene estudiando y llevando a cabo en países como China, Cuba, Brasil y Venezuela (3, 4, 8, 10). En la China, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin se asperja en un millón de hectáreas para el control de defoliadores de especies forestales y en cultivos de maíz, luego de ser obtenido por los mismos agricultores, en unidades de producción muy sencillas en sus fincas (8).

En el Brasil se produce masivamente el hongo *Metarhizium anisopliae* con el nombre comercial de Metaquino, usando bolsas plásticas esterilizables, que contienen granos de arroz como sustrato para el cultivo del hongo (1).

La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) es atacada en forma natural por *B. bassiana* (Figura 1). En todos los países a los cuales ha llegado la broca, se ha registrado su infección por este patógeno (9).

En Colombia el hongo fue registrado por primera vez en Ancuya, Nariño en 1989 (Vélez y Benavides 12). En Cenicafe, Bustillo *et al.* (5) han demostrado que la incidencia del hongo se puede aumentar mediante aspersiones en cafetales atacados por la broca.



Figura 1. Infección de la Broca por el hongo *B. bassiana*. Se observa el moho blanco en el sitio de penetración del insecto al grano.

* Asistente de Investigación, Investigador Científico I, Investigador Principal I y Asistente de Investigación, respectivamente. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

La broca del café ataca y se reproduce en frutos que alcanzan un 20% o más de su peso seco, lo cual ocurre, dependiendo de la temperatura, entre 90 y 120 días después de la floración (2). Este es el momento más oportuno para realizar las aspersiones con *B. bassiana* y lograr que las esporas del hongo entren en contacto con los adultos de la broca que están penetrando al fruto. Si la broca ha entrado ya en el fruto se dificulta el contacto y el efecto del hongo es casi nulo.

Las esporas o conidias del hongo *B. bassiana* son las estructuras infectivas y una vez entran en contacto con el integumento de la broca, germinan y penetran al cuerpo, inmovilizándola a las 48 horas como máximo. Luego continúa su desarrollo internamente en el insecto hasta causar su muerte (Figura 2). Las estructuras de reproducción emergen del cuerpo de la broca a los 8,5 días produciendo de nuevo conidias que pueden iniciar un nuevo ciclo de infección (7). Lo anterior asegura que el hongo se pueda establecer en el cafetal y reproducirse bajo condiciones favorables de humedad y temperatura.

La broca es actualmente el insecto plaga más perjudicial para el café en Colombia. Es un insecto introducido, que llegó a un hábitat donde no posee enemigos naturales, a excepción de *B. bassiana*, el cual se encuentra en niveles muy bajos en los cafetales.

El propósito de CENICAFE, es introducir este patógeno en todas las áreas con broca para que contri-



Figura 2. Crecimiento del hongo sobre adultos de broca *Hypothenemus hampei*.

buya como un agente de control biológico dentro de un programa de Manejo Integrado. Para lograr este objetivo se requiere producirlo y aplicarlo masivamente. En la actualidad existen las alternativas de producción a escala industrial (6, 11) y en forma artesanal en la finca (3, 8).

En este Avance Técnico se muestra la forma como los caficultores pueden producir y aplicar en su finca el hongo, usando como sustrato de cultivo un cereal como el arroz, mediante una tecnología sencilla, económica y eficiente, con recursos de fácil consecución.

El hongo producido en esta forma puede estar disponible para el agricultor en cantidades suficientes y oportunas.

El cultivo del hongo en forma segura y eficiente, comprende las siguientes etapas:

PREPARACION DEL MEDIO DE CULTIVO

Para la producción del hongo se usan botellas de vidrio puestas previamente en remojo en una solución de detergente e hipoclorito de sodio "límpido" a las cuales se les remueven las etiquetas. Las botellas deben ser de boca angosta para disminuir los riesgos de contaminación y preferiblemente transparentes, para que se facilite la evaluación del crecimiento y desarrollo del hongo, y la observación de posibles agentes contaminantes. Se debe usar como sustrato arroz de buena calidad y agua. Si el arroz está sucio se debe lavar y si el agua está turbia se debe hervir previamente a su uso.

En botellas aplanadas de 375 ml de capacidad se utilizan 50 gramos de arroz y 80 ml de agua corriente. Las botellas se tapan con algodón o gasa (Figura 3).

Se debe tener cuidado que los tapones queden bien ajustados a la boca de la botella para evitar que se contamine el medio de cultivo después de esterilizado. El tapón no debe penetrar más allá del cuello de la botella.

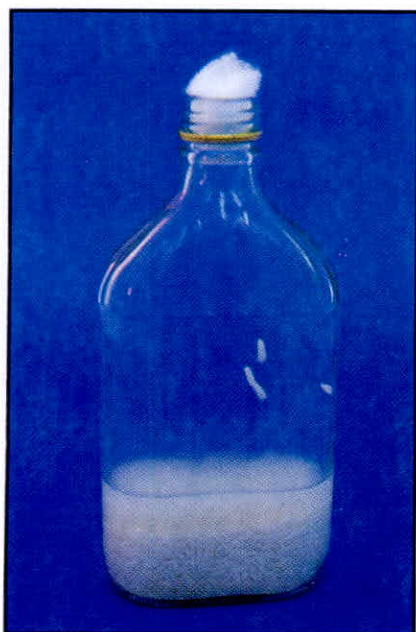


Figura 3.
Botella de vidrio de 375 ml, 50 g de arroz (sustrato) y 80 ml de agua, tapada con algodón.

ESTERILIZACION DE LOS MEDIOS DE CULTIVO

En la finca cafetera la esterilización se puede hacer en olla a presión (pitadora) o en ollas corrientes, en Baño de María.

-Olla a presión. A la olla se le agrega agua a ras de una parrilla o soporte sobre la cual se depositan las botellas, horizontalmente, ligeramente inclinadas y teniendo cuidado que se distribuya el arroz uniformemente y que el tapón de algodón no se moje. Las botellas se colocan unas sobre otras hasta llenar la olla (Figura 4). La olla se tapa y se coloca en la estufa. Una vez se inicie la evaporación y se levante la válvula, se deja “pitar” 15 minutos más en la estufa. Este es el tiempo en el cual el arroz se cocina y queda esterilizado. Luego se debe extraer el vapor de la olla y dejar enfriar.

-Olla corriente. Para esterilizar al “Baño de María” la más indicada es una olla alta o caldero, con tapa. En un caldero de 50 cm de diametro y 20 cm de altura se pueden acomodar 41 botellas planas de 375 ml de capacidad. Las botellas se colocan paradas, juntas y apretadas para evitar que se volteen cuando el agua comience a hervir, o se mojen los tapones y penetre agua de la olla en el medio de cultivo (Figura 5).

Luego se adiciona agua a la olla y el nivel debe superar el del agua que está dentro de las botellas. Se tapa la olla y se coloca en la estufa. Después que comience a hervir se cuentan 30 minutos, tiempo en el cual se cocina y esteriliza el arroz. Es necesario mantener, durante la ebullición, el nivel de agua en la olla.

Si el medio de cultivo se deja mayor tiempo que el indicado, se puede quemar o deshidratarse en exceso, lo cual afecta el crecimiento y desarrollo normal del hongo.

En ollas de esta capacidad, se puede utilizar hasta 100 gramos de arroz por botella de 375ml obteniéndose una mayor producción del hongo.

Si se presenta contaminación por bacterias, se recomienda adicionar al agua de las botellas ácido láctico en la proporción de 1 ml por cada litro de agua.



Figura 4. Botella inclinada sobre el soporte, tal como debe colocarse dentro de la olla a presión. Así se acomodan hasta llenar la olla.



Figura 5. Posición de las botellas en esterilización al “Baño de María”.

El proceso de esterilización se puede realizar en la cocina de la finca.

Luego de realizar la esterilización y si al retirar las botellas aún están calientes, se deben colocar sobre una superficie de madera, cartón o tela, para evitar que se quiebren, como ocurre cuando se colocan sobre una superficie de baldosa o cemento que esté fría. Las botellas con los medios esterilizados se trasladan al cuarto de siembra, sin remover en ningún caso los tapones, donde deben ser inoculadas en una sola sesión de siembra del hongo.

SIEMBRA DEL HONGO

Para la multiplicación se debe partir de un cultivo puro del hongo.

La siembra consiste en tomar un trozo del cultivo puro y esporulado e introducirlo en las botellas con el medio esterilizado para que el hongo se multiplique. Para ello, se acondiciona un sitio de la casa de la finca donde no hayan corrientes de aire, que se pueda asear fácilmente y que en el momento de la siembra no sea frecuentado por muchas personas, ni animales.

Este sitio debe tener una mesa de trabajo en la cual se reúnan todos los materiales necesarios para la siembra del hongo como son: el cultivo puro que se va a emplear como inóculo o semilla, mecheros (2 a 4) con el fin de mantener una atmósfera libre de contaminantes, pinzas o alambres con la punta volteada, para realizar la siembra y alcohol antiséptico. Además, un marcador o cinta de enmascarar para marcar las botellas y un cuadro de registro para anotar la producción del hongo.

Las botellas que van a ser utilizadas para multiplicar el hongo deben estar a temperatura menor de 30°C ya que temperaturas mayores matan el hongo que se emplea como semilla o inóculo.

Para iniciar la siembra se limpia la superficie de la mesa con alcohol o "límpido", se encienden los mecheros, se limpian las pinzas con alcohol y

también con éste, se impregna un algodón donde consecutivamente se debe enfriar la pinza durante el proceso de siembra. Se toma entonces el cultivo puro con una mano y se retira el tapón con la otra, evitando cogerlo con toda la mano o depositarlo sobre la mesa.

La pinza siempre que se vaya a introducir en la botella con el cultivo puro se flamea en la llama del mechero y se enfría con un algodón húmedo en alcohol. Para tomar la porción de hongo esporulado que va a servir de inóculo o semilla, se introduce la pinza, se toma un trozo de arroz esporulado y se retira rápidamente (Figura 6). Todo debe hacerse cerca a la llama del mechero. Se toma la botella que se va a sembrar, se destapa, se introduce el trozo retirado de la otra (Figura 7) y



Figura 6. La botella que contiene el cultivo puro se destapa y se extrae el trozo de inóculo.



Figura 7. Siembra de una porción del hongo (inóculo) en una botella de multiplicación.

se tapa de nuevo. Se repite el proceso para inocular las otras botellas.

La porción de inóculo debe ser de aproximadamente 1 cm². Con una sola porción la botella queda bien inoculada o sembrada y se evita tener que destaparla varias veces, con lo cual se crea un alto riesgo de contaminación.

Con una botella de cultivo puro del hongo se pueden sembrar en promedio unas 100 botellas para multiplicación. Las botellas que se esterilicen deben sembrarse el mismo día y la botella del cultivo puro que se utilice como inóculo o semilla no debe emplearse para hacer siembras en diferentes días, porque al haber sido abierta varias veces tiene una alta probabilidad de contaminación.

Terminado el proceso de siembra, las botellas inoculadas se marcan con un número que indique el lote, la fecha y la identificación de la cepa o aislamiento que se está multiplicando.

Se debe registrar la producción del hongo para que el caficultor pueda evaluar los costos y la eficiencia con que está produciendo el hongo.

MADURACION DEL HONGO EN EL MEDIO DE CULTIVO

Las botellas sembradas se colocan en estantes o en un sitio limpio y seguro (Figura 8) donde deben



Figura 8. Botellas con el hongo en proceso de maduración en una finca de Chinchiná, Caldas.

permanecer hasta que se observe un cubrimiento total del arroz por un crecimiento blanco. En este momento, el hongo está completamente desarrollado (Figura 9).

El hongo se desarrolla más rápidamente a temperaturas altas y el rango óptimo está entre 25 y 27°C. En estas condiciones el desarrollo total se obtiene a los 15 días.

El hongo, después de cubrir completamente el medio de cultivo, puede permanecer a temperatura ambiente un promedio de 10 días sin que se vea afectada su calidad (concentración, viabilidad y patogenicidad). Si después de transcurrido este tiempo el hongo no se ha aplicado en el campo, puede ser guardado en la parte baja de una nevera, a 4°C. En estas condiciones puede almacenarse hasta 6 meses sin que se afecte su calidad.

Estos cultivos pueden desarrollar coloraciones amarillas o violetas que se deben al metabolismo del hongo y cuya función es inhibir el desarrollo de contaminantes en el medio (Figura 10). Esto no debe confundirse con el crecimiento de otros hongos contaminantes como *Penicillium* sp., *Aspergillus* y *Rhizopus* sp. que producen coloraciones verdes, negras, café y naranja (Figura 11). En ocasiones,



Figura 9.
Hongo completamente desarrollado que forma un crecimiento blanco en el arroz de la botella.



Figura 10. Pigmentos producidos por el hongo *B. bassiana* en el medio de cultivo.



Figura 11. Presencia de organismos contaminantes. Son de color verde, negro o amarillo.

también se pueden presentar contaminaciones por levaduras y bacterias que imparten un aspecto líquido, cremoso y mal olor al medio de cultivo.

La contaminación puede deberse a errores cometidos en la siembra del hongo, a la presencia en el cultivo puro de contaminantes o a que el tapón de las botellas quedó flojo o fue muy manipulado. La contaminación por ácaros se presenta cuando en los estantes donde está madurando el hongo se deposita mucho polvo, o éste no se remueve periódicamente. La mejor forma de prevenir la presencia de ácaros es realizar aseo periódicamente.

Los cultivos con presencia de contaminantes no deben ser utilizados como semilla para producir

nuevos cultivos del hongo. Deben descartarse y para hacerlo se vierte hipoclorito de sodio en las botellas con el fin de eliminar los agentes contaminantes. Después de transcurrido un tiempo mínimo de una hora se bota el contenido de la botella. Al destapar las botellas con contaminantes el operario debe colocarse un pañuelo en la nariz para no inhalar las conidias.

Para transportar las botellas con el hongo completamente desarrollado se deben tener unos cuidados mínimos. Si la botella tiene como destino iniciar nuevos cultivos, se debe envolver durante el transporte para que no le caiga polvo sobre el tapón lo cual ocasionaría riesgos de contaminación.

En todos los casos, durante el transporte no se deben exponer al sol, ni permanecer en sitios muy calientes como el piso de los vehículos, porque las temperaturas altas son nocivas para el hongo.

CALIDAD DEL HONGO PRODUCIDO EN LAS FINCAS CAFETERAS

Las pruebas indican que el hongo producido es óptimo para el control de la broca. Los conteos en cultivos completamente desarrollados en botellas con 50 g de arroz, y de 20 días de incubación han alcanzado $3,87 \times 10^{11} \pm 0,44 \times 10^{11}$ conidias, en promedio, lo que equivale a una concentración de $7,74 \times 10^9$ conidias/gramo, siendo en esta forma 77 veces más alta que la concentración en las formulaciones comerciales disponibles en Colombia.

En diferentes pruebas, la viabilidad de las conidias siempre ha sido superior al 85% y se han alcanzado niveles hasta del 100%.

La prueba de patogenicidad, que bajo condiciones de laboratorio establece la capacidad del hongo para matar la broca, ha permitido obtener mortalidades superiores al 97%, utilizando una concentración de 1×10^7 conidias/mililitro.

COSECHA DEL HONGO

Para la cosecha del hongo el primer paso consiste en agregarle a cada botella que contiene los 50 g de arroz, 10 ml de un aceite emulsivo de uso agrícola (Figura 12). La mayoría no tienen ningún efecto adverso sobre la viabilidad de las conidias. En pruebas de viabilidad con aceites se obtuvo una germinación del hongo superior al 80%. (Tabla 1)

Se busca con el uso de aceites proporcionar una película que proteja la conidia de la radiación solar y permita un mayor tiempo de sobrevivencia en el ambiente.

Con una paleta de madera o un palo delgado se revuelve el arroz con el aceite en la botella hasta que se mezclen completamente (Figura 13), luego se adiciona agua y se agita fuertemente para crear una emulsión (Figura 14).

TABLA 1. Efecto de la adición de aceites de origen vegetal y mineral en la premezcla obtenida en la botella.

Aceite agrícola	% de Germinación $\bar{X}$ S	Calidad de la emulsión	Dispersión de conidias
Carrier (V)	91,83 $\pm$ 3,90	Buena	Buena*
Citroemulsión (M)	94,29 $\pm$ 4,50	Buena	Buena
Correo (V)	91,79 $\pm$ 4,50	Buena	Regular
Cosmoflus (V)	47,31 $\pm$ 8,72	Mala	Mala**
Portagotas (V)	63,47 $\pm$ 11,33	Buena	Buena
Triona (M)	91,45 $\pm$ 8,17	Mala	Mala
Testigo	94,32 $\pm$ 3,68	Mala	Mala

(V) = Origen Vegetal

(M) = Origen Mineral

* Dispersión buena = No se observan conidias en grumos. Distribución uniforme

** Dispersión mala = Agrupación de conidias

S Desviación estándar

$\bar{X}$ Promedio



Figura 12. Adición a la botella, de 10 cc ó ml de aceite de uso agrícola. Paso previo a la cosecha.



Figura 13. Mezcla del aceite con el hongo en la botella, con un palo delgado.

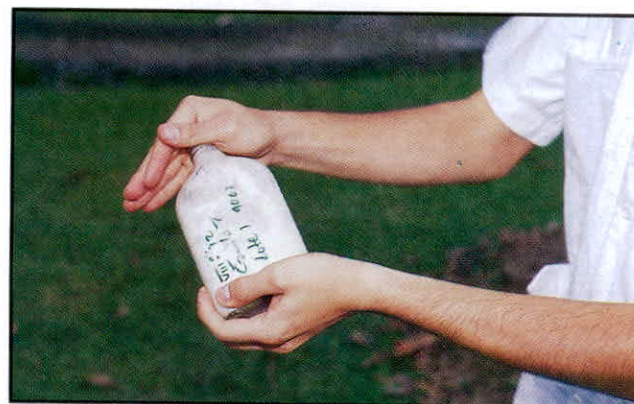


Figura 14. Se vierte un poco de agua a la botella y se agita fuertemente para crear una emulsión.

Todo el contenido de la botella se vierte en un colador o malla fina colocada sobre un balde con el objeto de que no permita el paso del arroz. (Figura 15).

El arroz se lava sobre el colador o la malla, recogiendo el agua de lavado en el balde. Así se evita que trozos muy finos de arroz tapen posteriormente las boquillas de los equipos de aspersión (Figura 16). La cantidad de agua con la cual se debe enjuagar el arroz de la botella es de 1 litro.

Los residuos que quedan en el colador se arrojan en la gotera de los árboles de café, en los sitios de la finca donde se presentan mayores poblaciones de broca.



Figura 15. El contenido de la botella se vierte en un colador.



Figura 16. Enjuague del arroz para desprender todas las conidias del hongo.

APLICACION DEL HONGO EN EL CAFETAL

La premezcla obtenida del lavado de la botella se agita vigorosamente y se deposita en una bomba de aspersión.

Si se tiene una bomba de 20 litros se toma toda la premezcla (1 litro) y se completa con agua a 20 litros. Si se tiene una de 10 litros se debe usar la mitad de la premezcla (0,5 litros). Con la mezcla obtenida de una botella se pueden asperjar 400 árboles de una edad de 4 años en promedio y cada árbol recibe unos 50 ml del bioinsecticida.

Si las aplicaciones del hongo se realizan con los equipos previamente calibrados y teniendo en cuenta que la producción por botella es de $3,87 \times 10^{11}$ conidias, que se suspenden en 20 litros de agua, cada árbol recibe en la aplicación $9,7 \times 10^8$ (970 millones) de conidias. Esta alta concentración y su buena calidad (viabilidad y patogenicidad) permiten crear una fuerte presión de inóculo sobre la población de broca.

Se recomienda dirigir las aspersiones del hongo a la parte productiva del árbol, en las horas de la mañana de 6 - 10 a.m. y en la tarde de 4 - 7 p.m. evitando las horas de alta radiación. El hongo también se puede aplicar en días nublados.

El hongo que se coseche se debe aplicar el mismo día.

Si se tiene preparada la premezcla y por alguna razón no se puede aplicar, puede ser guardada en la nevera a 4°C. En caso contrario, las conidias germinan. Esto mismo pasa si se tiene preparada la mezcla.

En caso de preverse la ocurrencia de lluvias después de la aplicación se debe emplear un adherente.

El hongo no debe ser aplicado en mezcla con insecticidas y fungicidas, para evitar que sea afectada la viabilidad de las conidias.

El hongo puede ser aplicado en cualquier mes del año que coincida con un ataque de la broca porque en la zona cafetera, así se presenten meses secos, la humedad relativa promedio mensual se mantiene por encima de 70% y siempre se presentan lluvias que aportan humedad al medio.

Con las aplicaciones del hongo en el campo se persiguen dos fines:

1. Establecer el hongo *B. bassiana* como un factor permanente de mortalidad de la broca. Los sitios del cafetal que más favorecen el establecimiento o colonización son las orillas de los ríos o quebradas y debajo de los árboles de sombrero. El agroecosistema del café, por ser un cultivo perenne, reúne condiciones apropiadas de microclima debajo de los árboles, favorables para la supervivencia del hongo.
2. Controlar la broca. La frecuencia de las aspersiones debe estar determinada por los niveles de infestación de broca. Si después de las evaluaciones realizadas cada 15 días, para establecer el grado de infestación, se obtiene que ésta es mayor del 5% (umbral de daño económico) y que los resultados de las medidas de manejo indiquen que la tendencia de la infestación es creciente, se puede tomar la decisión de hacer una aplicación del hongo.

Para las aspersiones también se deben tener en cuenta los ciclos de cosecha en cada zona productora.

Cuando el fruto alcanza el estado de semi-consistencia (90 - 120 días después de la floración) se puede hacer una aspersión, si se observan a través de las evaluaciones adultos perforando frutos.

¿ DONDE OBTENER EL INOCULO O SEMILLA PARA INICIAR LA PRODUCCION DEL HONGO A NIVEL DE FINCA ?

Un caficultor puede conseguir el hongo para iniciar su producción a nivel de finca de las siguientes maneras:

1. De botellas recibidas en los cursos de capacitación dictados en CENICAFE, o de los técnicos del Servicio de Extensión en los Comités Departamentales de Cafeteros.
2. De un caficultor que haya iniciado la producción en su finca.
3. Directamente del campo, tomando granos que presenten un crecimiento blanco en el ombligo, lo cual indica la presencia de brocas atacadas por el hongo.

Este método se explica en detalle, porque permite al caficultor autonomía para la producción del hongo al no tener que depender de ninguna institución para adquirir el inóculo o semilla inicial para comenzar la producción en la finca y además garantiza la patogenicidad del hongo aislado.

OBTENCION DEL INOCULO DIRECTAMENTE DEL CAMPO

El método consiste en obtener del campo granos que presentan un crecimiento blanco en el ombligo (Figura 17) a partir de los cuales se obtienen brocas



Figura 17. Fruto con crecimiento del hongo en el ombligo, en el orificio de penetración de la broca. En estos frutos se encuentran brocas infectadas por el hongo.

infectadas por el hongo (Figura 18). Estas se retiran de los granos y se colocan en un recipiente (copa o pocillo), se enjuagan en hipoclorito de sodio durante dos minutos (Figura 19) y se colocan sobre una gasa o algodón limpio para eliminar el exceso de hipoclorito (Figura 20). Luego se toman con la pinza y se colocan tres brocas dentro de una botella con medio de cultivo (arroz) esterilizado, de las mismas empleadas para multiplicar el hongo a nivel de finca (Figura 21).

El hongo presente en las brocas no muere con el tratamiento de desinfestación en el hipoclorito de sodio. Con este procedimiento se eliminan los agentes contaminantes provenientes del campo y se obtienen cultivos puros del hongo. La ventaja que tiene este método consiste en que el hongo



Figura 18. La broca infectada por el hongo se retira con una pinza o una navaja.

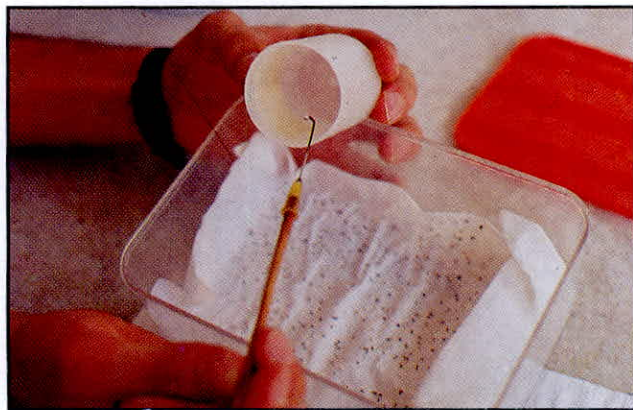


Figura 19. Brocas infectadas por *B. bassiana* provenientes del campo, en desinfestación con hipoclorito de sodio.



Figura 20. Luego de la desinfestación las brocas se depositan en una gasa o en una toalla de papel para eliminar el exceso de hipoclorito de sodio.

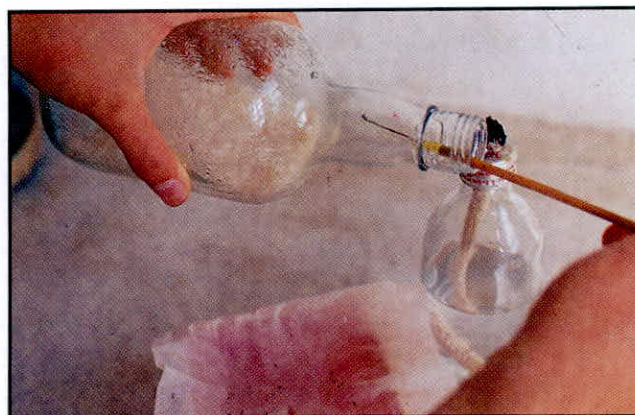


Figura 21. Después de desinfectadas se toman con una pinza y se siembran 3 brocas por cada botella con arroz cocido y esterilizado.

aislado directamente de la broca es más virulento que aquel cultivado en arroz, en más de dos generaciones.

Los cultivos puros aislados de broca después de madurados, se pueden almacenar en una nevera (4°C), para emplearlos como inóculo o semilla. Cada cultivo puro obtenido directamente de broca permite obtener otros cultivos, que van a ser la primera generación, la cual se debe utilizar para el control de la broca en el campo.

No es recomendable utilizar una segunda generación del hongo cultivado sólo en arroz, porque se reduce la viabilidad y la patogenicidad hacia la broca.

COSTOS DE PRODUCCION DE *B. bassiana* EN LA FINCA

El hongo se puede producir muy económicamente en las fincas. Los siguientes estimativos se hicieron basados en precios de febrero de 1993. (Tabla 2). Para el cálculo de mano de obra se estimó que con un jornal se pueden producir 200 botellas del

TABLA 2. Costos de producción por botella, del hongo *B. bassiana* en escala artesanal en una finca cafetera.

	\$
Costo botella	3,00
Mano de obra	15,00
Arroz	18,00
Tapón de algodón	2,00
Detergentes antisépticos	3,00
Energía	0,60
Subtotal	41,60
Adición de aceite agrícola	22,00
TOTAL	63,60

* Pesos colombianos. Precios estimados al mes de febrero de 1993.

hongo, desde el lavado de las botellas hasta el momento de la preparación para la aspersión en el campo.

También se calculó que se requiere un kW-hora para esterilizar 40 botellas de 375 cc al "Baño de María" usando una olla de 50 litros de capacidad.

Para calcular el valor del uso de la botella se depreció en 10 procesos de producción. Así mismo se consideró el costo del algodón, depreciado en tres procesos.

COSTOS DE APLICACION DEL HONGO POR HECTAREA

Basados en que la producción de *B. bassiana* por cada botella es suficiente para asperjar 400 árboles de café, de cuatro años de edad y utilizando un equipo de aspersión de presión previa retenida a 40 libras/pulg², con una boquilla HC-3 de baja descarga (190 cc/min) y un volumen de aplicación de 50 cc de mezcla por árbol, se pueden realizar los estimativos del costo total para el control de la broca del café con esta alternativa de control biológico. (Tabla 3).

TABLA 3. Costos de control de broca con *B. bassiana* producido a nivel de finca, según distintas densidades de siembra del cafetal. Precios estimados a Febrero de 1993.

Nº. árboles/ha	Botellas de <i>B. bassiana</i> necesarias	Valor <i>B. bassiana</i> ha (\$) **	Jornales/ha*		Costo total (\$)
			Nº	Valor (\$)	
2.500	6,25	398	2	7.524	7.922
5.000	12,50	795	4	15.048	15.843
7.500	18,75	1193	6	22.572	23.765
10.000	25,00	1590	8	30.096	31.686

* La eficiencia de aplicación de este hongo en el campo es similar a la que se obtiene con cualquier otro producto y varía según la pendiente, la densidad de población del cafetal y el operario.

** Se concluye que el valor del hongo, sin costos de aplicación, para cubrir un árbol usando este sistema de producción, es de 16 centavos de peso colombiano por árbol (precios de febrero de 1993).

LITERATURA CITADA

1. ALVES, S.B. Fungos entomopatogénicos. In: ALVES, S.B. (Ed). Controle microbiano de insectos, Sao Paulo (Brasil). Editora Manole, p. 73-126. 1986.
2. BAKER P.S. La bioecología de la broca del café *Hypothenemus hampei*. In: SEMINARIO sobre la broca del café. Sociedad Colombiana de Entomología. SOCOLEN. Medellín. Miscelanea N°. 18. pp: 14 - 20. 1991.
3. BATISTA FILHO, A.; BASTOS, C.B.P.; SAAD, M.C. Produção de fungos entomopatogénicos a nivel de propriedade agrícola. O. Biológico, (Brasil) 54 (7/12): 55-57. 1988.
4. BATISTA, C. Control biológico y protección ambiental a bajo costo. Seminar (Costa Rica) N° 2: 5-6. 1991.
5. BUSTILLO P., A. E.; CASTILLO S., H.; VILLALBA G., D.; MORALES, E.; VELEZ A., P. E. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Colombia. In: COLLOQUE Scientifique International sur le cafe, 14. San Francisco (Estados Unidos), 14-19 Juillet. 1991. Paris (Francia), ASIC, 1991. p 679-686.
6. FERRON, P. Pest Control by the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium*. In: BURGESS, H.D. (Ed). Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980. New York (Estados Unidos), Academic Press. 1981. p. 465-482.
7. GONZALEZ G., M.T.; POSADA F., F.J.; BUSTILLO P., A.E. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In: CONGRESO de Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN, 19 Manizales. (Colombia). Resúmenes, Manizales, (Colombia), SOCOLEN, 1992. p.76.
8. HUSSEY, W.W.; TINSLEY, T.W. Impressions of insect pathology in the people's Republic of China. In: BURGESS, H.D. (Ed). Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980; New York (Estados Unidos), Academic Press. 1981. p 785-795.
9. MOORE, D.; PRIOR, C. Present status of biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. In: BRIGHTON Crop Protection Conference - Pests and Diseases. 1988. p. 1119-1122.
10. PROBIAGRO. COBICAN - I. Insecticida biológico a base del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de la candelilla (*Aenaeolamia varia*). Boletín Informativo N° 1: 6. 1991.
11. SAMSINAKOVA, A. Growth and sporulation of submerged cultures of the fungus *B. bassiana* in various media. Journal of Invertebrate Pathology. (Estados Unidos). 8: 395-400. 1966.
12. VELEZ A., P.E.; BENAVIDES G., M. Registro e identificación de *Beauveria bassiana* en *Hypothenemus hampei* en Ancuya, Departamento de Nariño, Colombia. Cenicafé (Colombia) 41(2): 50-57. 1990.

RECUERDE : El manejo adecuado de la broca del café integra distintas medidas de control como el cultural y el biológico, principalmente.

**COSECHE TODOS LOS FRUTOS Y HAGA EL TRATAMIENTO SANITARIO
RECOMENDADO POR EL TECNICO DEL SERVICIO DE EXTENSION**