

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* B.)

1

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la mora de Castilla es la fuente principal de ingresos en algunos municipios del Oriente de Antioquia, en tanto se ha convertido en una alternativa económica viable debido al aumento de la demanda por parte de los consumidores.

En la actualidad, los sistemas de producción de la mora están basados de manera unilateral en el empleo de agroquímicos lo que ha ocasionado graves perjuicios sobre el ecosistema, las plantas y el hombre. Estos problemas se agravan debido al uso incorrecto de los productos expresado en dosis y en formas inadecuadas poco seguras.

En cuanto a la tecnología empleada en los sistemas de producción, se puede afirmar que aún no se le da importancia a factores claves tales como la fertilidad natural, la protección del suelo y la calidad de la semilla entre otras; además, las prácticas culturales para el manejo del cultivo no se adecuan a los requerimientos fisiológicos de las plantas y son mínimos los conocimientos sobre el manejo de la cosecha y postcosecha.

La Universidad Católica de Oriente, con el apoyo financiero del programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA, inició en 1998, la ejecución del proyecto "Alternativas para el manejo integrado del cultivo de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), en cuatro municipios del Oriente Antioqueño", con el propósito de identificar y aplicar medidas alternativas de prácticas culturales y agronómicas además de capacitar a los agricultores dedicados a esta actividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon plantas de mora de Castilla micropropagadas *in vitro*, como fuente de material vegetal. El proyecto se desarrolló en cuatro municipios del Oriente de Antioquia: Rionegro, Guarne, La Ceja y El Peñol; en cada municipio se sembraron tres parcelas, cada una con 400 plantas.

MANEJO DEL CULTIVO

Se empleó la práctica de labranza mínima, para lo cual se hicieron huecos de 40 cm de ancho, largo y profundo. Las distancias de siembra fueron de 3 m x 3 m. Al cabo de tres meses se realizó el tutoraje de las plantas con el sistema de doble "T"; durante esta labor se realizó la poda de formación. Posteriormente se realizaron las podas de ramas secundarias y de mantenimiento.

Empleo de coberturas para la protección del suelo. Se evaluó el efecto de tres tipos de coberturas localizados en la zona de plateo:

- Ruanas de fique, las cuales consisten en mantos hechos en fibras naturales, con dimensiones de un metro cuadrado.
- Ruana de plástico que consiste en un polietileno negro de un metro cuadrado.
- Pasto picado "mulch" que consiste en cortar pasto de las calles del cultivo o de otros lugares y aplicarlo alrededor de la zona de plateo del cultivo.
- Un testigo de comparación, donde se realizó cada mes un control manual de malezas.

Se evaluaron algunas variables vegetativas tales como número y diámetro de tallos basales, además de diámetro de ramas secundarias; y variables vegetativas como la producción semanal por planta expresada en número de frutos y peso en gramos, y la calidad de la fruta.

¹ Jefe Unidad de Biotecnología. Universidad Católica de Oriente.

² Investigador. Universidad Católica de Oriente.

Inoculación con hongos formadores de endomicorrizas. Con el propósito de evaluar el efecto de la acción de hongos formadores de micorrizas, la inoculación se efectuó en dos etapas: La primera se realizó en condiciones de invernadero en el momento del trasplante a bolsas; allí se utilizó una dosis de 10 g. de inóculo/bolsa, con capacidad de 200 g de sustrato. Posteriormente, en el momento del trasplante, se quiso verificar si la reinoculación con estos microorganismos tenía alguna respuesta sobre las plantas. Para tal efecto se hizo un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a: plantas reinoculadas con 100 g de inóculo, por sitio de siembra y plantas testigo sin inocular. Se evaluaron variables vegetativas tales como el número y diámetro de tallos basales, y el diámetro de las ramas secundarias; variables de producción como número de frutos, peso y calidad. Para evaluar la calidad de la fruta se elaboró la siguiente clasificación: 1- Tamaño grande (diámetro del ápice superior a 23 mm.); 2- Tamaño medio (diámetro del ápice superior entre 14 y 22 mm.); 3- Tamaño pequeño (diámetro del ápice inferior a 13 mm).

El inóculo consistió en una mezcla de suelo, raíces del hospedante *Tagetes patula*, micelio y esporas de *Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana* y *Acaulospora morrowiae*. Se realizó un conteo de 30 esporas/g de suelo. La técnica utilizada para la producción de este inóculo se desarrolló en la Universidad Católica de Oriente (Castro et al., 1997).

Fertilización natural del suelo. Se tendrá como objetivo el reciclaje de todos los desechos orgánicos de la finca tales como basuras, estiércol, residuos de cocina y otros, los cuales se someterán a un proceso de compostaje aeróbico; de igual manera se diseñaron estrategias para la producción de humus a partir de la cría de lombrices.

Protección del cultivo. Se emplearán productos tales como caldos microbiales y extractos de compost para la protección del cultivo y disminuir la presencia de plagas y enfermedades, de acuerdo con la metodología propuesta por Castro y García, 2001.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Empleo de coberturas para la protección del suelo. Las variables vegetativas no presentaron ninguna influencia por parte de los tratamientos. En la tabla 1, se muestran los resultados que se lograron sobre algunas variables de producción. El número de frutos/planta no presentó diferencias significativas entre las coberturas, mientras que el

Tabla 1. Efecto del empleo de tres tipos de coberturas en la zona de plateo en comparación con un testigo sin cobertura, sobre algunas variables de producción en la mora de Castilla (*Rubus glaucus B*)^z

Factor	Frutos (Nº)	Peso (g)	Calidad
A. Coberturas			
Mulch	14.90 b	55.70 b	2.70
Plástico	14.20 b	58.70 b	1.90
Ruana de fique	16.20 b	66.20 b	1.80
Testigo.	9.20 a	38.20 a	2.60
Significación	*	*	NS
B. Tiempo (Meses)			
1	14.30 c	70.80 c	2.25
2	10.70 b	57.40 b	1.95
3	7.05 a	30.10 a	2.10
4	12.40 b	42.60 b	2.50
5	12.90 b	57.80 b	2.50
6	15.00 c	54.80 b	2.40
7	17.80 b	62.50 c	2.40
Significación	NS	*	NS
Interacciones			
AB	NS	*	NS

^z Promedios en una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) por DUNCAN. NS y *, no significativa y significativa a ($P \leq 0.05$).

testigo mostró la menor cantidad de frutos; el peso de los frutos mantuvo una tendencia similar. La explicación a estos resultados es el control de malezas, las cuales compiten con las plantas por nutrientes y agua. De otra parte, las coberturas tienen la capacidad de crear un microambiente en la zona radical. Se encontró una mayor temperatura 2 a 3°C mayor que la ambiental y conservación de la humedad que favorece el desarrollo de la planta y la presencia de microorganismos en el suelo.

Inoculación con hongos formadores de endomicorizas.

Evaluación del efecto de la inoculación con hongos formadores de endomicorizas. De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla 2, no se encontró efectos de la inoculación con hongos formadores de micorrizas sobre el número y grosor de las ramas basales. El número de ramas basales correspondió a 8 en promedio. Respecto al grosor de las ramas secundarias se encontró un efecto positivo de la inoculación con los hongos micorrizógenos. Cuando las plantas se reinocularon tuvieron un mayor grosor de 5.9 cm, superior al de las plantas no inoculadas que midieron 3.6 cm.

Tabla 2. Efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos sobre variables vegetativas de Mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Tratamiento Micorrizas	Ramas basales			Ramas secundarias	
	Número	Diámetro A 10 cm	Diámetro a 20 cm	Diámetro a 10 cm	Diámetro a 20 cm
Con inoculación	8.0	10.2	9.1	5.95 a	3.8 a
Sin inoculación	8.5	9.1	9.5	3.62 b	2.4 b
Significancia	NS	NS	*	*	*

Promedios en una columna seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes (P=0.05) por Duncan. NS y *, no significante y significativo respectivamente

El mayor grosor de las plantas reinoculadas se relacionó con un mayor vigor de las plantas y una mayor área foliar, lo cual ha representado una mayor producción de fruta.

En la tabla 3, se puede observar como las plantas micorrizadas mostraron mayores valores en número de frutos, peso y calidad. Estos resultados se pueden explicar desde el punto de vista nutricional. Estudios en diferentes condiciones y especies vegetales, en varias partes del mundo, muestran que las plantas micorrizadas generalmente absorben mayores cantidades de macro y micronutrientes.

Tabla 3. Efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos sobre el número de frutos por planta, peso de los frutos y calidad de mora de Castilla (*Rubus glaucus*)

Tratamiento Micorrizas	Frutos/planta	Peso frutos (g)	Clasificación ²
Con inoculación	14.4 b	59.5 b	2.90 b
Sin inoculación	11.3 a	48.0 a	1.65 a
Significancia	*	*	*

Promedios en una columna seguidos por la misma letra, no son significativamente diferentes (P=0.05) por Duncan. NS y *, no significante y significativo respectivamente

De todos los efectos, el más consistente y el de mayor interés práctico es la absorción del Fósforo, un elemento que en la mayoría de los suelos limitan el crecimiento vegetal (Siqueira y Franco, 1988).

El sistema radical de las plantas superiores está asociado no sólo a un ambiente inanimado, compuesto por sustancias orgánicas e inorgánicas, sino también a una vasta comunidad de microorganismos metabólicamente

activos. La microflora que responde a la presencia de las raíces vivas, es notoriamente diferente de la comunidad característica del suelo, creando las plantas un hábitat subterráneo único para los microorganismos. A su vez, la planta está marcadamente afectada por las poblaciones que ha estimulado, pues la zona radical es el sitio de donde se obtienen los nutrientes inorgánicos y a través del cual deben penetrar los patógenos. En consecuencia, las interacciones entre macro y microorganismos en este sitio pueden tener una gran importancia en la producción de los cultivos y fertilidad del suelo.

Establecimiento de bancos de Micorrizas. Para el establecimiento de los bancos de micorrizas en fincas de los agricultores se empleó un inóculo compuesto por esporas y micelio de las tres especies de hongos mencionadas anteriormente. Como hospedante se utilizó la planta tagetes (*Tagetes patula*). Como soporte se utilizaron camas aisladas del suelo con plástico, las cuales se llenaron con un sustrato compuesto por una mezcla de tierra y arena previamente desinfectada mediante solarización de acuerdo con la metodología propuesta por **Castro et al. (1997a)**. Se aplicó una capa de inóculo de 1 kg/m² de sustrato y se procedió a sembrar las semillas del *Tagetes*. El mantenimiento del banco consiste en hacer un adecuado riego del suelo. Cuando la planta se encuentra en inicios de la floración (aproximadamente a los tres meses) se cosecha toda la parte aérea, hojas, tallos, flores y se puede aplicar al suelo como abono verde o para mantener la pila de compostaje. En la cama entonces, queda lo que se denomina el inóculo compuesto por suelo, raíces micorrizadas, micelio y esporas de los tres hongos. Este inóculo se mezcla hasta homogenizarlo y se puede empacar en bultos de fique o fibra sintética y almacenar en un sitio fresco donde no haya riesgos de humedad.

Las ventajas que tiene este tipo de inóculo donde se emplea el tagetes (*T. patula*) como hospedante son:

- Se garantiza que el sustrato está libre de nemátodos fitoparásitos, debido a la acción nematicida del tagetes.
- En los ensayos preliminares se logró encontrar hasta 150 esporas/g de suelo, lo cual permite utilizar esta planta como un hospedante eficiente.
- La semilla del tagetes es de muy fácil adquisición.

Para fines prácticos de utilización del inóculo micorrízico se recomienda aplicar 1 Kg/m² de semillero; 20 a 30 g de inóculo, cuando se empleen bolsas. De acuerdo con los resultados logrados con la reinoculación, en el momento de la siembra en el sitio definitivo, vale la pena evaluar su efecto sobre otros cultivos de interés frutícola. Los hongos micorrízicos tienen capacidad para establecer relaciones simbióticas con la mayoría de especies hortícolas y forestales del trópico.

FERTILIZACIÓN NATURAL DEL SUELO

Manejo de desechos sólidos orgánicos, mediante compostaje. Los residuos orgánicos representan una gran cantidad de carbono reducido, inmovilizado en la atmósfera a través de la fotosíntesis. Constituyen un *inmenso reservorio de nutrientes minerales*, que a su vez, son fuente de energía y de nutrientes para los organismos heterotróficos que habitan el suelo, así como los nutrientes minerales para las plantas.

El compostaje es una técnica para el manejo de desechos orgánicos basada en un proceso aeróbico de fermentación, que permite obtener un producto estable para el uso agrícola. El compostaje juega un papel importante en el agroecosistema, pues cierra el círculo energético y mantiene la continuidad de la vida.

Una forma simple de construir una compostera es instalar una caseta con techo plástico, de 2 m de alto, en una área de 15 m². Los materiales que se emplean para formar las pilas de compost son: Residuos vegetales, cenizas, pasto picado, hojas de árboles, cal dolomita, papel; como materias primas enriquecedoras se emplean roca fosfórica, ceniza de madera, harinas de hueso y materias primas activadoras como estiércol de gallina y caballo, sulfato y fosfato de amonio. Estos materiales se apilan hasta una altura de 1.5 m, ancho de 2 m y largo de 5 m.

Para realizar el compostaje, los materiales se deben añadir siguiendo un orden establecido, como por ejemplo intercalar capas verdes (Nitrógeno) con capas amarillas. Los parámetros que se deben tener en cuenta para asegurar un adecuado proceso del compostaje y lograr una alta calidad corresponden a: Humedad, temperatura, aireación y relación carbono nitrógeno (**Ramírez, 1997**).

Lombricultura y producción de humus. Aunque existen varios sistemas de cría, el más práctico para los agricultores cultivadores de mora es el de camas levantadas a 0.80 m del suelo, de un metro de ancho por 5 m de largo. Para evitar problemas de condiciones desfavorables como altas precipitaciones se coloca una cubierta plástica sobre las camas. La densidad de siembra de las lombrices es de 1 Kg/m² de superficie de lecho.

Las lombrices se alimentan periódicamente cada 5 a 10 días, dependiendo de la saturación poblacional de las camas. Para la alimentación de las lombrices se recomienda los siguientes materiales: estiércoles de conejo, bovinos, caprinos y equinos, desperdicios de cocina como cáscaras de frutas, verduras, yuca y papa, entre otros.

Para la recolección de las lombrices se ubican franjas de 15 a 20 centímetros con alimento fresco a lo ancho y profundo de la cama. Después de 4 ó 5 días, se recogen las lombrices aglomeradas en las franjas; este procedimiento se repite de 2 a 3 veces, hasta dejar el humus libre de lombrices.

La lombricultura es parte importante del agroecosistema al interrelacionarse con todas sus unidades productivas. Es importante resaltar, como en torno al cultivo de la mora de Castilla se pueden desarrollar actividades complementarias, como la cría de conejos y cabras, animales que se alimentan con productos de la finca. En este sentido, se cumple un propósito adicional como es el de contar con una fuente de proteínas y además de asegurar que los excrementos de estos animales se puedan emplear para criar lombrices y producir humus y biomasa.

La lombricultura presenta algunas ventajas sobre el compostaje, principalmente en lo que se refiere a un menor tiempo de descomposición, mejor calidad físico-química y microbiológica del material. Es necesario conocer algunos aspectos sobre las cualidades del humus de lombriz, que lo hacen diferente de otros abonos orgánicos, tales como: contenidos de materia orgánica de 25-45%, ácidos fúlvicos 3-4%, ácidos húmicos 6-7%, Nitrógeno 2-3%, Fósforo 1%, Potasio 1-3% en materia seca, trazas de Fe, Mg, Mn, Cu y Zn (**Ramírez, 1997**).

En la tabla 4, se muestran los análisis minerales encontrados, en el compost y humus de lombriz, en dos fincas localizadas en los municipios de Rionegro y Guarne.

Tabla 4. Caracterización química de humus procedente de compost y lombrices, en dos municipios del Departamento de Antioquia

Componente	Unidades	Rionegro	Guarne	Rionegro	Guarne
		Compost		humus	
Materia orgánica	%	25.80	26.46	31.80	30.19
Nitrógeno	%	0.76	0.82	0.81	0.84
pH		6.39	7.46	6.82	8.07
Conductividad Elec.	m.MOHS	1.10	1.30	1.50	1.50
Aluminio	Meq/100	0.50	1.00	0.40	1.50
Potasio	Meq/100	14.15	21.46	20.55	39.83
Magnesio	Meq/100	11.30	10.93	30.97	14.56
Calcio	Meq/100	18.59	23.10	14.68	19.46
Sodio	Meq/100	2.63	2.83	9.04	8.19
CIC	Meq/100	47.17	59.32	75.64	83.54
N-Amoniacal	p.p.m.	75.91	43.19	113.80	35.82
N-Nítrico	p.p.m.	172.43	75.83	268.49	60.41
Fósforo	p.p.m.	173.59	141.82	256.25	90.39
Azufre	p.p.m.	24.57	34.42	44.15	50.41
Hierro	p.p.m.	50.00	59.46	16.43	39.17
Cobre	p.p.m.	0.83	5.10	3.33	2.46
Boro	p.p.m.	0.43	0.39	1.02	0.26
Manganeso	p.p.m.	63.07	108.46	39.23	70.92
Zinc	p.p.m.	32.91	39.17	38.75	30.56

PROTECCIÓN DEL CULTIVO

Para la protección del cultivo se empleó el caldo "Super cuatro" (Castro y Díaz, 2001); para su utilización se tamizó inicialmente en un cedazo, posteriormente se pasó por una tela fina y finalmente por una media de nylon. Para evitar taponamiento de los aspersores. Para aplicarlo en el cultivo mezcló una parte de caldo "Supercuatro", con diecinueve de agua. (1:19). Es importante resaltar que para la mora de Castilla es la dosis específica, pues se ha encontrado que en mayores concentraciones se presenta toxicidad en los frutos. Se recomienda aplicarlo con bomba cada 8 a 15 días, asperjado a toda la planta. Se deben tomar las mismas precauciones que al aplicar un pesticida, es decir, tapabocas y guantes. En la experiencia con agricultores de la Ceja, Guarne y El Peñol, el empleo del caldo "supercuatro" disminuyó drásticamente la incidencia de las enfermedades más comunes del cultivo.

En la tabla 5, se muestra el análisis microbiológicos de hojas procedentes de plantas sobre las cuales se aplicó el caldo "Supercuatro" y extractos de compost más humus, después de 48 horas de aplicado.

De acuerdo con estos resultados, los mohos que se encontraron pertenecen al género *Cladosporium* sp, los cuales presentan una amplia distribución, crecen con frecuencia sobre plantas muertas y son es invasores secundarios. En cuanto a las cepas bacterianas: *Enterobacter agglomerans* se encuentra en suelo, plantas, animales y humanos; *Bacillus brevis* es productor de una sustancia antibacterial llamada tirocina, la cual ejerce su acción especialmente en bacterias gram positivas; *Candida parapsilosis*, tiene la capacidad de fermentar xilosa y es resistente a Mercurio, Cobre, Cadmio y Zinc; *Rhodotorula rubra* son levaduras empleadas para la recuperación de metales como el Litio. Se debe destacar que ninguno de los microorganismos identificados tiene efectos sobre la salud humana, puesto que ellos se encuentran comúnmente en el ambiente.

Se demuestra como es posible enriquecer las poblaciones de microorganismos asociados a la filosfera de la planta y, a la vez, lograr mejorar las condiciones fisiológicas y bioquímicas de la planta a partir de los microelementos que se aportan en el producto.

Para lograr los resultados deseados en el cultivo de la mora de Castilla se deben tener en cuenta las recomendaciones de la dosis, una parte de caldo en 19 de agua, pues dosis mayores causan quemazón en los frutos. El producto tiene buena eficiencia hasta los tres meses, después de este tiempo puede tener efectos adversos.

Respecto al empleo de los extractos de compost y humus (Castro y Díaz, 2001), cuando se aplicó una dosis de 5 litros de extracto diluidos en 15 litros de agua, se disminuyó la incidencia de *Botrytis cinerea* y *Oidium* hasta en 50% en comparación con plantas testigo, estos datos coinciden con los que informa Trankner, 1993 en fresas y vides. Este extracto se aplicó en rotación con el caldo "Supercuatro" cada 15 días; la hipótesis que se propone es la posible inducción de resistencia sistémica en las plantas, mediante la activación de algunos mecanismos de defensa.

CONCLUSIONES

El empleo de coberturas en la zona de plateo, mejoró en general las variables correspondientes a peso, número y calidad de los frutos de mora de Castilla, en relación con el testigo que se mantuvo limpio.

La inoculación de las plantas de mora de Castilla con hongos formadores de micorrizas (*Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana* y *Acaulospora morroewiae*), mejoraron el vigor de la planta y la calidad y rendimientos, en comparación con plantas no inoculadas.

Tabla 5. Microorganismos identificados en hojas de plantas de mora (*Rubus glaucus*), asperjadas con el caldo "Supercuatro" y extracto compost- humus

Caldo super 4	Extracto compost-humus lombriz
Tipo de microorganismo	
<i>Bacillus brevis</i>	Bacillus brevis
<i>Rhodotorula rubra</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
<i>Enterobacter agglomerans</i>	Bacilos gran positivos
<i>Cladosporium</i> sp	

El empleo de caldos microbiales en rotación con extractos de compost y humus de lombriz, disminuyeron la incidencia de algunas enfermedades en el cultivo de la mora de Castilla, bajo un enfoque de producción más limpia.

BIBLIOGRAFIA

CASTRO, D., D.J. RÍOS, M.C.GIRALDO (1997). Establecimiento de Bancos de Micorrizas Vesículo arbusculares en Viveros del Oriente Antioqueño. CORNARE, UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE. Cuadernos de Investigación y Desarrollo regional. (11). 34 p.

CASTRO, D., O. OCHOA, A. RESTREPO. (1997A). Desinfestación de Suelos: La Solarización como un Componente en el Manejo Integrado de Cultivos. CORNARE, UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE. Cuadernos de Investigación y Desarrollo regional. (10). 39p.

CASTRO, D., DIAZ, J. Alternativas para el Manejo Integrado del Cultivo de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus* B.). Editores PRONATTA – UNIVERSIDAD CATOLICA DE ORIENTE. Rionegro (Antioquia). 73p.

SIQUEIRA, J.O., A.A. FRANCO (1988). Biotecnología do Solo. Fundamentos e perspectivas. Brasília, D.F. 221p.

TRANKNER, A. (1993). Effectiveness of Compost Extracts Against *Botrytis cinerea*. In P. Lepiivre (ed): Biological contro of fruit and foliar disease. Gembloux. pp. 33-41.

RAMIREZ, P. (1997). Manejo de Desechos Sólidos Orgánicos. En: Producción Agropecuaria Sostenible. Cuadernos académicos Quirama. pp. 53-71