

Alternativas de control químico y biológico contra la pudrición fungosa de frutos de tres genotipos de calabaza pipiana, en Cocula, Guerrero

NAVA-DE LA CRUZ Lety*†, AYVAR-SERNA, Sergio, MENA-BAHENA Antonio y SALMERÓN-ERDOSAY, Jesús

*Ing. Agr. Fitotecnista Egresada del CEP-CSAEGro.**Profesor Investigador. Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av. Guerrero 81 Primer piso. Col. Centro. CP. 40,000. Iguala, Gro.*

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

Resumen

En la República Mexicana se cultiva una amplia gama de variedades criollas de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) adaptadas a cada región agrícola, en donde forma parte de la dieta alimenticia de la población rural. Las principales entidades productoras de semilla para consumo son: Campeche, Guerrero, Morelos, Michoacán, Tamaulipas y otras en menor volumen, en las cuales se cultiva principalmente en la época de lluvias (Ayvar et al., 2004).

Alternativas, control, químico.**Abstract**

In Mexico cultivates a wide range of landraces pipiana pumpkin (*Cucurbita argyrosperma* Huber) adapted to each agricultural region, where it forms part of the diet of the rural population. The main producing entities seed for consumption are: Campeche, Guerrero, Morelos, Michoacán, Tamaulipas and other lesser volume, which is mainly grown in the rainy season (Ayvar et al., 2004).

Alternatives, control, chemical.

Citación: NAVA-DE LA CRUZ Lety, AYVAR-SERNA, Sergio, MENA-BAHENA Antonio y SALMERÓN-ERDOSAY, Jesús. Alternativas de control químico y biológico contra la pudrición fungosa de frutos de tres genotipos de calabaza pipiana, en Cocula, Guerrero. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 117-124

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ayvarsernas@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En las regiones Centro, La Montaña, Tierra Caliente y Norte de Guerrero, se cultiva generalmente asociada con maíz de temporal; sin embargo, actualmente se está sembrando en monocultivo, porque se busca obtener los máximos rendimientos para lograr más ingresos, porque existe suficiente demanda para el consumo del producto, y tiene un precio atractivo en el mercado, muy superior al del maíz (Vásquez, 2006; Ayvar et al., 2007). En la actualidad, los materiales criollos tienen gran demanda porque se utilizan para la elaboración de botanas o para hacer la pasta del mole verde pipián, que es uno de los principales platillos típicos preferidos por la población mexicana. Por ello, es necesario contar con los mejores materiales genéticos, que presenten excelente desarrollo y fructificación; así como calidad en tamaño, y rendimiento de semilla, que son factores determinantes de la producción y rentabilidad de esta cucurbitácea.

En la región norte de Guerrero cada año se siembra en extensiones comerciales, en los municipios de Apipilulco, Cocula e Iguala en donde se obtienen rendimientos de 600, 439 y 425 kg ha⁻¹, respectivamente (Ocampo, 2012), considerados bajos, debido a que los suelos son planos, de textura pesada (> 50% de arcilla), retienen humedad excesiva y cuando las precipitaciones son abundantes, favorecen el ataque de hongos como: *Macrophomina*, *Sclerotium* (Figura 1), *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y otros, que pudren de 20 a 40% de los frutos en cualquier etapa de desarrollo y este factor fitosanitario, es uno de los principales problemas que limitan el incremento del rendimiento, y la calidad de la semilla, así como de la rentabilidad de esta actividad productiva (Díaz, 2013).



Figura 1 Pudrición de fruto maduro causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc.

En todas las regiones productoras, no se dispone de semilla certificada de genotipos mejorados, que tengan tolerancia a la pudrición fungosa de frutos; consecuentemente, se tiene el reto permanente de evaluar en el área de estudio, los materiales criollos de otras regiones de la entidad, para seleccionar aquellos que presenten las características agronómicas deseables, como excelente emergencia, crecimiento vegetativo vigoroso, precocidad en floración, alta fructificación y producción de semilla de calidad y, al mismo tiempo, realizar un manejo agronómico eficiente, para disminuir las pérdidas de rendimiento de semilla, por el ataque de hongos habitantes del suelo, que suelen ser muy agresivos en esta cucurbitácea (Figura 1), porque desarrolla los frutos en contacto permanente con el suelo arcilloso y humedecido por las lluvias de temporal. Por esta problemática, la presente investigación se enfocó a determinar cuál genotipo presenta menor daño, cuando se cultiva mediante prácticas de control químico y biológico contra la pudrición de frutos.

N° de tratam.	Factor	
	Genotipo	Tratamiento Foliar
1	Apipilulco	Blindaje * 50
2		Previcur Energy
3		Pentaclor * 600f
4		Ridomil Gold
5		Q 2000
6		PHC Biopak - F
7		Root Mate
8		<i>T. asperellum</i> cepa CSAEGro
9		<i>T. asperellum</i> cepa Chilapa
10		Testigo
11		Chilapa
12		Previcur Energy
13		Pentaclor * 600f
14		Ridomil Gold
15		Q 2000
16		PHC Biopak - F
17		Root Mate
18		<i>T. asperellum</i> epa CSAEGro
19		<i>T. asperellum</i> cepa Chilapa
20		Testigo
21		Santa teresa
22		Previcur Energy
23		Pentaclor * 600f
24		Ridomil Gold
25		Q 2000
26		PHC Biopak - F
27		Root Mate
28		<i>T. asperellum</i> epa CSAEGro
29		<i>T. asperellum</i> cepa Chilapa
30		Testigo

Tabla 1 Factores y tratamientos de estudio.

Objetivos

- Calcular el porcentaje de frutos con pudrición fungosa
- Evaluar el efecto de tres genotipos criollos y cinco alternativas de control químico y cuatro de control biológico, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo y la pudrición fungosa de frutos.
- Conocer el efecto de la interacción de los factores en estudio sobre la sanidad del cultivo y el rendimiento de semilla.
- Determinar la estructura de los costos de producción y la rentabilidad de los tratamientos.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el campo experimental del CEP-CSAEGro.

Material genético. Se utilizaron los materiales genéticos criollos obtenidos en las localidades de Santa Teresa, Apipilulco y Chilapa, donde se cultivaron, ya sea en asociación con maíz en el ciclo agrícola anterior, o en monocultivo; cada uno de ellos se describe con mayor detalle en el apartado de revisión de literatura.

Factores y tratamientos de estudio. Se sometieron a investigación los tres genotipos criollos, en combinación con 10 tratamientos foliares, mediante un arreglo bifactorial 3 x 10, generándose 30 tratamientos (Cuadro 1).

Diseño y unidad experimentales. Los 30 tratamientos se distribuyeron en el campo mediante el diseño experimental de bloques al azar, en arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones, que generaron 120 unidades experimentales. Los factores genotipo y tratamientos foliares se distribuyeron en las parcelas grande y chica, respectivamente. La unidad experimental constó de tres surcos de 10 m de longitud, y 2.4 m de distancia entre ellos. La parcela útil fue el surco central (4 matas), de las cuales se marcaron 2 plantas para medir algunas variables.

Preparación del terreno. Se realizaron un deshierbe, el barbecho a 30 cm de profundidad, el rastreo en forma cruzada y el surcado a 2.4 m de distancia.

Tratamiento de la semilla. Se protegió la semilla con el insecticida imidacloprid (GAUCHO) a dosis de 35 g del producto comercial por 1.2 kg de semilla.

Siembra y resiembra. Se realizó el 19 de junio del 2012, depositando 3 semillas mata-1, en el lomo del surco, a 2.5 cm de profundidad.

La semilla presentó un alto porcentaje de germinación (95%); pero fue necesario resembrar a los 25 días después de la siembra (d. d. s.).

Fertilizaciones edáfica y foliar. La nutrición mineral de la planta, se llevó a cabo mediante las fertilizaciones indicadas en el Cuadro 10.

Aclareo y etiquetado de plantas. Se aclaró dejando dos plantas mata-1 (12-16/07/12); así mismo, se etiquetaron dos plantas de dos matas de en medio del surco central, para medir algunas variables de crecimiento. La densidad poblacional fue de 2, 880 plantas ha⁻¹.

Acomodo de guías. Se acomodaron las guías principales y secundarias sobre la parte central de la cama (16-27/07/12), para facilitar las labores en el cultivo.

Nº	Fecha	Actividad
1	09/07/12	Paso de cultivadora para desmalezar *
2	10/07/12	Trasplante** y deshierbe manuales
3	11/07/12	Deshierbe con azadón
4	14/07/12	Trasplante y deshierbe manuales
5	25/07/12	Deshierbe manual
6	27/07/12	Deshierbe manual
7	28/07/12	Deshierbe manual
8	30/07/12	Acomodo de guías y deshierbe manual

*: Se hizo 5 días antes de la siembra

** : Se efectuó en donde no había plantas

Tabla 2 Calendario de labores culturales

Control de malezas. Después de la siembra se hizo una aplicación del herbicida preemergente acetoclor (HARNESS), a dosis de 200 mL bomba-1 de 20 L. Después se asperjó entre las hileras de plantas, el herbicida preemergente paraquat (GRAMOXONE) en la misma dosis que la anterior. Además, se efectuaron las labores culturales descritas en el Cuadro 2.

Control de plagas y enfermedades. Se aspersión al follaje, del insecticida clorpirifos (LORSBAN 480 EM) a dosis de 600 mL ha⁻¹ en 200 L de agua, a los 65 d.d.s., mediante una aspersora tipo parihuela.

Cosecha. La cosecha de frutos se realizó manualmente cuando habían alcanzado la madurez fisiológica, caracterizada por el cambio de color de verde a amarillo (100 a 120 d.d.s.)

Extracción y secado de la semilla. Estas labores se efectuaron manualmente, después de partir con un machete, diametralmente el fruto; se separó de la placenta, se eliminó el pepeto y se secó durante 3 días, removiéndola constantemente para tener un secado más uniforme.

Variables de respuesta. Durante el ciclo del cultivo se midieron las variables: Diámetro del cuello de la planta (cm), longitud de la guía principal (m), número de frutos dañados , sanos y total ha⁻¹, diámetros horizontal y vertical del fruto y rendimiento de semilla seca ha⁻¹. Los datos se analizaron estadísticamente y además se efectuó un análisis económico para conocer la rentabilidad de los tratamientos.

Resultados y discusión

En el desarrollo del cultivo se presentaron excesos de humedad en el suelo, que afectaron a algunas unidades experimentales. En la maduración y postcosecha el fruto sufrió pudrición por ataque de hongos habitantes del suelo. No se encontraron diferencias significativas por efecto de genotipo, tratamiento foliar y la interacción de los dos factores; a excepción del diámetro horizontal del fruto, que fue diferente entre los tres criollos evaluados.

Diámetro del cuello de la planta (cm). El criollo de Apipilulco obtuvo el diámetro mayor (2.40 cm); mientras que en los tratamientos foliares, éste lo tuvieron las plantas tratadas con *Trichoderma asperullum* cepa Chilapa, con 2.48 cm.

Longitud de la guía principal (m). En los tratamientos foliares, el máximo promedio (13.63 m) se presentó en las plantas tratadas con Ridomil Gold.

Número de frutos dañado. Los valores promedios indican que el material criollo Sta. Teresa fue el más afectado, con 2,204.80 frutos dañados, en comparación con 1,660.90, de Apipilulco. Asimismo, los promedios mayores se tuvieron en los tratamientos foliares, con las cepas de *T. asperullum* del CSAEGro y Chilapa; porque fueron menos efectivas para proteger de la pudrición, comparativamente con el fungicida Pentaclor y Blindaje, y el compuesto biológico PHC Root Mate, en donde se presentaron los promedio menores de todos los tratamientos evaluados. El genotipo Apipilulco tuvo el menor número de frutos dañados y, pero también, la mayor producción de frutos, porque el ambiente es más favorable para el desarrollo y productividad de la planta. En este experimento se determinó que, en general, hubo 33.69% de frutos podridos en todo el lote experimental. Al respecto, se han reportado promedios de 1.9 a 53.3 % de pudrición de frutos, en ensayos experimentales (Cuadro 3), y parcelas demostrativas establecidos en la región Norte de la entidad, en las cuales se determinó un 29% de pérdidas por pudrición de fruto maduro, que equivalen a 316 kg de semilla ha⁻¹. El efecto fungitóxico de Pentaclor 600F (quintozeno) se debe a que el producto interacciona con las enzimas involucradas en el transporte electrónico, bloquea a éste e induce la generación de radicales libres, que conllevan a la peroxidación de la membrana (Mendoza, 1990; Femenía, 2007).

Aunque en la presente investigación el fungicida Blindaje (benomil) se aplicó con la finalidad de combatir la pudrición de frutos causadas por *Fusarium*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia* y *Macrophomina*; este producto se ha usado ampliamente para el control de numerosas enfermedades fungosas en diversos cultivos (Thompson, 2012). Ha mostrado resultados efectivos en la reducción del crecimiento micelial de varios hongos, así como la inhibición de la esporulación y germinación de microconidios, atribuible a que presenta un modo de acción específico (Araujo et al., 2008); es de efectos preventivo y curativo; por lo que favoreció que hubiera menor cantidad de frutos dañados en las unidades experimentales, porque tiene un amplio espectro de actividad y gran eficiencia para controlar enfermedades en varios cultivos (Mendoza, 1990; Araujo et al., 2008; Velikorodov et al., 2011), a pesar de que varios autores han señalado que, esta molécula química induce la resistencia o aparición de tolerancia de varios hongos fitopatógenos (Gisi y Sierotzki, 2008).

Nº	Autor	Frutos podridos (%)
	Cortes (2004)	1.9
	García (2005)	17.8
	Aguirre (2007)	35.2
	Sánchez (2009)	53.3
	Martínez (2009)	41.3

Tabla 3 Incidencia de pudrición de frutos de calabaza pipiana.

El pentacloronitrobenzeno (PCNB o quintozeno) se ha utilizado con éxito moderado durante muchos años para el control de la podredumbre del tallo ocasionado por *S. rolfsii* en el cultivo de cacahuate y de *R. solani* en papa; un aspecto clave del efecto del producto, probablemente se debe a que presenta alta residualidad (Easton et al., 1970; Brenneman et al., 1991); esta característica quizá contribuyó para que este fungicida controlara a patógenos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Macrophomina* y *Sclerotium*, tanto en frutos tiernos como en maduros. y consecuentemente,

Este efecto se reflejó en cosechar más frutos que produjeron, a la vez, más semilla de calidad comercial por unidad experimental. El compuesto comercial PHC ® Root Mate® es un fungicida biológico preventivo para el control de *Phytophthora* spp.; su ingrediente activo es *Trichoderma virens* cepa G-41, que protege a la raíz contra *Phytophthora* spp.; además, favorece el crecimiento de los pelos absorbente y de la raíz, por lo tanto, promueve la nutrición y absorción de agua, y es compatible con fungicidas químicos (Díaz, 2013).

Número de frutos sanos. Esta es una característica deseable porque de los frutos sanos se obtiene la semilla apta para comercializarla; de acuerdo con el análisis estadístico, no presentó variaciones significativas por efecto de los factores en estudio ni por la interacción de éstos. Los promedios obtenidos indican que el criollo Sta. Teresa produjo la mayor cantidad de frutos (6,267.3) y superó la producción registrada con los genotipos de Chilapa y Apipilulco, a pesar que este último, está adaptado a la región de estudio, desde hace dos décadas. En los tratamientos foliares, se cosecharon las mayores cantidades de fruto, en las unidades experimentales tratadas con *T. asperillum* cepa Chilapa y Pentaclor (quintozeno). El efecto biocontrolador de *Trichoderma* se explica porque es un hongo de crecimiento rápido, amplia plasticidad ecológica y producción de metabolitos antimicrobianos (Harman, 2006). Además, es importante resaltar que las cepas nativas de *T. asperulum* (CSAEGro y Chilapa) utilizadas en este trabajo, representan una alternativa importante porque al asperjarlas in situ no se someten a condiciones agroecológicas contrastantes; tienen un crecimiento y desarrollo rápido y ejercen un buen control sobre patógenos radicales (Díaz, 2013).

Diámetro vertical del fruto. Para determinar el comportamiento de los genotipos utilizados en esta investigación, también se tomaron en cuenta las características del fruto.

En el de la calabaza pipiana, son importantes la forma, tamaño, peso y tipo de semilla, que es el principal producto aprovechable. Es deseable tener frutos de cavidad grande con la finalidad de que se albergue la mayor cantidad posible de semillas fecundadas. Los promedios obtenidos indican que el criollo de Chilapa, produjo los frutos con mayor diámetro (15.33 cm); en cuanto a los tratamientos foliares, el producto químico Pentaclor destacó con el valor más alto (16.55 cm).

Diámetro horizontal del fruto. La comparación de medias determinó que las plantas del criollo Apipilulco formaron los frutos con el mayor diámetro (20.69 cm) y superaron a aquellas de Chilapa y Sta. Teresa. Asimismo, se encontró que, los frutos más grandes se cosecharon en las unidades tratadas con *T. asperillum* cepa CSAEGro. La media general de 19.31 cm obtenida en esta variable, y es mayor que las medias de 12.16 y 12.34 cm, obtenidas por Cortés (2004) y Gómez (2004), respectivamente, en investigaciones previas realizadas con el genotipo Apaxtla en los campos experimentales del CSAEGro, localizado en la región norte de Guerrero; en donde está el valle del Zoquital de Apipilulco, que es una región productora importante, en donde la experiencia en el cultivo ha permitido determinar que, los frutos de talla media son los que registran comúnmente el mayor número de semillas y de mayor calidad, en comparación con frutos muy pequeños o muy grandes, que producen materiales criollos cultivados en comunidades como Huitzucó, Ceja Blanca, Coacoyula y otras (Díaz, 2011; Sergio Ayvar Serna, comunicación personal, 2012). Al respecto, el criollo de Apipilulco, municipio de Cocula, Gro., se considera el más prometedor para cultivarlo comercialmente en la zona norte de Guerrero; aunque también el criollo de Sta. Teresa presenta buen rendimiento y calidad de semilla.

Rendimiento de semilla seca. El criollo Apipilulco (genotipo de la región) registró un rendimiento de 304.45 kg ha⁻¹.

Que fue mayor a los que se obtuvieron en los criollos Chilapa y Sta. Teresa (materiales foráneos). Asimismo, aunque no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos foliares, el mayor promedio se obtuvo en el tratamiento testigo, que superó a los del grupo químico y biológico. En el tratamiento testigo, se obtuvieron resultados contrarios a lo esperado; esto se debe, en parte, a que las unidades experimentales de este tratamiento, al aleatorizarlas, quedaron estratégicamente situadas en las partes del terreno, que no sufrieron afectación por la escorrentía generada por el exceso de precipitación; es decir, se situaron en las partes altas; porque es importante aclarar que el suelo utilizado no se ha nivelado en la última década. **Análisis económico.** Este análisis complementario permitió confirmar que, en general, todos los tratamientos fueron rentables; pero destacaron quitozeno (PCNB) y *T. asperellum* cepa Chilapa, porque presentaron la mayor ganancia por peso invertido (GPI), que tuvo un valor de \$ 0.40. Los conceptos que más influyeron en el costo de producción, fueron, en orden de importancia, la fertilización y el control fitosanitario; pero se considera que todos los tratamientos evaluados tuvieron una rentabilidad satisfactoria, no obstante que la ganancia por peso invertido puede mejorar, si se considera que en el estado de Guerrero, los productores cuentan con la entrega de fertilizante subsidiado y, además, pueden organizarse para comercializar el producto a un mejor precio, sin la participación de agentes intermediarios (Díaz, 2013).

En terrenos del CSAEGro, en un ensayo experimental realizado para evaluar densidades de población en calabaza pipiana, Sánchez (2009) reportó que todos los tratamientos probados tuvieron valores de GPI negativos, que fluctuaron de -0.29 a -0.61; este investigador argumentó que estos resultados son atribuibles a los bajos rendimientos obtenidos, por la alta incidencia de pudrición de frutos.

Asimismo, en la misma región de estudio, Martínez (2009) investigó el impacto de realizar el calzado de frutos y utilizar fertilizaciones química y biológica sobre el desarrollo de calabaza; también reportó valores de GPI negativos, que fluctuaron de -0.69 a -0.78; se atribuyó esta respuesta, a que se utilizó el genotipo criollo Chichiltepec, el cual no se adaptó a las condiciones ecológicas de la zona de estudio, y además, se tuvo una alta incidencia de pudrición de frutos y virosis, lo que ocasionó un rendimiento bajo de semilla seca.

En otro experimento conducido por Díaz (2011), para evaluar diferentes niveles de fertilización foliar en el genotipo Apipilulco; se encontró que la GPI fluctuó entre -0.59 y 0.13. Así mismo, Gómez (2004), estudió la fluctuación de insectos e incidencia de virosis en el cultivo de calabaza pipiana en el CSAEGro; obtuvo valores de -0.36 a 0.51. En otros ensayos realizados en calabaza pipiana, García (2005) reportó promedios -0.68 a 0.31, y Aguirre (2007), de -0.69 a -0.22.

Conclusiones

El nivel de daño fue de 33.69 % de frutos podridos. Los genotipos y los tratamientos foliares no influyeron significativamente en las características de desarrollo y rendimiento de semilla de calabaza pipiana.

Los materiales criollos Apipilulco, Chilapa y Santa Teresa presentaron diferencias altamente significativas en el diámetro horizontal del fruto.

El genotipo de Apipilulco desarrollo los frutos de mayor diámetro ecuatorial. La interacción entre genotipos y tratamientos foliares no tuvo efecto significativo en las variables de estudio.

Las fertilizaciones edáficas y foliar, así como el control fitosanitario fueron las actividades de mayor costo de producción.

Todos los tratamientos fueron rentables. Los tratamientos testigo y los de las cepas de *Trichoderma asperellum* Chilapa y CSAEGro, generaron las mayores ganancias por peso invertido (GPI=\$ 1.30), cada uno.

Referencias

Díaz, N.J.F. 2013. Etiología y manejo de hongos causantes de la pudrición de frutos en calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. 203 pp.

Lozano H., L. 2002. Adaptación y rendimiento de 10 genotipos de calabaza en Cocula, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 69 p.

Nava C., L. 2013. Alternativas de control químico y biológico de la pudrición fungosa de fruto de tres genotipos de calabaza pipiana. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 89 p.

Ocampo R., E. 2012. Rendimiento de ocho genotipos de calabaza pipiana en Cocula, Nava C., L. 2013. Alternativas de control químico y biológico de la pudrición fungosa de fruto de tres genotipos de calabaza pipiana. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro. México. 89 p.

Thompson. 2006. Diccionario de especialidades agroquímicas 16a Edición. México, D. F. 1840 pp.