

Olga Gómez Rodríguez, Emma Zavaleta Mejía
La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes*
spp.
Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 19, núm. 1, enero-junio, 2001, pp. 94- 99,
Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.
México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219114>



Revista Mexicana de Fitopatología,
ISSN (Versión impresa): 0185-3309
mrlegarreta@prodigy.net.mx
Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C.
México

¿Cómo citar?

Fascículo completo

Más información del artículo

Página de la revista

La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes* spp.

Olga Gómez-Rodríguez y Emma Zavaleta-Mejía, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, km 35.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Estado de México CP 56230. Correspondencia: zavaleta@colpos.colpos.mx

(Recibido: Abril 27, 2001 Aceptado: Junio 20, 2001)

Resumen.

Gómez-Rodríguez, O. y Zavaleta-Mejía, E. 2001. La asociación de cultivos una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. Revista Mexicana de Fitopatología 19:94-99.

El control químico ha sido la estrategia más usada para controlar las enfermedades de las plantas, misma que ha incrementado los costos de producción y contribuido a la contaminación del suelo y agua. De ahí la necesidad de buscar y desarrollar otras estrategias de manejo de enfermedades que permitan reducir el número de aplicaciones de plaguicidas durante la estación de crecimiento. La asociación de cultivos es una práctica alternativa, la cual promueve una mayor biodiversidad, mejora el uso de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, y proporciona protección contra daños por plagas y enfermedades. La protección contra enfermedades en cultivos asociados se explica por un retraso en el ataque por los patógenos, reducción en la diseminación de esporas por barreras físicas, y modificación del microclima por sombreado. La asociación resulta más benéfica cuando se utiliza una especie con propiedades antagonistas contra fitopatógenos. El cempazúchil o "flor de muerto" (*Tagetes erecta*) es una planta ampliamente reconocida por sus propiedades fungicidas, nematocidas e insecticidas, debidas a la presencia de compuestos tiofenos en sus tejidos. La asociación de cultivos con cempazúchil ha resultado en reducciones significativas de varios problemas fitosanitarios en algunos cultivos.

Palabras clave adicionales: Cempazúchil, control, fisiología, microclima.

Abstract. Chemical control has been the main strategy to control plant diseases. This has increased production costs and contributed to soil and water contamination. To reduce the number of pesticide applications during the crop season is necessary to look for and develop other plant disease management strategies. Intercropping is an alternative practice which promotes higher biodiversity, improves the use of natural resources, reduces the risk of total yield loss

and provides protection against pests and plant pathogens. The protection against plant diseases in intercropping systems is explained by a delay in the attack by pathogens, by a reduction in spore dissemination due to physical barriers and microclimate modification by shading. Intercropping will give better results if a plant species with antagonistic properties against plant pathogens is used. Marigold or "flower of the dead" (*Tagetes erecta*) is widely recognized as a plant with antifungal, nematocidal and insecticide properties, due to the presence of thiophenes in its tissues. Marigold intercropping has resulted in significant reductions of several phytosanitary problems in some crops.

Additional keywords: Marigold, control, physiology, microclimate.

La agricultura moderna se ha basado en el uso de agroquímicos. Para el control de las enfermedades en los cultivos, la estrategia más utilizada ha sido la aplicación de plaguicidas, misma que ha resultado en un incremento en los costos de producción y ha contribuido a la contaminación del ambiente. La contaminación junto con la práctica de monocultivo ha traído como consecuencia una reducción en la biodiversidad de los agroecosistemas, causando la inestabilidad de los mismos, la cual se manifiesta, entre otros efectos nocivos, en infertilidad y erosión de los suelos e incremento en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos. Todo lo anterior, aunado a los problemas de seguridad y salud pública inherentes a la fabricación y uso de plaguicidas, ha conducido a retomar prácticas agrícolas que antes del auge de los plaguicidas eran ampliamente utilizadas. Una de esas prácticas es la asociación de cultivos, la cual promueve una mayor diversidad biológica, mejora el uso de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, y proporciona protección contra daños por plagas y enfermedades (Francis, 1990; Vandermeer, 1990). La protección contra enfermedades en cultivos asociados, se explica por un retraso en el ataque por los patógenos, reducción en la diseminación de esporas por barreras físicas, y modificación del microclima por sombreado (Altieri y Liebman, 1986; Francis, 1990; Potts, 1990; Allen citado por

Thurston, 1992). La asociación resulta aún más benéfica, cuando se utiliza una especie con propiedades antagonistas contra fitopatógenos. El cempazúchil o “flor de muerto” (*Tagetes erecta* L.) es una planta ampliamente reconocida por sus propiedades fungicidas, nematocidas e insecticidas, debidas a la presencia de compuestos tiofenos en sus tejidos (Chang *et al.*, 1975; Morallo y Decena, 1984; Morallo, 1987; Montes y García, 1997).

Asociación de cultivos. De acuerdo con la clasificación de agroecosistemas (Márquez-Sánchez, 1981), el unicultivo se refiere al crecimiento de un sólo cultivo en una parcela, y el multicultivo cuando la parcela es compartida por dos o más cultivos. En el multicultivo, se considera el arreglo de los cultivos con dos categorías: 1) Yuxtaposición, cuando las plantas de un cultivo coexisten con las de otro sin entremezclarse; y 2) Asociación, cuando la distribución de los cultivos tiende a una mezcla completa. Con relación al tiempo, se considera monocultivo si año tras año o temporada se explota el mismo cultivo.

Ventajas de la asociación. La asociación de cultivos promueve una mayor diversidad biológica, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, mejora el uso de los recursos naturales, y proporciona protección contra daños de plagas y enfermedades (Francis, 1990; Vandermeer, 1990). En contraste, con el monocultivo se tienen plantas genéticamente similares, las cuales proveen un sustrato continuo para los patógenos en área y tiempo (Francis, 1990; Robinson, 2000).

Protección contra enfermedades. El decremento de las enfermedades en cultivos asociados depende de numerosos factores que afectan a los cultivos en asociación, al patógeno y al microclima (Thurston, 1992). La protección de los cultivos contra daños por enfermedades en la asociación de cultivos ocurre por un retraso en el ataque de los patógenos, reducción de la diseminación de esporas por barreras físicas, modificación del microclima por sombreado (humedad relativa, luz, temperatura y movimiento del aire), y diferencias en la absorción de nutrimentos (Altieri y Liebman, 1986; Francis, 1990; Potts, 1990; Allen, citado por Thurston, 1992). Algunas investigaciones sobre enfermedades en sistemas de asociación, indican que puede haber reducción de ellas; al asociar jitomate con *Vigna unguiculata* (L.) Walp. se logró una menor incidencia de plantas con marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) en comparación con el unicultivo de jitomate, al actuar las raíces de *V. unguiculata* como barrera física (Michel *et al.*, 1997). Autrique y Potts (1987), mostraron también una menor incidencia y porcentaje de daño por *Pseudomonas solanacearum* en plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) asociadas con maíz (*Zea mays* L.) o frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), como resultado de un mayor distanciamiento entre plantas, y la presencia de raíces de otro cultivo. Asimismo, en el sistema de asociación papa-maíz, Demagnante y Vander Zaag (citados por Potts, 1990), señalan una reducción en la severidad inducida por *Alternaria solani* (Ellis y Martin) Jones y Grout como resultado de un sombreado ejercido por las plantas de maíz, el cual retrasó la

madurez del cultivo de papa. El cultivo de *Vigna unguiculata* asociado con yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz, sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), *Vigna aureus* L. o *Cajanus cajan* (L.) Millsp. presentó una menor severidad de las enfermedades inducidas por *Sphaceloma* sp., *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint., y *Erysiphe polygoni* D.C. (Edema *et al.*, 1997). En el cultivo de yuca asociado con maíz o con melón (*Cucumis melo* L.) hubo una reducción significativa en la severidad causada por *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv. *manihotis* (Ene, citado por Thurston, 1992), y al asociar plantaciones jóvenes de plátano (*Musa* spp. AAB cv “Agbagba”) con yuca, se registró una reducción en la incidencia y severidad inducida por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en las plantas de plátano (Emebiri y Obiefuna, 1992). En trigo (*Triticum aestivum* L.) asociado con trébol blanco (*Trifolium repens* L.), se redujo la dispersión de picnidiosporas de *Septoria tritici* Rob. ex Desm., tanto en dirección horizontal como vertical, gracias al efecto de barrera física ejercido por el trébol (Bannon y Cooke, 1998). Con este mismo sistema de asociación (trigo-trébol), Soleimani *et al.* (1996) registraron una reducción en la población de esporas de *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton comparada con el unicultivo de trigo. Por otra parte, en trigo asociado con haba (*Vicia faba* L.), hubo menor ataque de las enfermedades inducidas por *Erysiphe graminis* y *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. (Bulson *et al.*, 1997).

Efecto en la fisiología de la planta. La asociación de cultivos involucra un efecto de sombreado que puede impactar al proceso de fotosíntesis. La incidencia de la radiación es afectada por las condiciones atmosféricas, por el índice de área foliar (área foliar por área unitaria de terreno), edad de la planta, y estructura e inclinación o distribución de las hojas. La distribución de las hojas afecta el coeficiente de absorción foliar (k) [fracción de la energía de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) absorbida por unidad de área foliar], el cual depende principalmente del ángulo de inclinación dominante de las hojas, del índice de área foliar (relación inversa), de las proporciones relativas de radiación directa y difusa, de las múltiples reflexiones de la radiación incidente dentro del dosel y de la disposición o arreglo de las hojas tanto vertical como horizontalmente (Nobel y Long, 1988; Livera-Muñoz, 1991). Por lo general, los valores de k se encuentran entre 0.3 y 1.3, donde los valores pequeños significan una mejor distribución de la RFA, en el dosel. Por ejemplo, en cubiertas con hojas erectas de gramíneas, la luz penetra con facilidad a los estratos inferiores, por lo que el valor de k con frecuencia varía de 0.3 a 0.5, mientras que en doseles con hojas horizontales el valor de k se aproxima a 1.0 (Livera-Muñoz, 1991). Las especies varían enormemente en sus tasas fotosintéticas de acuerdo a los niveles de radiación fotosintéticamente activa, ya que este proceso depende de la cantidad de RFA interceptada y del tipo de dosel vegetal (Trenbath, 1981). Existe evidencia de que las plantas responden a plantas adyacentes detectando la reflexión de luz del rojo lejano, aún antes de que una planta haga sombra sobre la

otra. Se ha propuesto que la luz del rojo lejano elimina al fitocromo de las plantas que lo absorben y les permite modificar su patrón de crecimiento para evadir la sombra, aumentando la velocidad de elongación del tallo para proyectar sus hojas al sol (Robson *et al.*, 1996). Además, el patrón de crecimiento del cultivo puede ayudar en el movimiento de aire a través del dosel y así reducir la humedad foliar, lo cual puede ser desfavorable para patógenos que requieren altos niveles de humedad (Potts, 1990; Santos *et al.*, 2000). Las hojas de sombra tienen mayor área foliar, pero son más delgadas que las hojas de sol. Éstas últimas son dos a tres veces más gruesas que las hojas de sombra, debido a que forman células en empalizada más largas o una capa adicional de estas células, y un mesófilo esponjoso bien desarrollado (Bolhar-Nordenkampf, 1988; Taiz y Zeiger, 1991; Salisbury y Ross, 1994). Tales modificaciones pueden funcionar como protección contra altas irradiancias al parénquima esponjoso (Bolhar-Nordenkampf, 1988). Las plantas de sol presentan estomas más pequeños y en mayor cantidad por área foliar unitaria, para evitar la tensión hídrica por medio de la regulación de absorción de CO₂ (Bolhar-Nordenkampf, 1988); Erickson, (citado por Taiz y Zeiger, 1991) encontró que hojas soleadas de árboles de naranja (*Citrus sinensis* L.) tuvieron 531 estomas por mm², comparado con 412 de las hojas sombreadas. Todas estas adaptaciones en las hojas de sombra hacen posible una fijación neta de CO₂ a niveles de irradiancia bajos, con un costo energético mínimo para producir y mantener el aparato fotosintético. De esta manera, las hojas de sol y de sombra de la misma especie, a menudo presentan una diferencia en la capacidad fotosintética de hasta cinco veces (Salisbury y Ross, 1994), presentando las hojas de sombra una menor fotosíntesis neta, como en durazno *Prunus persica* (L.) Batsch (Marini y Sowers, 1990). Las plantas de sol se adaptan un poco a la sombra mediante la expresión de caracteres morfológicos y fotosintéticos similares a los de las plantas de sombra, como la disminución de sus puntos de compensación lumínica (sobre todo porque respiran con más lentitud), y la reducción de la tasa de fotosíntesis; además, la fotosíntesis se satura a niveles de irradiancia más bajos. Estas plantas desarrollan gradualmente la capacidad de crecer en la sombra, aunque el crecimiento es lento (Salisbury y Ross, 1994). Es indudable que las modificaciones en la arquitectura del dosel y las adaptaciones foliares, tanto estructurales como fisiológicas, que sufren las plantas como resultado del efecto de sombreado en la asociación de cultivos, tendrán una influencia significativa en la interacción planta-patógeno. La naturaleza de la hoja, el principal sitio de infección, a menudo determina los procesos de infección de acuerdo a las características de su superficie, como: tipo, abundancia y distribución de los estomas; naturaleza y grosor de las paredes de las células epidérmicas; grosor de la cutícula; bordes y líneas formadas por la cutícula y paredes periclinales; y permeabilidad de la superficie (Rotem, 1994; Agrios, 1995). Para los patógenos que penetran de manera directa, las barreras estructurales más eficientes

estarían dadas en los hospedantes que presentan mayor cantidad de ceras epicuticulares y una cutícula gruesa (Biles *et al.*, 1993); mientras que aquellos patógenos que penetran por estomas, se ha observado que la infección se reduce o retarda en hospedantes que presentan una densidad estomática baja (Vazquez-García, *et al.*, 1998).

Cempazúchil. En México, el cultivo de cempazúchil se utiliza tradicionalmente con fines ceremoniales, ornamentales y medicinales (Estrada-Lugo, 1987). En la actualidad destaca su importancia industrial, ya que de sus flores, ricas en carotenos, se extraen colorantes (Cuca *et al.*, 1980). Además del uso industrial y tradicional, el cempazúchil es reconocido por sus propiedades antagonistas (Chang *et al.*, 1975; Morallo y Decena, 1984; Morallo, 1987), por lo que se le considera como una alternativa potencial en el manejo de plagas y enfermedades (Morallo, 1987; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1995; Montes y García, 1997).

Diversidad genética en México. La familia *Asteraceae* (*Compositae*) se distribuye en todo el mundo y ocupa el segundo lugar en dispersión después de la familia *Gramineae*. La tribu *Tageteae* es nativa de América, prospera en hábitats xéricos (secos), moderados y extremos. Las Sierras Madre Occidental y Oriental de México, desde el norte de Coahuila hasta Oaxaca, son las regiones de mayor distribución (Strother, 1977). *Tagetes* es uno de los 16 a 18 géneros de la Tribu *Tageteae*, con unas 40 especies distribuidas desde el Suroeste de los Estados Unidos de América hasta Argentina (Strother, 1977); 22 se encuentran en México, siendo 20 nativas (Turner y Nesom, 1993, citados por Serrato-Cruz, 1999). Se considera a México como centro de origen de esta especie. Neher (1968) menciona que el área con mayor diversidad es el Sur y centro de México, en donde se encuentra en forma silvestre como maleza asociada a cultivos agrícolas y cultivada. Serrato-Cruz (1999) señala que de acuerdo a la distribución geográfica de las poblaciones silvestres de *T. erecta*, su centro de domesticación primario es la región centro-oeste de la Sierra Volcánica Transversal de México y la depresión del Río Balsas en la Sierra Madre del Sur. Por la similitud morfológica *T. erecta*, *T. patula*, *T. tenuifolia*, *T. jaliscensis*, *T. microglossa* y *T. subvillosa* forman un complejo de especies (Neher, 1968). De acuerdo a los trabajos de Towner (1961 y 1962, citado por Serrato-Cruz, 1999) y Serrato-Cruz (1999), se cree que el cruzamiento entre *T. erecta* y *T. tenuifolia* originó al tetraploide *T. patula*. Las especies *T. erecta* y *T. patula* evolucionaron bajo domesticación, mientras que *T. tenuifolia* crece como silvestre y en hábitats perturbados (Neher, 1968). La amplia diversidad de las inflorescencias de *T. erecta*, se ha venido conservando por una selección tradicional en lo que es la región centro y sur de México, enfocada a tener flores vistosas y más grandes. En el extranjero se está utilizando para obtener variedades ornamentales y para la agroindustria.

Asociación cempazúchil con otros cultivos. La asociación de cultivos con *Tagetes* spp. se ha llevado a cabo básicamente para el manejo de nematodos. En invernadero, al plantar jitomate con *T. erecta* se redujo ligeramente el número de

agallas por *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood (El-Hamawi y Mohamed, 1990), y al plantar jitomate con *T. minuta* L. fue menor el número de agallas y número de juveniles de *M. javanica* (Treub.) Chitwood (Owino y Mousa, 1994) y *Meloidogyne* spp. (Owino y Waudou, 1995). También, al asociar *Tagetes* spp. con rosa (*Rosa hybrida*) o pepino (*Cucumis sativa* L.), la población de *Pratylenchus* spp. fue menor (Lung *et al.*, 1997). En campo, la asociación de jitomate con *T. erecta* indujo una reducción de la población e infección (66 a 76%, con respecto al testigo) por *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne and Allen (Gómez-Rodríguez, 1991; Zavaleta-Mejía y Ochoa, 1992; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1993, 1995). La asociación de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) o pepino con *T. patula* L., redujo la población de varias especies de nematodos en comparación con el monocultivo, y sin diferencias en cuanto a la diversidad de la nematofauna (Powers *et al.*, 1994). En frutales, al intercalar *T. patula* con mora (*Morus rubra* L.) se disminuyó el número de agallas por planta (70%) y el número de masas de huevecillos de *M. incognita* por gramo de raíz (50%) en comparación con el monocultivo (Govindaiah *et al.*, 1993); *T. patula* o *T. erecta* intercalado con durazno redujo la población de *Criconebella xenoplax* (Rasky) De Grisse and Loof (Whittington y Zehr, 1992), y *T. erecta* intercalado con plátano redujo las poblaciones de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne (Subramaniam y Selvaraj, 1990; Supratoy, 1993; Charles, 1995), *Meloidogyne* Goeldi, *Pratylenchus* Filipjev (Supratoy, 1993), *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden (Charles, 1995; Charles *et al.*, 1996), *Rotylenchulus reniformis* Linford and Oliveira, *M. incognita* y *Hoplolaimus indicus* Sher (Charles, 1995). En campo, la asociación de jitomate o chile (*Capsicum annum* L.) con *T. erecta* abatió la población de insectos transmisores de virus (áfidos alados, 83 a 99%; mosquitas blancas, 31 a 50%, con respecto al testigo), y en consecuencia hubo un número menor de plantas con síntomas de virosis (Castro *et al.*, 1990; Gómez-Rodríguez, 1991; Zavaleta-Mejía y Gómez, 1993, 1995; Chew-Madinaveitia *et al.*, 1995). En asociación con col (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.), permitió un mejor manejo de la palomilla de la col *Pieris rapae* L. (Ferguson y Barratt, 1993); con tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) hubo una menor población de larvas de *Heliothis armigera* Hb. (*Helicoverpa armigera*), ya que el insecto prefirió las plantas de *Tagetes* para la oviposición (Patel y Yadav, 1992); con frijol hubo un menor número de insectos, aunque no de *Epilachna varivestis* Mulsant (Vázquez-Villagran, 1994). Asimismo, en el cultivo de jitomate se ha observado un menor daño de follaje (80 a 93%, con respecto al testigo) y fruto (70 a 75%, con respecto al testigo) por tizón temprano inducido por *A. solani* (Zavaleta-Mejía y Gómez, 1995). También, Rojas-Martínez *et al.* (1994) encontraron un menor daño foliar por *A. solani* en las plantas de jitomate asociado con *T. erecta*. Gómez-Rodríguez *et al.* (2001), indican que esta reducción en el daño foliar por *A. solani* está relacionado con un efecto de barrera física del cempazúchil a la dispersión de los conidios y al microambiente, en particular

la menor humedad relativa menos favorable para la germinación de los conidios y desarrollo de tubos germinativos.

CONSIDERACIONES FINALES

La asociación de cultivos en México ha sido una práctica en la agricultura tradicional que se ha llevado a cabo desde la época prehispánica, principalmente con la asociación del maíz con frijol y calabaza. Sin embargo, esta práctica agrícola no es compatible con la agricultura moderna extensiva y basada en el monocultivo y alto insumo de agroquímicos. En contraste, esta estrategia puede ser más fácilmente adoptada en regiones del país donde la agricultura se realiza en fracciones reducidas de terreno por pequeños productores. Asimismo, en la agricultura orgánica la asociación de cultivos deberá ser una práctica cotidiana para el manejo de problemas fitosanitarios. La asociación de cultivos, sobre todo cuando en la asociación se utilizan plantas con propiedades antimicrobiales, tiene además la ventaja de que al incorporar en el suelo los residuos vegetales, se pueden reducir las poblaciones y daños ocasionados por patógenos que atacan a la raíz (Zavaleta-Mejía *et al.*, 1993; Gómez-Rodríguez, 1991) y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo cual redundará en un mejor desarrollo del cultivo. Con la asociación de cultivos, además de los beneficios económicos, se pueden obtener grandes beneficios ecológicos.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1995. Fitopatología. Segunda edición. UTEHA. México. 838 p.
- Altieri, M.A. and Liebman, M. 1986. Insect, weed, and plant disease management in multiple cropping systems. p. 182-218. In: C.A. Francis (ed.). Multiple Cropping Systems. MacMillan Publishing, New York.
- Autrique, A. and Potts, M.J. 1987. The influence of mixed cropping on the control of potato bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). *Annals of Applied Biology* 111:125-133.
- Bannon, F.J. and Cooke, B.M. 1998. Studies on dispersal of *Septoria tritici* pycnidiospores in wheat-clover intercrops. *Plant Pathology* 47:49-56.
- Biles, C.L., Wall, M.M., Waugh, M. and Palmer, H. 1993. Relationship of Phytophthora fruit rot to fruit maturation and cuticle thickness of new mexican-type peppers. *Phytopathology* 83:607-611.
- Bolhar-Nordenkamp, H.R. 1988. Morfología del vástago y anatomía de la hoja con relación a la fotosíntesis. p. 89-98. En: J. Combs, D.O. Hall, S.P. Long y J.M.O. Scurlock (eds.). Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad. UNEP-CP. Futura, México.
- Bulson, H.A.J., Snaydon, R.W. and Stopes, C.E. 1997. Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Journal of Agricultural Science* 128:59-71.

- Castro, A.A.E., Zavaleta-Mejía, E. y Zamudio-Guzmán, V. 1990. Efecto de la asociación de cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) con tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) o chile (*Capsicum annuum* L.) sobre poblaciones de áfidos en Tecamachalco, Puebla. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8:198-200.
- Chang, G.F., Towers, G.H. and Mitchell, J.C. 1975. Ultraviolet medicated antibiotic activity of Thiophene compound of *Tagetes* spp. *Phytochemistry* 14:2225-2296.
- Charles, J.S.K. 1995. Effect of intercropping antagonistic crops against nematodes in banana. *Annals of Plant Protection Sciences* 3:185-187.
- Charles, J.S.K., Rani, T.G. and Krishnan, S. 1996. Management of banana nematodes using cultural and chemical strategies. *Pest Management in Horticultural Ecosystems* 2:19-22.
- Chew-Madinaveitia, Y.I., Zavaleta-Mejía, E., Delgadillo-Sánchez, F., Valdivia-Alcalá, R., Peña-Martínez, M.R. y Cárdenas-Soriano, E. 1995. Evaluación de algunas estrategias de control de la virosis en el cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.). *Fitopatología* 30:74-84.
- Cuca, G.M., Avila, G.E. y Pró, M.A. 1980. La alimentación de las aves de corral. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México. 26 p.
- Edema, R., Adipala, E. and Florini, D.A. 1997. Influence of season and cropping system on occurrence of cowpea diseases in Uganda. *Plant Disease* 81:465-468.
- El-Hamawi, M.H. and Mohamed, B.E. 1990. The effect of marigold plants *Tagetes erecta* on infection of some vegetable crops with the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Chitwood 1949). *Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo* 41:1013-1021.
- Emebiri, L.C. and Obiefuna, J.C. 1992. Effects of leaf removal and intercropping on the incidence and severity of black Sigatoka disease at the establishment phase of plantains (*Musa* spp. AAB). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 39:213-219.
- Estrada-Lugo, E.I.J. 1987. El Códice Florentino; su información etnobotánica. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México. 464 p.
- Ferguson, C.M. and Barratt, B.I.P. 1993. Conventional versus alternative pest management systems in cabbage crops. *Proceedings of the Forty Sixth New Zealand Plant Protection Conference, Christchurch, New Zealand.* pp. 40-44.
- Francis, C.A. 1990. Potential of multiple cropping systems. p. 137-150. In: M.A. Altieri and S.B. Hecht (eds.). *Agroecology and Small Farm Development*. CRC Press Boca Raton. Boston.
- Gómez-Rodríguez, O. 1991. Efecto del cempazúchil asociado con jitomate en *Nacobbus aberrans* e insectos transmisores de virus. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 83 p.
- Gómez-Rodríguez, O., Zavaleta-Mejía, E., González-Hernández, V.A., Livera-Muñoz, M. y Cárdenas Soriano, E. 2001. Comportamiento del jitomate asociado con *Tagetes erecta* L. I. Aspectos microclimáticos e infección por *Alternaria solani*. *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Querétaro, Querétaro, México. Resumen F-34.
- Govindaiah, S., Dandin B., Philip, T. and Datta, R.K. 1993. Effect of marigold (*Tagetes patula*) intercropping against *Meloidogyne incognita* infecting mulberry. *Indian Journal of Nematology* 21:96-99.
- Livera-Muñoz, M. 1991. Retos y perspectivas del fitomejoramiento: Algunos aspectos del ambiente físico en relación a la producción y productividad de los cultivos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 14:23-39.
- Lung, G., Fried, A. and Schmidt, U. 1997. Biological control of nematodes with the enemy plant *Tagetes* spp. *Gesunde Pflanzen* 49:111-118.
- Marini, R.P. and Sowers, L. 1990. Net photosynthesis, specific leaf weight, and flowering of peach as influenced by shade. *HortScience* 25:331-334.
- Márquez-Sánchez, F. 1981. Clasificación tecnológica de los Sistemas de producción agrícola (agroecosistemas) según ejes espacio y tiempo. p. 255-275. En: E. Hernández-Xolocotzi (ed.). *Agroecosistemas de México: Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y Divulgación Agrícola*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México.
- Michel, V.V., Wang, J.F., Midmore, D.J. and Hartman, G.L. 1997. Effects of intercropping and soil amendment with urea and calcium oxide on the incidence of bacterial wilt of tomato and survival of soil-borne *Pseudomonas solanacearum* in Taiwan. *Plant Pathology* 46:600-610.
- Montes, B.R. y García L.R. 1997. Efecto de extractos vegetales en la germinación de esporas y en los niveles de daño de *Alternaria solani* en tomate. *Fitopatología* 32:52-57.
- Morillo, R.B. 1987. Botanical pest control research in the Philippines. *Philippine Entomologist* 7:1-30.
- Morillo, R.B. and Decena, A. 1984. The activity, isolation and purification of the insecticidal principles from *Tagetes*. *Biological Abstracts* 7:81-87.
- Neher, R.T. 1968. The ethnobotany of *Tagetes*. *Economic Botany* 22:317-325.
- Nobel, P.S. y Long, S.P. 1988. Estructura del dosel e intercepción de luz. p. 34-41. En: J. Combs, D.O. Hall, S.P. Long y J.M.O. Scurlock (eds.). *Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad*. UNEP-CP. Futura, México.
- Owino, O.P. and Mousa, E.S.M. 1994. Effects of time of harvest, agro-chemicals and antagonistic plants on the biological control and fungal parasitism of *Meloidogyne javanica* eggs. *Proceedings of the Second Afro-Asian Nematology Symposium held at Menoufiya, Egypt.* p. 125-130.
- Owino, O.P. and Waudo, S.W. 1995. Effects of antagonistic plants and chicken manure on the biological control and fungal parasitism of root-knot nematode eggs in naturally

- infested field soil. Pakistan Journal of Nematology 13:109-117.
- Patel, R.K. and Yadav, D.N. 1992. Impact of intercropping marigold on *Heliothis armigera* Hubner and its natural enemies in seed crop of tobacco. Tobacco Research 18:65-72.
- Potts, M.J. 1990. Influence of intercropping in warm climates on pests and diseases of potato, with special reference to their control. Field Crops Research 25:133-144.
- Powers, L.E., McSorley, R. and Dunn, R.A. 1994. Effects of mixed cropping on a soil nematode community in Honduras. Journal of Nematology 25:666-673.
- Robinson, R.A. 2000. Retorno a la Resistencia. Fitomejoramiento para Dependier Menos de los Plaguicidas. F. Romero (trad.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 292 p.
- Robson, P.R.H., McCormac, A.C., Irvine, A.S. and Smith, H. 1996. Genetic engineering of harvest index in tobacco through overexpression of a phytochrome gene. Nature Biotechnology 14:995-998.
- Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E. y Gómez R.O. 1994. Efecto de la asociación cempazúchil-jitomate en el daño producido por *Alternaria solani* en jitomate. Memorias del XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cuernavaca, Morelos, México. Resumen, p. 25.
- Rotem, J. 1994. The Genus *Alternaria*. Biology, Epidemiology and Pathogenicity. APS Press. St. Paul MN, USA. 326 p.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. V.V. González (trad.). Primera edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 759 p.
- Santos, P., Nunez, J.J. and Davis, R.M. 2000. Influence of gibberellic acid on carrot growth and severity of *Alternaria* leaf blight. Plant Disease 84:555-558.
- Serrato-Cruz, M.A. 1999. Variabilidad genética del cempoalxochitl (*Tagetes* spp.). Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 240 p.
- Soleimani, M.J., Deadman, M.L. and McCartney, H.A. 1996. Splash dispersal of *Pseudocercospora herpotrichoides* spores in wheat-clover bicrop canopies from simulated rain. Plant Pathology 45:1065-1070.
- Strother, J.L. 1977. *Tagetes*- systematic review. p. 769-783. In: U.H. Heiwood, J.R. Harbone and B.L. Turner (eds.). The Biology and Chemistry of the Compositae Vol. II. Academic Press, London.
- Subramaniyan, S. and Selvaraj, P. 1990. Effect of antagonistic intercrops on burrowing nematode in Robusta banana. South Indian Horticulture 38:216-217.
- Supratoyo, L.M. 1993. Studies on the effect of *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* for controlling plant parasitic nematodes on banana. Ilmu Pertanian 5:681-691.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cumming Publishing Company, Inc. Redwoodcity, CA, USA. pp. 249-264.
- Thurston, D.H. 1992. Sustainable Practices for Plant Disease Management in Traditional Farming Systems. Westview Press, Inc. USA. 279 p.
- Trenbath, B.R. 1981. Plant interactions in mixed crop communities. p. 129-170. In: R.I. Papendick, P.A. Sanchez and G.B. Triplett (eds.). Multiple Cropping. ASA Special Publication Number 27. American Society of Agronomy Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- Vandermeer, J.H. 1990. Intercropping. p. 481-516. In: C.R. Carroll, J.H. Vandermeer and P. Rosset (eds.). Agroecology. McGraw-Hill Publishing Company, New York, USA.
- Vázquez-García, L.M., Zavaleta-Mejía, E., Soto-H., M., Cárdenas-S., E., y Osada-K., S. 1998. Infection of resistant and susceptible carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) by (*Uromyces caryophyllinus* (Sach) Wint.). Fitopatología 33:62-70.
- Vázquez-Villagran, G. 1994. Producción de cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) solo y asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferente fecha de siembra, en Chapingo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 98 p.
- Whittington, D.P. and Zehr, E.I. 1992. Populations of *Criconebella xenoplax* on peach interplanted with certain herbaceous plants. Journal of Nematology 24:688-692.
- Zavaleta-Mejía, E., Castro-A, A.E. y Zamudio-G, V. 1993. Efecto del cultivo e incorporación de *Tagetes erecta* L. sobre la población e infección de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood en Chile (*Capsicum annum* L.). Nematropica 23:49-56.
- Zavaleta-Mejía, E. y Gómez, R.O. 1993. Efecto de períodos de trasplante del cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) y distanciamiento entre plantas en el manejo de algunos fitopatógenos en jitomate. Memorias del XX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Zacatecas, Zacatecas, México. Resumen, p. 54.
- Zavaleta-Mejía, E. and Gómez, R.O. 1995. Effect of *Tagetes erecta* L.-Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pests. Fitopatología 30:35-45.
- Zavaleta-Mejía, E. y Ochoa, M.D.L. 1992. Efecto de