



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
Telefax 690-93



## EL HONGO *FUSARIUM OXYSPORUM*

Ing. M. Sc. Jorge Revelo\*

### IMPORTANCIA

El hongo *Fusarium oxysporum*, aparte de ser el miembro más importante de los géneros de *Fusarium* en el aspecto económico, es también una de las especies más inestables y variables. Presenta una distribución amplia en todo el mundo. Ocasiona marchitamientos vasculares muy destructivos, espectaculares y alarmantes. Bajo condiciones climáticas favorables el patógeno puede ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos, en pocas semanas. Ocasiona pérdidas significativas en la mayoría de flores, hortalizas, árboles frutales como el plátano, algodón, tabaco, llantén, café, caña de azúcar, árboles de sombra, malas hierbas, etc. La enfermedad de Panamá de las bananas, causada por este hongo, fue responsable del abandono de miles de hectáreas de plantaciones en América Central, Ecuador, etc., y de la obtención de variedades resistentes Cavendish, Valery que sustituyeron a la variedad susceptible Gross Michel.

### SÍNTOMAS

El marchitamiento vascular causado por *F. oxysporum* se caracteriza por el achaparramiento de las plantas, las cuales en poco tiempo se marchitan y finalmente mueren. Los síntomas de marchitamiento pueden aparecer en cualquier estado de crecimiento de las plantas y pueden variar grandemente con la edad y la variedad de la planta, las condiciones ambientales y las formas especiales y las razas. En el lino se registran cuatro tipos de marchitamientos: temprano (en semilleros, el más destructivo), tardío (después de la antitesis), parcial (una rama) y unilateral (la mitad de la planta). En camote presenta amarillamientos intervenales en las hojas seguido por distorsión y crecimiento retardado, caída de las hojas, necrosis vascular y ruptura de la corteza.

### UBICACIÓN TAXONÓMICA Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

*Fusarium* pertenece a los hongos superiores, a la Clase de hongos imperfectos o Deuteromycetos y al Orden Moniliales. Al presente se desconoce si presentan estructuras o reproducción sexual.

Presenta microconidias unicelulares o bicelulares, que nacen en fialides laterales o en polifialides; macroconidias con 3 a 5 septas formadas por fialides laterales y en etapas avanzadas a partir de esporodoquios. Clamidosporas intercalares o terminales en pequeñas ramas laterales, solitarias o en cadenas, hialinas y con paredes lisas o rugosas.

### INFECCIÓN

*F. oxysporum* puede atacar cualquier parte de la planta, raíz, tallo, hojas y semillas. La infección inicial ocurre a través de la raíz y particularmente a través de los pelos de la raíz de las plántulas. La infección puede ser directamente o a través de heridas como las causadas por nematodos. Tan pronto como el hongo penetra la raíz, el micelio se extiende hasta los vasos xilémicos y se propaga a través de ellos en el tallo y el resto de la planta hasta las semillas. El micelio del hongo invade el tejido vascular y junto con las conidias bloquea físicamente los vasos del xilema, impidiendo el transporte del agua.

\* Fitopatólogo del Departamento de Protección Vegetal, EE. Santa Catalina – INIAP.

Cuando quedan bloqueados suficientes vasos, se produce el marchitamiento. Además se conoce que este hongo produce toxinas que inducen el marchitamiento al alterar el metabolismo celular.

## DISEMINACIÓN

El hongo es diseminado por el viento, el agua y los animales que dispersan partes de planta infectadas y el suelo. El método más común y efectivo parece ser por medio de la semilla y partes de plantas infectadas.

*F. oxysporum* es un hongo saprofito, habitante del suelo que se propaga en el suelo en menor grado en forma de micelio y en mayor grado por esporas o clamidosporas que son llevadas en el agua del suelo, en equipo agrícola, trasplantes, esquejes de plantas infectadas y en algunos casos en forma de esporas por el viento. Puede ser transmitido por la semilla como es el caso de plantas infectadas de algodón.

## SOBREVIVENCIA

El hecho de que *F. oxysporum* puede sobrevivir o vivir en forma saprofítica en suelo por muchos años (20 a 30), es un fuerte indicativo de que no es rápidamente destruido por otros organismos del suelo.

Es un agresivo colonizador de materia orgánica en el suelo y sobrevive en él igual o mejor que la mayoría de patógenos. Las estructuras de sobrevivencia se consideran al micelio y a las clamidosporas.

*F. oxysporum* junto a especies saprofitas, tiene la habilidad para vivir casi indefinidamente en el suelo infectando los desechos de los cultivos, por lo cual la rotación de cultivos resulta ser una medida de control no adecuada.

## RANGO DE HOSPEDEROS

Diferentes plantas hospederas son atacadas por formas especiales o razas del hongo (alrededor de 77 hasta 1997). A manera de ejemplo en el Cuadro 1 se citan algunas formas especiales.

Cuadro 1. Ejemplos de formas especiales de *Fusarium oxysporum* y sus hospederos.

Formas especiales	Cultivo
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>appi</i>	Apio
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>asparagi</i>	Espárrago
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>batatas</i>	Camote
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>betae</i>	Remolacha
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>cannabis</i>	Marihuana – Cáñamo
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>cattleyae</i>	Orquídea
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>cepae</i>	Cebolla
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>chrysanthemi</i>	Crisantemo
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>coffae</i>	Café
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>cubense</i>	Banano, abacá, heliconias
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>cucumerinum</i>	Calabaza
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>dianthi</i>	Claveles
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>elaedis</i>	Palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> )
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>fabae</i>	Haba
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>fragariae</i>	Fresa
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>glycines</i>	Soya
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>lentis</i>	Lenteja
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>lini</i>	lino
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>nicotianae</i>	Tabaco
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>passiflorae</i>	Maracuya
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>tracheiphilum</i>	Soya y cowpea
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>licopersici</i>	Tomate
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp <i>vasifentum</i>	Algodón

Además este hongo presenta también variedades como es el caso de *Fusarium oxysporum* var. *redolens* que ha sido reportado atacando a *Asparagus officinalis*, *A. plumosus*, *Cucumis sativus*, *Daucus carota*, *Dianthus barbatus*, *D. caryophyllus*, *D. plumaris*, *Helleborus niger*, *Iris florentina*, *I. germánica*, *I. tectorum*, *Larix sibirica*, *Ligustrum vulgare*, *Linum usitatissimum*, *Lupinus angustifolius*, *Lycopersicon esculentum*, *Picea glauca*, *Pinus resinosa*, *P. sylvestris*, *Pisum sativum*, *Spinacia oleracea*, *Tulipa sp* y *Vicia fabae*. Produce marchitamientos, dampin-off en semilleros y en ocasiones pudriciones.

Tal parece que no existe cultivo o planta que no sea atacada por alguna especie, forma especial o raza de *Fusarium*.

## PATOGENESIS

En un principio se creyó que las formas especiales eran específicas para un hospedero por lo cual tomaron el nombre del mismo como *betae*, *apii*, *mori* y más de 60. Este concepto de alta selectividad patogénica condujo a establecer varias formas especiales las cuales son razas de formas especiales descritas en otros hospederos; así, *F. oxysporum* f. sp. *rapan* y f. sp. *mathioli* del rábano y troncos respectivamente, son razas de *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* que ataca col. *F. oxysporum* f. sp. *batatas* del camote también ataca a tabaco y *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* de la soya ataca también crisantemo. Estos ejemplos muestran la presencia de patrones de genes de patogenicidad, o de resistencia en el hospedero, en *F. oxysporum*.

*F. oxysporum* f. sp. *lini* presenta un número indefinido de razas las cuales difieren entre si por el número de plantas afectadas de diferentes variedades de lino.

*F. oxysporum* f. sp. *cubense* presenta tres razas.

La tremenda variabilidad del hongo en relación a su capacidad de atacar un amplísimo rango de plantas mediante especies, formas especiales, variedades y razas, se debería a mecanismos de mutación y de herencia citoplásmica en su reproducción asexual. Se desconoce si *Fusarium* presenta reproducción sexual.

La mutación es un cambio repentino en el material genético de un organismo, el cual posteriormente es heredado a la progenie. Ocurren en organismos que se reproducen solo sexual o asexualmente como en aquellos que se reproducen tanto sexual como asexualmente y pueden aparecer en la naturaleza cada año. Una vez que un nuevo factor de virulencia aparece en un mutante, éste tomará parte en los procesos sexual o parasexual del patógeno y **podrá producir recombinantes de virulencia diferentes en grado y naturaleza al que existía en las cepas progenitoras.**

La herencia citoplásmica es la adquisición, por herencia extracromosómica, de la capacidad de un patógeno de efectuar un proceso fisiológico que antes no podía, como tolerar sustancias que antes le eran tóxicas, utilizar nuevas sustancias para su crecimiento y **cambiar su virulencia hacia las plantas.**

## EPIDEMIOLOGÍA

*F. oxysporum* es un parásito facultativo. Parasita las plantas, puede crecer y esporular en tejido muerto previamente infectado y sobrevivir en forma pasiva como clamidosporas o colonizar la superficie de raíces de plantas no hospederas.

Los marchitamientos por *F. oxysporum* son mucho más comunes y destructivos en las regiones templadas más cálidas y en los trópicos y subtrópicos llegando a ser menos dañinos o raros en climas fríos, excepto en el caso de los cultivos de invernadero de esas áreas (babaco en Ecuador).

La temperatura tiene un efecto importante en el desarrollo del hongo, en la severidad y sobre la velocidad de desarrollo de la enfermedad en el hospedero. Temperaturas de 25 a 30 °C permiten ataques severos y en a temperaturas menores a 20°C se presentan escapes.

## **INTERACCIONES**

Muchos nematodos parásitos que viven en el suelo, habitualmente incrementan la incidencia de los marchitamientos por *F. oxysporum*, quizá debido a que proporcionan un mayor número de puntos infectivos de penetración. Como ejemplos se citan los siguientes.

Suelo inoculado con *Fusarium oxysporum* f. sp *tracheiphilum* no causa marchitamiento en la variedad resistente Grant de caupera, pero cuando se inocula el nematodo *Meloidogyne javánica*, la marchitez se presenta. La variedad susceptible Yelrado es muerta más rápidamente en presencia del hongo y del nematodo *Heterodera glycines*.

La resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp *vasifenum* de variedades de algodón también es afectada por la presencia de los nematodos *Meloidogyne incógnita* y *M. hapla*, *Belonolaimus gracilis* y *Rotylenchulus reniformis*.

## **TOXINAS**

*F. oxysporum* produce la toxina Zearalenona conocida también como micotoxina F-2 y es más tóxica para el cerdo en el cual ocasiona anomalías y degeneración del sistema genital conocido como "síndrome estrogénico" y viene en el forraje principalmente. Otra toxina es la Tricotecenos, de la cual la micotoxina T-2 viene también en el forraje. Las vacas, los polluelos y los corderos también son afectados.

## **CONTROL**

Los marchitamientos vasculares están entre las enfermedades de las plantas más difíciles de controlar. El hecho de que la infección de una planta por una sola espora, es suficiente para introducir el patógeno a un campo, hace que la prevención y su posterior control con funguicidas de superficie sea prácticamente imposible. La rotación de cultivos y otras prácticas de cultivo son imprácticas. El método más eficaz es el uso de variedades resistentes, la cual permanece eficaz por largo tiempo, siempre que no estén presentes nematodos.

La esterilización del suelo en campo abierto es impráctica, pero si es práctica en invernaderos y en semilleros. El uso de semilla y de plántulas sanas es obligado.

En la actualidad se están realizando estudios con antagonistas biológicos principalmente con *Trichoderma* spp.

## **INCIDENCIA EN ECUADOR**

De acuerdo con la literatura disponible, en Ecuador se ha reportado a *Fusarium oxysporum* f. sp *cubense* en banano y a *Fusarium oxysporum* en babaco, naranjilla y tomate de árbol en los cuales se está buscando resistencia. También se ha reportado *F. fabae* en haba.

## **IMPLICACIONES DEL DESARROLLO DE *FUSARIUM OXYSPORUM* COMO MICOHERBICIDA PARA ELIMINAR PLANTAS PRODUCTORAS DE DROGAS**

La idea de usar un hongo como herbicida para matar las plantas de droga comenzó en 1970. Últimamente este hongo se lo ha identificado como EN-4, y comenzó a matar plantas de coca en experimentos realizados en 1986. Para 1991, el gobierno de los Estados Unidos ha invertido al menos \$14 millones de dólares y el Congreso de U.S. ha aprobado \$23 millones para el mismo proyecto.

A continuación se presentan varios comentarios sobre el tema:

La siguiente nota apareció en un bar en los Estados Unidos:

“Biological Warfare Against Crops”

Todos los expertos en guerra biológica de la Universidad de Bradford en Inglaterra.

### **“LA BALA DE PLATA O CALIZ VENENOSO: LA GUERRA BIOLOGICA CONTRA LAS DROGAS”**

En 1998 el Congreso de U.S. aprobó \$23 millones de dólares para un programa antidrogas que incluye investigación en patógenos de plantas. Este grupo de plantas son coca, amapola y marihuana. Un responsable de la Legislación de ese país señaló que “todo indica que esto tiene el potencial para hacer la gran diferencia en la guerra contra las drogas.... Esto podría ser la bala de plata”.

El Artículo I de 1972 de la Convención de Armas Biológicas y Toxinas (CABT) prohíbe el desarrollo, producción y almacenamiento de agentes biológicos "para propósitos hostiles o en conflictos armados". También declara ilegal las armas biológicas que no tiene justificación para propósitos profilácticos u otros propósitos pacíficos.

Los que sugieren el uso de patógenos de plantas contra los cultivos de drogas, señalan que podrían ser usados en programas colaborativos con los países en los cuales se produce la droga.

Oponentes a este plan tienen tres inquietudes:

Una es que **la epidemia inducida podría**, en ciertas circunstancias, **desplegarse a otras plantas**.

Otra es que los patógenos de plantas podrían ser usados en las regiones productoras de drogas sin el consentimiento del país en cuestión.

Considerando que su uso podría ser popular con las agencias antidrogas, esto casi podría ciertamente ir en contra de lo que señala la (CABT) y también sentar un precedente peligroso.

El punto principal, sin embargo, señala la nota, es que el desarrollo de una capacidad para destruir cultivos de droga con patógenos de plantas, inevitablemente proveerá una riqueza de conocimientos y experiencia práctica que **podría rápidamente ser aplicada en una ofensiva agresiva de guerra biológica contra objetivos de plantas alimenticias** (Paul Rogers, Simon Whitby, & Malcolm Dundo - Website: <http://www.sciam.com/>).

Otro artículo encontrado en “Website: <http://www.sptimes.com/>” señala lo siguiente:

### **“MARIHUANA-KILLING FUNGUS TOO RISKY?”.**

Cualquiera hubiera dicho “la cura es peor que la enfermedad” al hablar acerca de la experiencia de Florida al tratar de erradicar un problema ambiental creando uno mas grande. Ahora sugieren

introducir un hongo que destruiría el cultivo ilícito de marihuana en invernaderos en Florida. **El problema es el desconocimiento sobre que más el hongo mataría.** Las compañías que desarrollan el hongo *F. oxysporum*, dicen que no afecta animales, humanos ni otros cultivos. Sin embargo científicos del Departamento de protección Ambiental de Florida señalan que es demasiado riesgo liberar el micoherbicida. **Existe la posibilidad que el hongo mate y ataque otras especies de plantas poniendo en riesgo la industria agrícola.** Señalan que introducir este hongo para eliminar un relativo modesto cultivo de marihuana de 55000 plantas que fueron decomisadas el último año, es justamente lo que señalan que sería peor la medicina que la enfermedad.

La siguiente nota se encontró en Website: <http://www.caq.com>. Se cita parte de ella.

### THE DRUG WAR'S FUNGAL SOLUTION?

..... el hongo es amenazador. Una mutación virulenta del *Fusarium*, llamada "Raza 3" ha sido un castigo para los agricultores de Florida y Georgia, quienes han tenido problemas para su control inclusive con fungicidas poderosos. Alrededor del mundo *Fusarium* destruye muchos cultivos y puede permanecer en el suelo por muchos años sin su planta hospedera y luego volver a la vida y causar epidemias devastadoras de marchitamientos. **El temor de introducir la enfermedad es una razón para que el Japón esté reacio a aceptar productos de los Estados Unidos.** Mientras algunas cepas de este hongo son inofensivas para varias plantas, **otros tipos de *Fusarium* pueden producir micotoxinas venenosas para los humanos y los animales.**

.....**producir un letal pero natural herbicida del mismo hongo para diferentes propósitos,** es el objetivo de un grupo de científicos trabajando mano a mano con la DEA, el Departamento de los Estados Unidos y gobiernos extranjeros, **herbicida diseñado como la solución para la guerra final de las drogas, la total eliminación de los cultivos mundiales de coca, marihuana y amapola.** El mismo objetivo fue enunciado recientemente por las Naciones Unidas. De acuerdo con uno de los reportes, se señala que este herbicida diferente, es seguro para los humanos y el ambiente. Causa de 60 a 90% de mortalidad de las plantas y puede ser mayor al aprovechar que las hormigas han mostrado preferencia por acarrear los pellets venenosos dentro del suelo, para lo cual los formularán de tal manera que sean más atractivos para estos insectos.

**Manipulaciones genéticas del hongo se están realizando para que produzca mayores cantidades de la toxina** que causa el marchitamiento de las plantas de coca, considerando que esta alternativa podría tener limitado impacto ambiental.

Sobre la ocurrencia de una posible epidemia natural en plantas de coca en el valle de Huallaga en Perú, el artículo señala lo siguiente:

“En 1993 estudios de una epidemia natural de marchitamiento por *Fusarium* en Perú han sido terminados, concluyendo que **la epidemia está progresando causando efectos negativos significativos en las regiones productoras de coca en el Perú, por cuya causa los agricultores están abandonando sus campos.** La proteína producida por *Fusarium oxysporum* la cual es tóxica a las plantas de coca, ha sido purificada y **su gen clonado.** A la fecha, se indica que un bioherbicida usando *F. oxysporum* efectivo contra la coca, puede ser producido y sus pruebas de campo han sido iniciadas”.

Al respecto en el mismo artículo se señala lo siguiente: “A inicios de 1991, campesinos peruanos señala que vieron helicópteros llevando agentes de la DEA y de la policía peruana y que lanzaron dentro de los campos de coca, pellets conteniendo el hongo; sin embargo no existen evidencias sólidas sobre si los pellets contenían el hongo. En 1994, existió una estrecha participación entre la US Drug Enforcement Administration y la policía peruana en el plan de destruir las plantaciones ilegales de coca usando un hongo llamado científicamente *Fusarium*. Sin embargo, **debido a que hay muchas estirpes o razas del hongo, no es posible determinar si la epidemia fue natural o causada por la intervención humana”.**

In 1996, un investigador del proyecto en la Universidad del Estado de Carolina del Norte en Raleigh, anota lo siguiente “ que ellos finalmente seleccionaron al patógeno para que mate únicamente a la coca y que no es peligroso para otras plantas.” Sin embargo un reciente estudio indica que el hongo todavía no es lo suficiente específico y que es necesario caracterizar genéticamente las estirpes que atacan las plantas de coca y amapola, así como también lo que ocurre en el suelo y en las plantas que crecen cerca. **Traducción: las innumerables razas o estirpes del hongo podrían posiblemente atacar a los cultivos cercanos y, con la ayuda de Dios, que no pase nada más.**

Los autores del artículo concluyen señalando que **lo peor sería que el hongo se vuelva contra nosotros en forma similar como sucedió con el hongo *Phytophthora infestans* que causo una gran hambruna en Irlanda,** (the Great Potato Famine) cuando una severa epidemia de la enfermedad tizón tardío causada por ese hongo, aniquiló todos los cultivos de papa en ese país.

### **Riesgos para la salud human?**

El investigador colombiano Posada cree que *Fusarium* puede afectar a la gente que presente bajas defensas debido a enfermedades inmunológicas o desnutrición muy comunes en los agricultores que viven cerca de las plantaciones de coca y que son los que podrían recibir las aspersiones del hongo. Anota que el rango de mortalidad podría ser de 76% y da a conocer una lista de toxinas altamente tóxicas para animales y humanos, concluye indicando que el uso de hormigas para dispersar el hongo, podría afectar al ecosistema mucho más rápido que lo imaginado.

### **El hongo atacará solamente las plantas de coca?**

Investigadores colombianos y científicos no están convencidos de esto, especialmente por la tendencia del hongo a mutar. Colombia no es extraña a *Fusarium*, un género que incluye varias razas del EN-4. En el cultivo de rosas un grupo de científicos ha venido trabajando para combatir a *Fusarium* por un buen tiempo en plantaciones en Bogotá, al final ellos fueron forzados a utilizar sistemas hidropónicos. Científicos de U. S. tienen la cepa EN-4 que ataca solamente plantas dentro del género *Erythroxyllum*, de las cuales la coca es una. Sin embargo hay sobre 200 otras especies de plantas dentro de este género, muchas de las cuales se encuentran en Colombia y también en Ecuador, las cuales el EN-4 podría también matarlas. Plantas del género *Erythroxyllum* son usadas también por la población de indígenas para propósitos medicinales y religiosos lo cual también constituye un riesgo.

Además, en 1995 en un reporte del International Institute of Biological Control admite que no niega que plantas de Norte América del género *Erythroxyllum*, bajo estrés, podrían ser infectadas por la cepa EN-4. Sorprendentemente, esta parece ser la única prueba de investigación sobre la habilidad del EN-4 para atacar otras plantas.

### **OTROS ASPECTOS**

Según varios comentarios encontrados en Internet y que se emiten un tanto en serio y un tanto en broma, señalan que considerando que existen en la actualidad alrededor de dos millones de adictos, sería más conveniente dirigir un control biológico hacia ellos ??????.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con la información anotada se concluye que el uso del hongo *Fusarium oxysporum* como un micoherbicida para eliminar las plantas de coca no es muy seguro. La tremenda variabilidad del hongo y su alta versatilidad para mutar implica demasiados riesgos para la industria agrícola, el ambiente y la salud humana.

Por esta razón el INIAP no debe estar de acuerdo con su uso.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. 1985. Fitopatología. Editorial Limusa. México. 756p.
- ALEXOPOULOS, C. y C. MIMS. 1985. Introducción a la Micología. Edición Omega, Barcelona, España. pp. 578-597.
- BOOTH, C. 1971. *Fusarium* laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Micology Institute, England. 237 p.
- ISLA, M. L. de la. 1984. Fitopatología. Colegio de Postgraduados, México. 377 p.
- JIM HOGSHIRE. 1998. The Drug War's Fungal Solution?. Newshawk:  
Website: <http://www.caq.com>
- PACINI, A. 1998. Importancia sanitaria y económica de las micotoxinas en los granos postcosechados para consumo humano y animal. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Universidad Nacional de Luján, Argentina. pp 33-49.
- RICK BRAGG. 1999. Marijuana-Eating Fungus Seen As Potent Weapon, But At What Cost. New York Times (NY). Website: <http://www.nytimes.com/>;  
Forum: <http://www10.nytimes.com/comment/>
- SHARON STEVENSON and JEREMY BIGWOOD. 2000. Drug Control or Biowarfare.  
<http://www.motherjones.com/info/info.html>
- STEVE HEATH. 1999. MARIJUANA-KILLING FUNGUS TOO RISKY. St. Petersburg Times (FL). Website: <http://www.sptimes.com/>; Forum: <http://www.sptimes.com/Interact.html>
- THOR KOMMENDAHL, J., J. CHRISTENSEN and R. A. FREDERIKSEN. 1970. A Half Century of Research in Minnesota on Flax Wilt Caused by *Fusarium oxysporum*. Technical Bulletin 273. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, U.S. 35p.
- TOM O'CONNELL. 1999. Silver Bullet Or Poison Chalice: The Biowar Against Drugs  
<http://www.mapinc.org/drugnews/v99.n533.a11.html>