

La utilización de semillas de buena calidad

INTRODUCCION

La necesidad de producir mayor cantidad de alimentos en el mundo, debido al acentuado crecimiento de la población humana en el presente siglo, hizo que las fronteras agrícolas fuesen sustancialmente aumentadas y nuevas tecnologías de producción desarrolladas. Como consecuencia de esta expansión y del uso intensificado de áreas de cultivo, han surgido serios problemas sanitarios. Uno de estos problemas consiste en el hecho de que agentes fitopatogénicos son capaces de asociarse de forma casi siempre imperceptible a las semillas de sus huéspedes, pasando desde ahí, a sobrevivir durante largos períodos, serán diseminados a diferentes partes de la tierra y causando serios perjuicios al agricultor.

CALIDAD DE LAS SEMILLAS

El cultivo de semillas contaminadas, mezcladas con semillas sanas, constituye uno de los medios más eficaces para introducir o acumular patógenos en nuevas áreas de cultivo.

Tal eficiencia está relacionada al hecho de que las semillas contaminadas, que no son fáciles de reconocer en un lote y por consiguiente, son distribuidas aleatoriamente en el campo, constituyen foco primario de infección en la fase más inicial del cultivo. En estas circunstancias, las posibilidades para el establecimiento de una enfermedad son máximas.

Según comentan MARCOS FILHO et al. (1987), los problemas relacionados con la evaluación de la calidad de las semillas empezaron en la época en la que se intensificó el comercio de las mismas.

Durante muchos años, las adulteraciones en la venta de semillas fueron frecuen-

(1) Dpto. Fitotecnia, Centro de Ciencias Agrarias, U. Federal de Paraíba, 58397 - Areia. Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior, 70047 - Brasília.

(2) Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia, ETSI Agrónomos, U. Politécnica, 28040 - Madrid.

Patología y calidad de semillas

Por: ALCANTARA BRUNO, R.L.⁽¹⁾; BRUNO, G.B.⁽¹⁾ y DURAN, J.M.⁽²⁾

E El osmoacondicionamiento

E El Recubrimiento de semillas

E El peliculado

semillas pudieran ser mejor evaluadas.

La utilización de semillas de buena calidad es un factor importantísimo para tener éxito en un cultivo de interés económico; además de facilitar la nascencia en el campo y dar lugar a plantas vigorosas y uniformes, proporciona altos índices de productividad.

PERDIDAS OCASIONADAS POR SEMILLAS DE MALA CALIDAD

Para evaluar la importancia de la asociación de patógenos con las semillas, hay que tener en cuenta que el 90 % de los cultivos destinados a la producción de alimentos en todo el mundo son susceptibles al ataque de enfermedades, para los que la mayoría de sus patógenos pueden ser transmitidos por las semillas.

Desde hace varios años, agentes patógenos, tales como: hongos, bacterias, virus y nematodos, han sido encontrados en lotes de semillas de varios géneros de plantas.

En términos económicos, la importancia de la asociación de patógenos con semillas puede ser evaluada en función de los tipos de daños causados por las enfermedades, tanto en la fase de producción y comercialización de semillas, como en el campo comercial. Una de las grandes difi-

tes. Las semillas de buena calidad eran mezcladas con aquellas que tenían menor valor comercial y con material inerte de características semejantes, que prácticamente eran casi imposible distinguirlas entre sí.

Lo anteriormente expuesto, estimuló a muchos países a desarrollar estudios más profundizados en la Tecnología de Semillas y la creación de laboratorios donde las

Aquenios de girasol con *Alternaria sp.* y con *Aspergillus sp.*



SEMILLAS • SIEMBRAS • CULTIVOS

cultades que se encuentra en este tipo de evaluación, se debe a la interferencia de otros factores de difícil control, lo que hace que las estimaciones numéricas sean escasas en la literatura.

Según diversos autores, la cuantificación económica de las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades es una labor casi imposible. De forma convencional, las pérdidas suelen calcularse tomando como referencia el potencial productivo de una variedad en una circunstancia dada.

En algunos casos, la referencia está basada en la producción neta que corresponde al beneficio de la explotación. En el caso de las semillas hortícolas, estas pérdidas son siempre superiores al 20 % del producto final bruto.

También hay que tener en cuenta, que en las pérdidas ocasionadas por enfermedades, se debe incluir los gastos derivados de la adquisición y aplicación de productos fitosanitarios u otras medidas de control.

Según MORENO *et al.* (1993) en cultivos bajo invernadero los costes incluyendo los productos fitosanitarios se estiman en 18,5 pta/m².

Desde el punto de vista técnico, las pérdidas ocasionadas por las enfermedades transmitidas por semillas se caracterizan por abortos, deformaciones, podredumbres, estromatizaciones, manchas necróticas, decoloraciones externas, lo que induce a la pérdida de germinación, además de constituir focos de infección primaria en los campos de cultivo.

Además de las pérdidas anteriormente señaladas, hay que considerar las ocasionadas por los hongos de almacenamiento, representados por diversas especies pertenecientes a los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* y tiene mayor relevancia durante la conservación de las semillas. Estos hongos necesitan para su crecimiento, de una humedad de equilibrio adecuada, que viene determinada por el contenido de humedad de la semilla y por la humedad relativa del ambiente (Fig. 1.), aunque la facilidad de penetración, temperatura, composición química y tiempo también son factores que afectan su virulencia.

MEDIDAS DE CONTROL

El tratamiento de las semillas es probablemente la medida más antigua, económica y a veces, más segura y, la que posibilita los mejores éxitos en el control de las enfermedades de las plantas.

La semilla de buena calidad es uno de los soportes fundamentales en la Agricultura.

Conseguir una buena producción depende entre otros factores, de la calidad de las semillas.

Cuando se utiliza semillas afectadas por patógenos resulta imposible obtener cultivos productivos.

La epidemia de muchas enfermedades puede tener inicio con inóculos contenidos en las semillas; además, estas son uno de los vehículos más importantes de transmisión de patógenos.

Entre las principales técnicas de tratamiento de semillas, se encuentran las siguientes:

1. Termoterapia

Se utiliza como medida de erradicación en el control de muchos patógenos localizados interna o externamente en las semillas, bulbos o tubérculos de varias especies vegetales. El principio básico del tratamiento mediante calor, se fundamenta en la sensibilidad diferencial entre el patógeno y el huésped. En general, los organismos parásitos son más sensibles al calor que los saprófitos. Por supuesto, la posibilidad

de éxito en la termoterapia está directamente relacionada con la diferencia entre el punto de inactivación térmica del huésped y del patógeno.

La termoterapia recomendada en los cultivos hortícolas se destina más específicamente al control de las enfermedades transmitidas por bulbos y rizomas, aunque, se comente que las semillas sean ciertamente las partes de las plantas más ampliamente tratadas, mediante el empleo de este método. Várias enfermedades de naturaleza bacteriana causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *carotae*, pv. *campestris* y *Pseudomonas syringae*, pv. *maculicola*, en los cultivos de zanahoria, crucíferas o coliflor, así como las enfermedades fúngicas de semillas de cebolla, guisante o patata, han sido controladas mediante el empleo de este método.

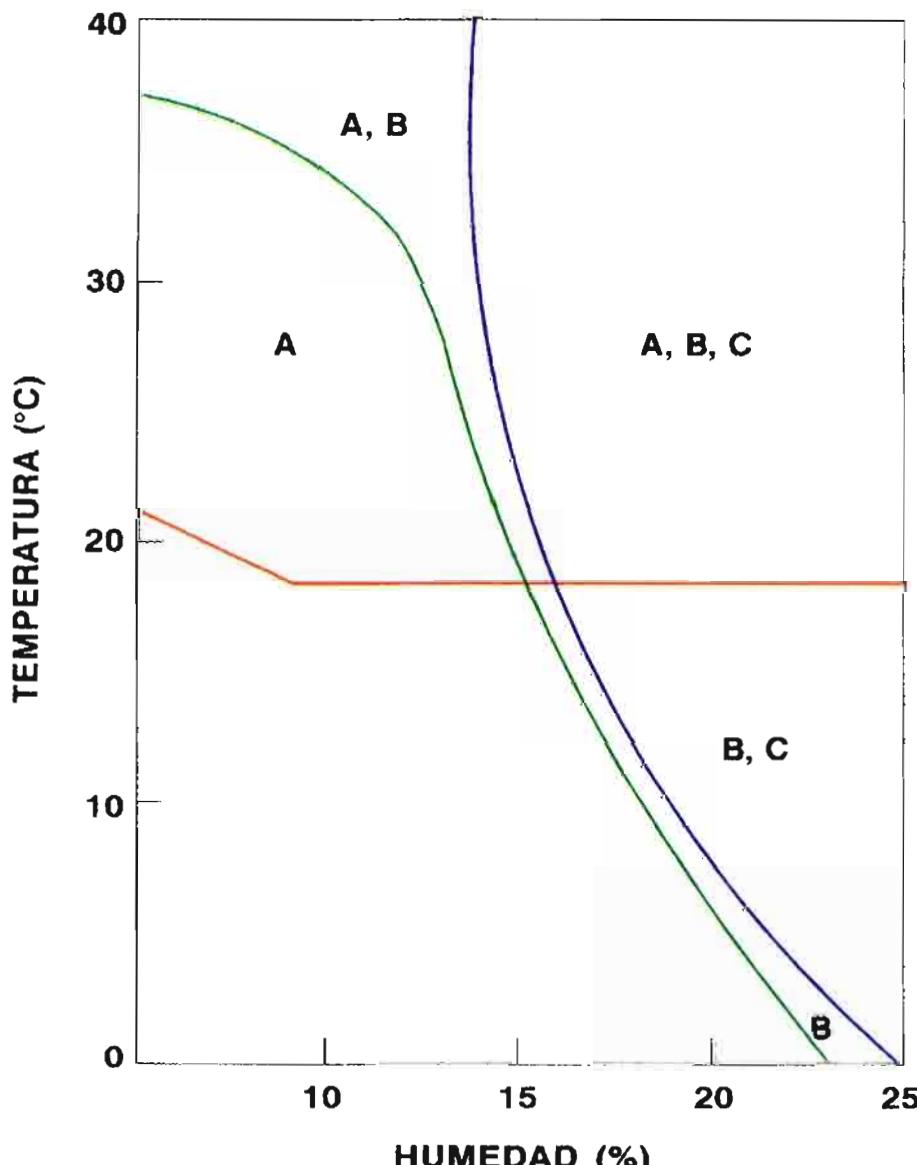


Fig. 1. Causas que pueden ocasionar el deterioro de semillas. A, Calentamiento por insectos; B, pérdida de viabilidad y C, fermentación por hongos. Fuente: PELHATE (1982).



Akenios de girasol con *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.*

El tratamiento térmico también ha sido ampliamente empleado para el control de las enfermedades de post-cosecha de frutos y hortícolas, como también se ha constatado su empleo en la supervivencia de la flor cortada.

La Tabla 1. resume algunos ejemplos de semillas tratadas con termoterapia.

2. Fermentación anaeróbica

La eliminación o reducción del inóculo en semillas puede ser eficazmente alcanzada mediante el empleo de métodos biológicos, físicos y/o químicos.

El método de la fermentación anaeróbica tuvo su inicio en 1953. Frente la termoterapia presenta la ventaja de causar menores daños a las semillas.

El fundamento del método consiste en colocar las semillas dentro de unos sacos de algodón poroso, hasta la mitad de su capacidad, sumergirlo en agua a 21 °C durante 4 h y a continuación escurrirlas hasta retirar el exceso de agua. Posteriormente, las semillas se introducen en un barril seco, se cierra herméticamente y se mantiene en estas condiciones durante 30 a 80 h, dependiendo de la temperatura media del lugar. Finalmente, las semillas se agitan bajo una corriente de aire forzado de 35 °C. Concluida esta operación, las semillas se tratan con fungicidas protectores.

El tratamiento bioquímico mediante la fermentación de semillas, recomendado en el control de *Corynebacterium michiganensis* en tomate constituyen una alternativa a este método.

3. Tratamiento químico

El tratamiento químico de las semillas es el método más comúnmente utilizado. Es de fácil aplicación, principalmente cuando los demás métodos no pueden ser

empleados o son poco eficientes.

El tratamiento se fundamenta en la reducción o eliminación de los patógenos que se hallen en la superficie o en las capas más profundas de las semillas, protegiéndolas del ataque de gérmenes parásitos que puedan hallarse presentes en el suelo.

La mayoría de los tratamientos químicos convencionales, aunque eliminan el patógeno situado en la superficie de la semilla o entre las glumas en el caso de los cereales y las infecciones poco profundas en la cáscara y confieren protección contra hongos del suelo, no actúan con eficacia sobre las infecciones más profundas de las semillas. Los fungicidas sistémicos, constituyen una excepción. Tales fungicidas no sólo controlan las infecciones profundas si no también, en la mayoría de los casos, proporcionan una buena protección a las plántulas contra el ataque de hongos del suelo y patógenos que sobre ellas actúan sistemáticamente.

Para que el tratamiento sea eficaz, son varios los requisitos básicos a considerar: Materia activa a emplear, método y equipos utilizados, tipo de patógeno, forma de

supervivencia del patógeno en la semilla, potencial del inóculo sobre la semilla o en su interior, variabilidad del patógeno respecto a la sensibilidad al tratamiento químico, condiciones de campo en las que la semilla tratada será sembrada, etc. Los fungicidas protectores se emplean generalmente con el objetivo de posibilitar protección a las semillas contra los patógenos del suelo causantes de la "caída" de las plántulas (*damping-off*) y podredumbres radicular, durante la fase germinativa. Por otro lado, los fungicidas sistémicos son absorbidos por las semillas durante el proceso germinativo y en general actúan sobre los parásitos endógenos, proporcionando en la mayoría de los casos, protección a las plántulas contra los hongos del suelo.

4. Empleo de variedades resistentes

El control de enfermedades también puede ser efectuado mediante la obtención por medios de manipulación genética, de variedades resistentes, entendiéndose como resistencia cualquier característica heredable de una planta huésped que disminuya los efectos que en ella causan los parásitos.

Tabla 1. Estudios sobre termoterapia realizados en especies vegetales cultivadas

PATÓGENO	HUESPED	TERMOTERAPIA	RESULTADOS
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Repollo, coliflor (<i>Brassica oleracea</i>)	Sumergir las semillas infectadas en agua (50 °C, 30 min.)	Evita la infestación de la plántula
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Crucíferas	Sumergir las semillas en agua (52 °C, 30 min.)	Reduce la enfermedad. No afecta la germinación
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>cucurbitae</i>	Pepino (<i>Cucumis pepo</i>)	Sumergir las semillas en agua (54 y 56 °C, 30 min.)	Reduce el nivel de transmisión por semilla, pero no elimina el patógeno
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>pisi</i>	Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	Sumergir las semillas en agua (55 °C, 15 min.) o calor seco (65 °C, 72 h)	Reduce significativamente la contaminación natural. La germinación disminuye de 5 a 20 %
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzae</i>	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Embeber las semillas a temperatura ambiente durante 12 h y en seguida inmersión en agua (53 °C, 30 min.)	Eradica el patógeno de las semillas
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i>	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Sumergir las semillas en agua (52 °C, 30 min.)	Controla eficazmente la infección en la semilla
<i>Alternaria porri</i> <i>Stemphylium vesicarium</i>	Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	Sumergir las semillas en agua (50 °C, 20 min.)	Reduce el patógeno en las semillas, pero afecta la germinación y el vigor
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	Sumergir las semillas infectadas en agua (56 °C, 30 min.)	Reduce significativamente el patógeno y la germinación resulta ligeramente reducida
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	Sumergir las semillas en agua (52 °C, 20 min. o 56 °C, 30 min.)	El patógeno se erradica en ambas temperaturas, pero a 56 °C reduce la germinación
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>carotae</i>	Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	Sumergir las semillas en agua (52 °C, 10 min.)	Previne la infestación
<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Stemphylium</i> sp., <i>Sclerotinia</i> sp.	Zanahoria almacenados (<i>Daucus carota</i>)	Tratamiento con agua (51.7 °C, 10 ó 20 s)	Previne la infestación
<i>Alternaria radicina</i>	Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	Sumergir las semillas en agua (50 °C, 30 min.) o hipoclorito sódico (0.1 ó 1.0 % a 50 °C, 30 min.)	Eradica el patógeno con una reducción mínima de la germinación

SEMILLAS • SIEMBRAS • CULTIVOS

De modo general podemos decir que los productores, por si sólos, ya realizan una cierta "manipulación genética", en la medida en que conservan de un año para otro, las semillas de las plantas más resistentes a los daños causados por parásitos. Según CUARTERO (1993), la tecnología actual ha hecho que el proceso de obtención de variedades resistentes sea más rápido ya que entiende, aunque sea parcialmente, los mecanismos que planta y parásito ponen en marcha en un proceso de infección.

El empleo de variedades resistentes presenta las siguientes ventajas sobre otros métodos: 1, Autodefensa de la planta; 2, no se hace necesario los tratamientos químicos de prevención contra el parásito; 3, en general suele ser más económicos frente a otros métodos y 4, preservar el medio ambiente.

NUEVAS ALTERNATIVAS DE CONTROL

Actualmente el osmoacondicionamiento de semillas ofrece una nueva alternativa de control de enfermedades transmitidas por semillas. El fundamento de esta técnica consiste en el pre-tratamiento de las semillas en pequeñas cantidades, distribuidas sobre papel de filtro humedecido con una solución de Polietilenglicol (PEG). Cuando la cantidad de semillas a tratar es mayor, se emplean columnas con soluciones aireadas o bioreactores.

La eficacia de esta técnica se ha comprobado en el control del *damping-off* producido por *Phytophthora* en plántulas de remolacha. También se ha constatado los efectos favorables del *priming* en semillas de zanahoria infectadas con *Alternaria dauci*, añadiendo fungicidas durante el osmoacondicionamiento.

Otra alternativa que ofrece nuevas posibilidades para el control de las enfermedades transmitidas por semillas hortícolas, se refiere al recubrimiento de semillas previamente acondicionadas con soluciones osmóticamente activas mediante un polímero contenido fungicidas u otros agentes protectores contra las enfermedades. Los procedimientos industriales de encapsulamiento de semillas que permiten transformar granos pequeños o irregulares (zanahoria, apio) en pequeñas esferas mejor preparadas para la siembra mecánica, pueden incluir capas con fungicidas que rodean las semillas.

El peliculado es uno de los métodos más modernos. Consiste en la aplicación de productos fitosanitarios, por medio de un polímero altamente selectivo. Los productos fitosanitarios debidamente preparados se adhieren sobre todo tipo de semillas, aunque sea de forma irregular, por lo que son muchos los seleccionadores que las utilizan. El uso de esta técnica permite mejorar la capacidad de adherencia del

producto por las semillas, reduciendo las formulaciones en forma de polvo. Esta técnica permite una siembra más precisa y aumenta la seguridad del usuario y del medio ambiente.

A modo de conclusión, y basándonos en la reflexión hecha por el investigador D. Javier Tello, se deduce que el control de los parásitos está siempre orientado de la misma manera. Generalmente se empieza por el estudio del ciclo biológico del patógeno para encontrar su mayor vulnerabilidad y atacarlo por ahí. El empleo de la mayoría de las técnicas de control propuestas tienden a incrementar la mortalidad del patógeno. Para conseguir esta meta - afirma D. Javier Tello - existen varias orientaciones. Los pesticidas, con las consecuencias, que se han ido conociendo después, del uso y abuso: Costes, resistencia, elimi-

salud humana, tampoco para el medio ambiente y además, tienen la ventaja de incrementar la producción y la calidad del producto obtenido siendo su cultivo idéntico al de una variedad sensible.

Lo anteriormente expuesto lleva al pensamiento de que los problemas de plagas y enfermedades podrían ser totalmente solucionados mediante resistencia del huésped. Si bien algunos logros fueron alentadores, sin embargo, la mayoría de los nuevos cultivos fracasaron en el momento de expresar la resistencia para la que habían sido pensados. En el pasado existió un error conceptual que todavía persiste y la idea de que para mejorar genéticamente la resistencia a parásitos se necesita disponer de una buena fuente de resistencia; de ahí que, la mejora para la resistencia no puede iniciarse hasta descubrir una buena fuente de resistencia. Se evitó así empezar programas de trabajos para obtener plantas resistentes a múltiples parásitos. Como consecuencia de todo ello, no solo, se produjo un desalento en el manejo del hospedante, sino que estimuló el control del parásito, a la sombra de éxitos de los entonces denominados "nuevos pesticidas".



Vaina de guisante con *Colletotrichum pisi*.

nación de micoflora y fauna auxiliares, aparición de nuevas plagas, enfermedades etc. Como intento de remedio, se promocionó la denominada "Lucha Biológica". Manteniendo el principio de que el manejo químico, sustituye, total o parcialmente, fitofármacos por insectos, plantas, microrganismos, etc.; un paso más. A continuación surge el concepto de "Manejo Integrado", cuyo planteamiento consiste en salvaguardar los agentes naturales de control biológico para mantener límites sorportables de daños ocasionados por los parásitos del cultivo.

Con todo, cualquiera que sea el método empleado, aparecen serias limitaciones. La primera es que los efectos son de corta duración y la segunda, se basa en la capacidad de los parásitos de crear formas resistentes a las herramientas usadas para eliminarlos.

Las herramientas, además de nocivas para el medio ambiente y para la salud humana, presentan altos costes y requieren una alta cualificación técnica para su empleo, lo que ciertamente no está al alcance del pequeño agricultor.

El manejo adecuado del huésped, limitará la tasa de nacimiento y multiplicación del patógeno. De ahí que se haya reconocido el uso de variedades resistentes como una alternativa muy importante. Que se sepa, no representan ningún peligro para la

BIBLIOGRAFIA

- DHINGRA, O.D.; MUCHOVÉJ, J.J. y CRUZ FILHO, J. (1980). Tratamiento de semillas: Control de patógenos. Imprenta Universitaria, Viçosa, UFV, 121 p.
- GRONDEAU, C. y SANSON, E. (1994). A review of thermotherapy to free plant materials from pathogens, especially seeds from bacteria. Crit. Rev. Pl. Sci., 13, 57-75.
- JAMES, W.C. (1983). Crop Loss Assessment. In: Plant Pathologist's Pocketbook, ed. 2, United Krugdin, C.M.E., pp. 130-143.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. y SILVA, W.R. (1987). Avaliação da qualidade das sementes. FEALQ, São Paulo, 230 p.
- MESSIAEN, C.M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F. y LAFON, R. (1995). Enfermedades de las hortalizas. Mundipress, Madrid, 576 p.
- MORENO, R.; TELLEZ, M.M.; BENITEZ, E.; GOMEZ, J.; RODRIGUEZ, M.D.; SAEZ, E.; BELDA, J.; CAÑERO, R. y CABELO, T. (1993). Lucha integrada. Aplicación en los cultivos bajo plástico del Sur de España. Hortofruticultura, 1, 41-54.
- MORENO, R. (1994). Sanidad Vegetal en la horticultura protegida. Junta de Agricultura, Comunidad de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, 441 p.
- NEERGAARD, P. (1977). Seed Pathology. Vol. 1, London, Mac Millan Press, 839 p.
- PELHATE, J. (1982). Microbiologie des grains humides (y compris cribs et ensilage). In: Conservation et stockage des grains et grains en produits dérivés. Vol. 1, Technique et Documentation (Lavoisier), Paris, pp. 358-375.
- SOAVE, J. y WETZEL, M.M.V.S. (1987). Patología de Semillas. Fundação Cargill, Campinas, 480 p.
- TELLO MARQUINA, J.C. (1994). Una reflexión sobre la fitopatología. ITEA: Producción Vegetal, 90, 133.
- CUARTERO, J. (1993). Resistencia genética a enfermedades y plagas. Hortofruticultura, 3, 41-46.