

El artículo seleccionado



DAÑOS CAUSADOS POR EL FRÍO A LAS SEMILLAS EN GERMINACION

En el año 1897 se publicaron las primeras referencias a las lesiones causados por el frío (es decir, por temperaturas bajas, aunque superiores a cero), a las plántulas de determinadas especies vegetales. Sin embargo, han tenido que transcurrir más de 50 años para que se comprendiera que también podrían producirse daños semejantes en las semillas en germinación. A principios del presente siglo, Kidd y West observaron que el remojo de las semillas de judías a 10° C aumentaba su exudación y reducía su germinación en relación con las semillas remojadas a 20° C.

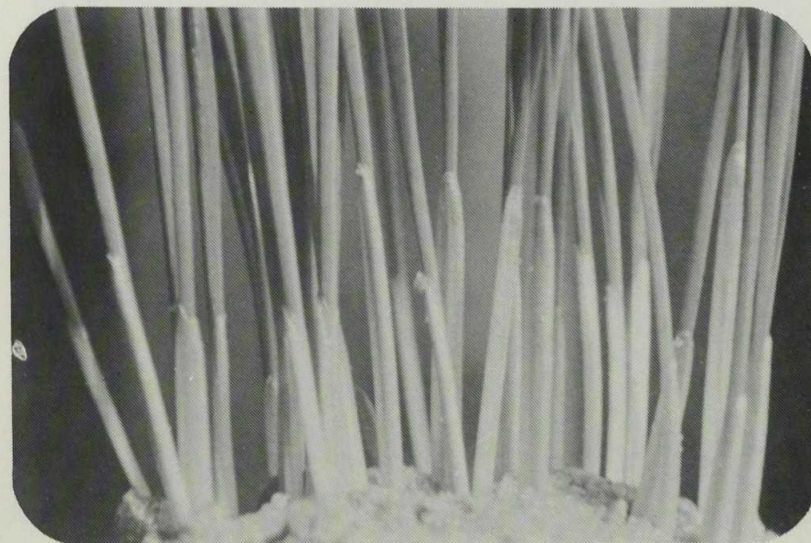
En el año 1926, Kotowski observó que las semillas de diversas hortalizas de verano no germinaban a temperaturas inferiores a 18° C. En aquella época se pensaba, generalmente, que la deficiente germinación que presentaban las semillas de la mayor parte de las especies tropicales y subtropicales cuando se sometían a bajas temperaturas era una consecuencia de la infección de las semillas por los patógenos existentes en el suelo. Leach sugirió, por ejemplo, que numerosos organismos del suelo poseían temperaturas óptimas de crecimiento inferiores a las temperaturas mínimas para la germinación de las semillas. Por lo tanto, a la vez que la germinación de las semillas se veía inhibida por las bajas temperaturas, los patógenos podrían crecer fácilmente, multiplicarse y atacar las semillas.

En 1954, Harrington y Minges observaron que las semillas de varias hortalizas de origen tropical no germinaban a una temperatura de 10° C, incluso en ausencia de patógenos. Por ello, se plantearon la cuestión de cuál era la causa principal de los daños, es decir, si el ataque de los patógenos o las bajas temperaturas. En el año 1960 Harrington y Kihara llegaron a la conclusión de que las semillas del melón y del pimiento eran, en sí mismas, susceptibles a las bajas temperaturas y que éstas producían lesiones a las semillas durante el proceso de imbibición y germinación.

Factores principales

Se ha demostrado la intervención de varios factores en la respuesta de unas determinadas semillas sometidas a bajas temperaturas de germinación como, por ejemplo: a) la especie o variedad; b) la temperatura a la que se exponen las semillas; c) la duración de la exposición; d) la fase de la germinación en que tiene lugar la exposición a las bajas temperaturas, y e) el contenido de humedad de las semillas antes del inicio de la imbibición. Otros factores tales como la composición de los lípidos de la membrana y la temperatura existente durante la maduración de las semillas se citan ocasionalmente como factores adicionales, si bien todavía existen dudas sobre su posible influencia en este tipo de daños.

Al igual que las especies que son sensibles al frío de una manera general, las semillas susceptibles al frío pertenecen, especialmente, a especies de origen tropical y subtropical que se cultivan en verano. Se han observado diferencias de la sensibilidad ante el frío durante la germinación entre variedades de maíz, algodón, soja, tomate, y judía de verdeo. Cohn y Obendorf encontraron



Plántulas de cebada.



Plántula de garbanzo.

también diferencias en los daños causados por el frío entre semillas de maíz de la misma variedad, pero procedentes de distintas regiones. Sin embargo, no puede trazarse una línea divisoria clara entre la susceptibilidad al frío de los cultivos de verano y de épocas frescas. En varios estudios se ha señalado que los guisantes pueden sufrir lesiones debido a bajas temperaturas de germinación. Sachs, sin embargo, observó que las semillas de sandía podían embeberse y mantenerse durante diez días a temperaturas entre los 0° y 15° C, sin que se produjeran lesiones. Las temperaturas bajas inhiben la germinación, pero no dañan a las semillas y cuando éstas se colocan a temperaturas más altas germinaron con facilidad.

La gama de temperaturas en donde las semillas sufren daños coincide, generalmente, con aquélla en que también se producen daños en las plantas desarrolladas y en los productos cosechados; es decir, desde la temperatura de congelación del tejido vivo hasta unos 15° C, aproximadamente. La temperatura exacta en la que se producen daños en las semillas depende de los factores anteriormente citados.

Longitud del período de exposición al frío

Cuanto más largo es el período de exposición de las semillas de una especie susceptible a una baja temperatura, tanto más graves serán los daños que se producirán. La amplitud de los daños relacionados con la duración de la exposición al frío, está estrechamente relacionada, sin embargo, con la fase de la germinación en que se produce tal exposición. Antes de la imbibición las semillas secas de las especies susceptibles pueden almacenarse durante períodos de tiempo prolongados

a temperaturas frías o inferiores a cero sin que se produzcan daños. Se sabe que, en general, el almacenamiento de las semillas a temperaturas bajas aumenta su longevidad.

Una vez que la semilla entra en contacto con el agua y se inicia la imbibición, parece ser que la semilla atraviesa uno o dos períodos de gran sensibilidad al frío. El primer período coincide con el inicio de la imbibición y puede producirse durante la exposición al frío en plazos de tiempo tan breves como los primeros treinta minutos o las primeras veinticuatro horas. Algunas semillas parecen atravesar una segunda fase de alta sensibilidad al frío que tiene lugar de uno a cuatro días después del inicio de la imbibición.

Efectos del contenido de humedad

La sensibilidad de una semilla a las bajas temperaturas depende, en gran medida, de su contenido de humedad antes del comienzo de la imbibición. Por lo general, la sensibilidad al frío disminuye proporcionalmente al aumento del contenido de humedad. Las semillas con un elevado contenido inicial de humedad quedan parcial o totalmente protegidas contra los daños que se producen cuando las semillas de bajo contenido de humedad sufren frío durante la imbibición. Este es el caso del maíz, la soja, la judía de Lima, la judía de verdeo, el algodón y el sorgo.

Aunque los factores arriba citados se han tratado como entidades independientes, debe indicarse que existe un elevado índice de interacción entre ellos. La consideración de los factores individuales suele ser de escaso valor a la hora de determinar globalmente la susceptibilidad al frío de las semillas.

Síntomas.— Los síntomas de las lesiones causadas por el frío en las semillas en germinación pueden manifestarse de modo inmediato o a largo plazo. La manifestación más inmediata y grave es la reducción de la nascencia, como se ha demostrado en el caso de la soja, el maíz, el algodón, el cacao, la judía de Lima, la judía de verdeo, el pimiento y el melón. Una de las lesiones más frecuentes es el fallo de la punta de la radícula. En la radícula de las semillas de maíz se produce una lesión interna causada por la imbibición de semillas con bajo contenido de humedad a temperaturas bajas, aunque se comprobó que la plúmula del maíz es menos sensible al frío que la radícula.

Christiansen encontró una asociación entre tipos específicos de lesiones con cada uno de los dos

períodos de mayor sensibilidad al frío que tiene la semilla de algodón. El fallo de la punta de la radícula se produjo cuando la semilla pasó frío al principio de la imbibición. Cuando la exposición al frío se produjo a las 24 horas de iniciarse la imbibición, resultó dañada la corteza de la radícula. La imbibición a bajas temperaturas de semillas de bajo contenido de humedad puede inducir a un agrietamiento transversal de los cotiledones, privando a la plántula de sus reservas nutritivas.

Los efectos perjudiciales causados por el enfriamiento de las semillas pueden manifestarse durante toda la temporada de crecimiento. Los más frecuentes de estos efectos son el retraso y la reducción del crecimiento de las plántulas.

Una exposición al frío de duración relativamente breve puede provocar mermas de la producción y de la calidad del producto cosechado.

Fenómenos de deshidratación y rehidratación

Cuando las semillas secas entran por vez primera en contacto con el agua, exudan una gran variedad de sustancias intracelulares. Entre estas sustancias figuran aminoácidos, azúcares, ácidos orgánicos, ácido giberélico, fenoles y fosfatos. Estos compuestos representan una amplia gama de metabolitos que sugieren una pérdida general de contenido celular. Existe una correlación positiva entre la cantidad de material exudado y la mortalidad anterior a la nascencia. Las pérdidas de sustancias se reducen rápidamente al continuar la imbibición.

La cantidad de material exudado durante la hidratación de las semillas es función de la humedad inicial de la semilla, de la temperatura y la condición de la cubierta (testa). Un contenido bajo de humedad y una temperatura baja provocan un aumento de las exudaciones y prolongan el período durante el cual se pierden las sustancias intracelulares. Cuando las semillas se embeben primeramente y durante un período breve a temperaturas altas para pasar después a temperaturas más bajas, se reduce la cantidad de exudados.

Simón expuso la hipótesis de que los lípidos de las membranas celulares de las semillas secas no se encuentran formando la estructura normal de dos capas descrita en el modelo de Singer. En lugar de esto, sugirió que los lípidos de las membranas se agrupan en disposiciones hexagonales cuando el contenido de humedad de las semillas desciende por debajo de un nivel crítico.

Durante la imbibición aumenta el contenido de agua, lo que hace que las moléculas de los lípidos se reorganicen en la doble capa molecular. Durante el período de rehidratación anterior al establecimiento de la estructura de dos capas, las sustancias disueltas podrían salir libremente de las semillas por difusión.

Para apoyar este concepto de la estructura desorganizada de las membranas celulares de las semillas secas, Webster y Leopold publicaron micrografías electrónicas de tejidos de cotiledones de soja seco y embebido. En el tejido seco, la membrana plasmática estaba desorganizada y rota, las mitocondrias estaban distorsionadas y carecían de estructura interna y el retículo endoplasmático no era visible. Al hidratarse el tejido, la membrana plasmática se manifestó como una estructura continua, las mitocondrias estaban delimitadas por una membrana intacta y poseían una estructura interna bien definida y el retículo endoplasmático se hallaba presente en el citoplasma. Estos cambios se produjeron en un plazo de veinte minutos e indicarían que se produce una extensa reorganización de los componentes de la membrana al rehidratarse los tejidos de la semilla.

Por otra parte, McKersie y Stinson han dudado de la existencia de estructuras membranales del tipo anteriormente descrito sobre la base de estudios de difracción de rayos X, empleando lisosomas formados a partir de fosfolípidos extraídos de semillas. Otros investigadores defienden la teoría de que el exudado de sustancias solubles durante la imbibición de la semilla se debe antes a la ruptura de la membrana que a modificaciones de su estructura o a su permeabilidad.



Plántulas de remolacha forrajera.

Velocidad de imbibición

Sea cual fuere el caso, bien una membrana desorganizada o bien una membrana frágil, fácil de romper, es evidente que la velocidad de imbibición resulta crítica. En el primer caso, una imbibición excesivamente rápida no permitiría la reconstitución ordenada de la membrana de dos capas antes de concluir la rehidratación y de movilizarse otros componentes celulares, mientras que en el segundo caso el grado de ruptura de la membrana sería proporcional a la absorción de agua.

Por consiguiente, reviste gran importancia el papel desempeñado por las cubiertas de la semilla como regulador de la velocidad de imbibición. Por ejemplo, la cubierta de las semillas de la judía de Lima, al actuar como regulador de la absorción de agua, podría proporcionar un mecanismo mediante el cual se evitarían las lesiones causadas por el frío. Powell y Matthews han sugerido la posibilidad de que las lesiones causadas por el frío sean el resultado de los daños causados por la imbibición en vez de ser efectos de las temperaturas bajas.

Efectos del exudado

Independientemente de la causa, es evidente que el exudado de las semillas representa un medio excelente para el crecimiento de los patógenos existentes en el suelo. Dado que las temperaturas bajas aumentan la cantidad de exudación y prolongan la duración de ésta, las semillas sometidas al frío en las condiciones normales que se dan en los suelos están sujetas a una extensa infección de microorganismos del suelo, lo que provoca una reducción considerable de la supervivencia de las plántulas. No debe olvidarse, sin embargo, que el ataque de los patógenos es una consecuencia de las lesiones causadas por el frío y no es su causa.

Mecanismo de producción de lesiones

Surge ahora la cuestión de si el mecanismo que produce las lesiones en las semillas, es el mismo que causa daños en las plántulas, en las plantas maduras y en las partes cosechadas (frutos, hortalizas). Cabe preguntarse si la hipótesis de la transición de fases de la membrana sirve para explicar las diferentes observaciones anteriormente citadas. La cuestión central de esta hipótesis es la

composición de los lípidos de la membrana. Los estudios realizados para correlacionar el grado de saturación de los ácidos grasos de la membrana de la semilla con la sensibilidad al frío han resultado contradictorios. Por este motivo no ha podido establecerse adecuadamente la importancia de la composición de la membrana a la hora de determinar la susceptibilidad al frío de las semillas.

Las anomalías inducidas por las temperaturas bajas en la actividad de las mitocondrias y en el metabolismo energético son indicativas de lesiones causadas por el frío en la totalidad de la planta o en las partes cosechadas. Existe mucha menos información de este tipo referida a la germinación de las semillas a temperaturas bajas, y lo que se ha publicado resulta contradictorio.

Es evidente que las lesiones causadas por el frío durante la germinación plantean una serie de problemas nuevos que no se encuentran en otra parte. La mayor parte de ellos parece estar relacionada con la extremada deshidratación de la semilla antes de la imbibición.

Las causas de las lesiones que se producen durante la imbibición no han podido esclarecerse aún completamente. Parece ser que las lesiones podrían deberse, en parte a: 1) modificaciones estructurales de las membranas, debido a la deshidratación; 2) cambios en el estado físico relacionados con la composición de las membranas, y 3) interrupción de la continuidad de las membranas como resultado de una rehidratación demasiado rápida. Todos estos factores podrían provocar rupturas en las membranas y, por consiguiente, la pérdida de sustancias solubles, alteraciones del metabolismo, metabolismo anormal con produc-



Plántulas de escarola.

ción de toxinas y la mezcla de sustratos y enzimas que, normalmente, se mantienen inactivos entre sí.

Las observaciones sobre la existencia de un segundo período de gran sensibilidad al frío que se produce en algunas especies después de concluida la imbibición, indica que no pueden atribuirse a fenómenos de deshidratación y rehidratación todas las lesiones de las semillas causadas por el frío. Es posible que las lesiones de este tipo producidas durante las fases tardías de la germinación estén más en consonancia con la hipótesis de la transición de fases de la membrana y que dependan de la composición de los lípidos membranales.

Reducción del alcance de las lesiones.—En la actualidad poco puede hacerse para evitar estos problemas durante la germinación bajo las condiciones naturales existentes en los suelos. Existen dos posibilidades de actuación. Una consistiría en

aumentar el contenido de humedad de las semillas antes de la imbibición; otra consistiría en embeber las semillas a una temperatura relativamente alta antes de que queden expuestas al frío. Sin embargo, ambas posibilidades plantean muchos problemas de índole práctica. Una de las ventajas del empleo de semillas pregerminadas es que se evitan los daños causados por las temperaturas bajas. Este procedimiento permite que las semillas atraviesen los períodos de mayor sensibilidad al frío antes de ser expuestas a bajas temperaturas.

En los experimentos realizados con tratamientos con determinados productos químicos, se ha obtenido un éxito limitado. Finalmente, existe la posibilidad de desarrollar variedades con mayor capacidad de germinación a temperaturas bajas.

W. D. Wollk y R. C. Herner
Hortscience, abril 1982

Noticiario

NOMBRAMIENTOS Y CESES

En el Boletín Oficial del Estado, número 290, del día 3 de diciembre se publicaron los Reales Decretos números 3.297/1982 y 3.295/1982. En el primero de ellos se dispone el cese de don José Luis García Ferrero como Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación. Por el segundo se nombra a don Carlos Romero Herrera para desempeñar la referida cartera ministerial.

El señor Romero Herrera es técnico del Servicio de

Extensión Agraria y desempeñaba actualmente el cargo de Subdirector General de Política de Empleo del Ministerio de Economía y Comercio.

Por un Real Decreto publicado en el Boletín Oficial del Estado, del día 8 de diciembre, ha sido nombrado Subsecretario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación don José Francisco Peña Díez.

CURSO SOBRE MICOLOGIA FRUTAL

Con la participación de 10 Ingenieros Superiores y Agentes Especializados del Servicio de Extensión Agraria, se celebró, durante los días 27 de septiembre a 1 de octubre del presente año un curso sobre reconocimiento de enfermedades producidas por hongos en los frutales.

Las sesiones tuvieron lugar en las instalaciones del CRIDA-03 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias en Zaragoza y estuvieron a cargo del equipo que dirige en aquel centro el investigador don Ignacio Palazón Español.

CURSO SOBRE EVALUACION DE PROGRAMAS Y METODOS

Se desarrolló del 4 al 8 de octubre en la Escuela de San Fernando (Madrid), dirigido a 25 asistentes, fundamentalmente Agentes Supervisores. Se dedicó a propor-

cionar información básica para mejorar las técnicas de evaluación de programas y métodos, mediante documentación explicada y trabajos prácticos en grupo.